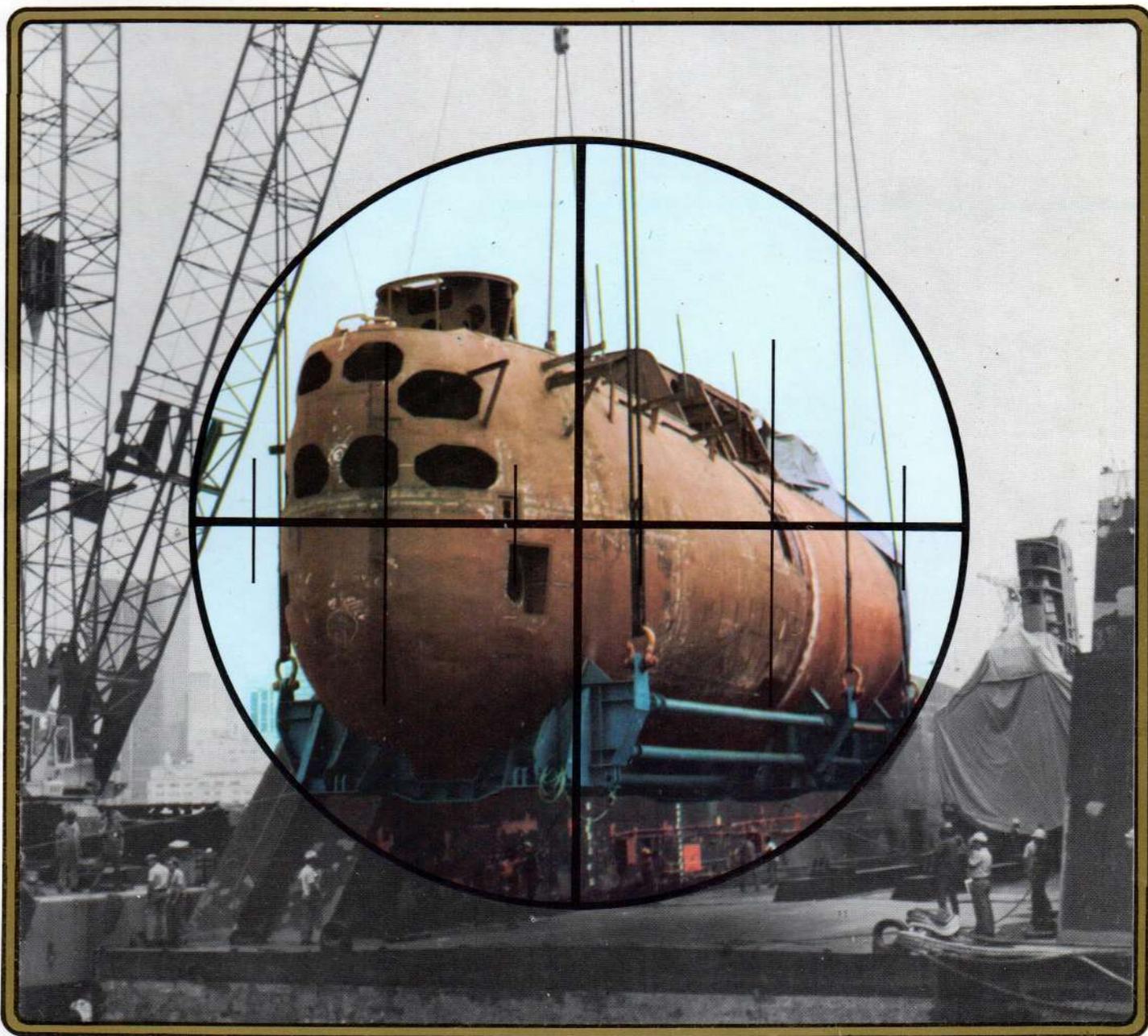




O PERISCOPIO

Nº 46 ANO XXX



TECNOLOGIA DE PONTA À DISPOSIÇÃO DA MARINHA

A experiência da ESCA em integração de sistemas complexos, comprovada nos projetos de controle para metrô e no Sistema DACTA, permitiu o desenvolvimento de simuladores para a Marinha do Brasil, economizando divisas e sedimentando know-how brasileiro.



**Simulador-Treinador
em Tempo Real de
Manobras de Navios**

Simulador de manobras que permite a execução de exercícios de instrução e treinamento em uso de radar para navegação. Produz imagens iguais às que seriam observadas no radar do navio, atualizadas em tempo real segundo a dinâmica de movimento em relação à costa e aos outros navios.



**Simulador de
Controle Tático
de Navios**

Sistema apoiado por processadores digitais, que realiza a coleta, correlacionamento e apresentação, aos operadores, dos dados de cenário tático e de ameaças. Engloba as atividades aéreas, de superfície e submarinas, permitindo as respostas táticas adequadas.



**Simulador-Treinador
de Operação de Radar
de Navios**

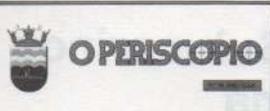
Simula a operação de radar em navegação e procedimentos táticos. O software projetado pela ESCA gera todo um cenário naval, com linhas de costa, alvos e objetos diversos. De baixo custo e fácil operação, é composto de computador, repetidores de radar, plotter, indicadores e equipamento de intercomunicação.

ESCA. Tecnologia em Sistemas 100% brasileira.



**Engenharia de Sistemas de
Controle e Automação S/A**

Alameda Araguaia, 1142 - Alphaville
06455 - Barueri, SP
Telefone: (011) 421-2366
Fax: (011) 709-2157



CAPA: CONSTRUÇÃO DE SUBMARINO NO BRASIL

O PERISCÓPIO
ANO XXX — N° 46

1992

EXPEDIENTE

Comandante da Força de Submarinos

CA José Luiz Feio Obino

Comandante do Centro de Instrução Alte. Áttila Monteiro Aché

CMG Mauricio Dutra de Araújo

Redator

CC Ricardo Antonio Amaral

Fotografia

3º SG-AT-SB José Muniz Borges

Supervisão Gráfica

Antonio Alves Bomfim Goes

Projeto e Coordenação Gráfica

Célia Maria Barros Gutiérrez

Diagramação

3º SG-CAF Mônica Cinelli

Arte-Final

Marcos Mendonça de Moraes

Revisão

*Donato Barbosa do Amaral
Manuel Carlos Corgo Ferreira
Gerson Mattos Pereira*

**Fotocomposição, Fitolito,
Impressão e Acabamento**

Imprensa Naval

Sumário

A liderança a bordo de submarinos	2
Incêndio no USS "Bonefish"	7
A fuga do "Casabianca"	9
Tecnologia copia a natureza	13
Informações ambientais para a operação de submarinos	15
Emprego do submarino convencional nas tarefas secundárias	17
Emprego de submarinos em águas rasas	22
O futuro dos equipamentos sonar dos navios de superfície	25
O SSN-21 Seawolf, progresso, problemas e um toque de paranóia	31
Despistadores para submarinos	36
Sistemas de armas para submarinos	40
SUBICS: um verdadeiro sistema de combate integrado	42
Projeções para os anos 90	44
Sistemas de navegação inercial	46
Análise e recolhimento de sinais acústicos submarinos	51
Propulsão para submarinos: mudanças e desenvolvimentos	53
Controle de submarinos em altas velocidades	55
Modernização dos submarinos IKL tipo 206	59
Exercícios de salvamento em submarinos	61
Mini-submarinos e operações especiais	65
Nadadores de resgate	68
Apagamento	70
Aspectos do mergulho no litoral do Brasil	71
Equipamentos de visão noturna	73

A Liderança a Bordo de Submarinos na Marinha Alemã

CC FRANK BARTHOLOMEYCZIK,
Comandante de submarino na RFA.
Traduzido e adaptado pelo
CF MARCO POLO A. C. DE SOUZA.

Em outubro de 1990, os comandantes dos navios da Flotilha de Submarinos reuniram-se para discutir sobre liderança a bordo. Naturalmente, uma troca de opiniões sobre esse tema deixa-se impregnar fortemente pelas experiências individuais dos comandantes e seu valor torna-se dependente de considerações críticas sobre a maneira de cada um em conduzir homens. Somente desse modo é possível dar novo impulso aos seus próprios procedimentos de liderança e, através dessa visão crítica, analisar outros pontos importantes.

Um comportamento ou uma conduta de liderança, não se aprende somente através do entendimento dos princípios teóricos da liderança mas, principalmente, por meio de vivências pessoais. Além disso, as experiências acumuladas nas Forças Armadas, nas Escolas e nas Associações de Comandantes desempenham um importante papel.

Para sorte nossa, vivemos o maior período de paz que a Europa já experimentou nos últimos séculos. Por essa razão, os comandantes e dirigentes de hoje conhecem apenas o exercício da liderança sem a presença de uma ameaça externa direta; isso, sem considerar condições extremas de mau tempo ou fainas de emergência a bordo, como incêndio, alagamento e colisão.

A nossa peculiar profissão de submarinista, entretanto, nos obriga, a nós e à nossa tripulação, a estarmos preparados para um possível emprego do submarino em condições críticas e sob ameaça. Dificuldades especiais, sobretudo no campo psicológico, podem surgir, como bem pôde testemunhar o nosso Esquadrão de Minagem e Varredura do Flanco Sul, durante o seu deslocamento do Mar Mediterrâneo para o Golfo Pérsico (1).

Por isso é importante que nos reportemos às experiências dos comandantes de submarinos da Segunda Guerra Mundial (2a. GM). Como eles conduziram as suas tripulações? Receberam eles alguma instrução em liderança? Ou foram as próprias e bem-sucedidas experiências utilizadas como modelo de liderança?

Considerando que cada um possui o seu estilo pessoal de conduta não se pode comparar comandantes e apenas tentar descobrir, entre eles, pontos comuns ou diferenças de comportamento. Também não resolve limitar-se à posição dos comandantes, porque a instrução e a conjuntura do grupo social também precisam ser consideradas nessa análise.

INSTRUÇÃO E RECRUTAMENTO ONTEM

A formação e a instrução do oficial da Marinha alemã seguem, hoje, a ordem abaixo apresentada:

- formação básica — 3 meses (Escola Naval);
- navio à vela "Gorch Fock" — 3 meses;
- navio-escola — 7 meses (viagem de instrução ao estrangeiro);
- curso de formação de oficial — 7 meses (Escola Naval);
- cursos de Encarregado de Divisão, de Oficial de Sistemas de Armas e de Oficial de Informações — 4 meses; e
- instrução a bordo — 6 meses.

Sobre a preparação do oficial de marinha no período entre as guerras mundiais, assim se manifesta o CMG Dr. Werner Rahn. "(ela) foi, até 1935, assinalada pelo esforço em dar aos futuros oficiais a ferramenta para o primeiro emprego a bordo, por meio de uma sólida instrução e, ao mesmo tempo, proporcionar as bases para uma formação especializada, por meio de extensa preparação técnico-científica. A componente científica dessa instrução era tida como uma espécie de investimento intelectual a longo prazo, o qual, a partir de 1935, precisou ser gradualmente reduzido, de modo a suprir a dramática demanda de oficiais, causada pelo rearmamento da Alemanha."

Os traumáticos acontecimentos de 1917/18 (na Alemanha) marcaram os novos princípios de liderança. Uma boa idéia da prática diária da conduta de liderança pode ser obtida no livro "O Oficial de Marinha como Líder e Educador", de Siegfried Sorge, que, desde 1937, era leitura obrigatória dos oficiais. Algumas das palavras-chaves, desenvolvidas exemplarmente pela "Kriegsmarine" (Marinha de Guerra), como assistência, solidariedade e confiança, encontram-se também no livro "Liderança a Bordo", de autoria do CMG Dieter Stockfisch, editado em 1981. Em última análise, a liderança não foi ensinada em sala-de-aula pela "Kriegsmarine", mas vivida pela família naval.

No começo da 2ª GM, a Marinha alemã dispunha de 47 submarinos em serviço, 26 dos quais capacitados a operar no Atlântico. Doenitz acreditava, no entanto, que, para a campanha ser bem-sucedida, eram necessárias 300 unidades. No total, foram colocados em serviço 1.170 submarinos, dos quais 863 foram empregados em ação. Isso significa que, em curtíssimo espaço de tempo, precisou-se formar um grande número de comandantes, dentro dos padrões de qualidade requeridos. Essa demanda não pôde, evidentemente, ser suprida pelas próprias fileiras dos submarinistas. Muitos foram requisitados de outros setores, segundo uma investigação de adequabilidade para o comando de submarinos. É interessante notar que alguns oficiais foram selecionados por possuírem, em



seus dados cadastrais, a observação: "apropriado para emprego a bordo de pequenas embarcações". Isso valeu como pré-qualificação especial na área de liderança. Depois de um curso especial para comandantes e de uma etapa prática no mar, conhecida como "viagem de confirmação", os oficiais eram, então, empregados a bordo na função para a qual haviam sido preparados.

A aprendizagem especializada da tripulação, para entrar em ação no "front", foi realizada sistemática e profundamente até o final da guerra. A instrução de comandantes e de oficiais de serviço foi dedicada, com ênfase, em aulas de "comando e liderança", porque esse tema era de vital importância, especialmente em longas patrulhas de guerra.



A INSTRUÇÃO HOJE

Após passar pelas diversas etapas do aprendizado, como: a instrução básica, o navio à vela "Gorch Fock", o curso básico de oficial, a fase de qualificação a bordo, o "Studium" (na universidade) e o curso de especialização, o jovem oficial se inscreve voluntariamente para o serviço em submarinos. O curso de especialização compõe-se de uma etapa prática a bordo, de um Curso de Sistemas, na Escola de Sistemas de Armas, e do Curso Básico de Submarinos, no Centro de Instrução e Adestramento de Submarinos. A instrução do oficial dura, ao todo, de 5 a 6 anos, até que ele venha a assumir responsabilidades a bordo, quando ele é, então, empregado como Encarregado de Torpedos e Convés. Nesse longo período de aprendizado, são ministrados conhecimentos práticos e teóricos sobre liderança. Entretanto, os pontos mais importantes da sua formação são a instrução militar especializada, para o seu primeiro emprego embarcado, e o "Studium", realizado em uma das duas universidades das Forças Armadas alemãs ("Bundeswehr"). O jovem oficial tem, então, em média, às vésperas de embarcar, 25 anos. Na minha opinião, ele chega a bordo bem preparado teoricamente para o exercício das suas funções. Na prática, todavia, ocorrem dificuldades, quando ele precisa preencher

as suas prerrogativas de oficial e assume, pela primeira vez, responsabilidade pelos outros. Nessa hora, são necessários adestramento, cooperação, ajuda dos mais antigos e, principalmente, do comandante. Como tenente, ele é empregado de 4 a 5 anos em diferentes submarinos da Flotilha e acumula, por isso, suficiente prática e habilidades no campo da liderança. Vale ressaltar que, comumente, durante os períodos em que o navio está atracado, ele é, como Oficial de Serviço, o representante eventual do comandante.

Após realizar os cursos de Oficial de Periscópio e de Comandante de Submarinos, e antes de ocupar o cargo de comandante, ele já possui cerca de 320 dias de mar, a bordo desses navios. Ao assumir o comando ele precisa realizar duas comissões, de duas semanas no mar, com a sua tripulação: a primeira, constitui a fase de segurança, e a segunda, a tática. Duas semanas são passadas no Treinador de Ataque, e o curso culmina com um lançamento real de torpedo de exercício, com o seu submarino precisando, nessa fase, alcançar o grau de adestramento requerido pela Flotilha.

Como comandante, ele permanece, ao todo, cerca de 5 anos, que são interrompidos por passagens pelo Centro de Instrução e Adestramento de Submarinos, pela Flotilha de Contratorpedeiros, pela Escola de Sistemas de Armas, ou pelo Comando-em-Chefe da Esquadra. Desse modo, os comandantes de submarinos têm, hoje em dia, a média de 36 anos de idade.

A SOCIEDADE DE ENTÃO

A média de idade dos comandantes, na segunda metade da 2ª GM, era de 23 anos e da tripulação, 21. Por conseguinte, a infância e a adolescência desses homens haviam sido vividas no tempo da República de Weimar (1919-1933). O desmoronamento da democracia e as dificuldades da situação econômica, com elevados índices de desemprego, causaram-lhes, desde cedo, uma vivência negativa da ordem social vigente. Com a prosperidade econômica e os êxitos da política externa, ao início do Terceiro "Reich", os nacionais-socialistas submeteram o sistema de educação e a sociedade às novas linhas básicas de pensamento e de conduta. As noções de pátria, nação, princípio autoritário, dever e disciplina, foram-lhes ensinadas convincente e sistematicamente. As possibilidades de receber informações através da imprensa, rádio e televisão não eram, de modo algum, comparáveis às de hoje em dia. Desse modo, opiniões críticas não puderam ser manifestadas e, muito menos, divulgadas.

A SOCIEDADE DE HOJE

Os soldados (2) (oficiais e praças) da "Bundeswehr" são "cidadãos em uniforme" e, desse modo, não constituem nenhuma parcela especial da sociedade, como antigamente. Os soldados são — especialmente os mais jovens — forçosa e automaticamente um reflexo da nossa sociedade, na qual consumo e lazer ocupam, cada vez mais, lugar de destaque. Se por um lado cresceu enorme-



A LIDERANÇA DURANTE A 2ª GM

Pode-se ler, em livros que relatam fatos reais, sobre as pesadas cargas físicas e mentais a que foram submetidas as tripulações dos submarinos empregados em operações de guerra. Algumas medidas extremas de liderança foram impressionantemente representadas no filme "Das Boot" (4). Eu me lembro particularmente da situação em que o comandante leva a mão à pistola, a fim de, com isso, fazer retornar à razão, uma praça que estava fora de si. Situações extremas exigem medidas extremas. Do exército igualmente extraem-se exemplos documentados, onde soldados tiveram que ser compelidos, pela força das armas, a se atirarem sobre o inimigo. Também, durante ataques e perseguições com bombas de profundidade, nos quais o submarino se encontrava entregue e desamparado, os olhos da tripulação repousavam sobre os comandantes e deles esperavam uma saída para a situação. Por isso, os submarinistas preferiam servir a bordo de submarinos cujos comandantes eram bem sucedidos. O Comandante Peter E. Cremer, coroado de êxitos (também por sobreviver a vários cruzeiros de guerra) escreveu em suas memórias "Ali Cremer: U-333": "O pessoal desejava servir a bordo do U-333 porque Ali (seu comandante) era tão bom quanto um seguro de vida." Essa descrição torna-se mais compreensível quando se imagina que as chances de sobrevivência, após 1943, se reduziram a 1,5 cruzeiros de guerra. Oficialmente, as perdas foram mantidas em sigilo; todavia, no círculo de submarinistas, tinha-se uma idéia de quantos submarinos não regressaram.

Essa situação especial de pressão tornava mais fácil reconhecer "que todos estavam no mesmo barco" e que a sobrevivência só podia ser assegurada coletivamente. Isso e o fato de que sempre se poderia recorrer aos severos princípios da ordem militar, facilitava, com certeza, em muitos casos, a ação da liderança.

Numa consulta a 115 comandantes sobre a efetividade da liderança, conduzida em 1981, pelo Capitão-de-Fragata Gottfried Hock, consta: "76 por cento dos comandantes ouvidos teriam tomado medidas objetivas no campo da liderança. Dentre elas, sem considerar os exemplos mais conhecidos, constam:

- conversas individuais, com participação do subordinado;
- informação sobre a situação e o propósito da missão;
- participação sobre a forma de realização do serviço;
- participação do subordinado em decisões."

Desses exemplos, vê-se nitidamente a dependência entre líderes e liderados. O CF Hock explica que, após a consulta, 90 por cento desses comandantes teriam praticado um estilo de liderança orientado para o relacionamento humano.

O CMG LUTH, em sua palestra realizada em Weimar, a 17 de dezembro de 1943, em reunião de comandantes, expôs: o espírito de um navio é dependente:

- da disciplina da sua tripulação;
- de êxitos. Quando alguém obtém um êxito, mesmo que seja um cabeça-dura, a tripulação passa a gostar

mente a disposição em lutar pela coletividade, por outro, aumentaram sensivelmente as reivindicações. A introdução de regras para compensação de horas extras de serviço são encaradas, pelos soldados mais antigos, como favor, enquanto que, para os mais jovens, elas representam uma aspiração natural. Cada vez mais, aparece em primeiro plano o pensamento de que "é suficiente quando se faz o serviço bem feito". Além disso, a própria "Bundeswehr" está, certamente, engajada e de acordo com esse pensamento. Hoje em dia, um órgão parlamentar encarregado de assuntos do pessoal militar das Forças Armadas, o "Werbeauftragte" (3), reclama, entre outros aspectos, que o clima nas forças armadas vem se tornando mais frio. Ao indivíduo não basta, ao longo do tempo, apenas "fazer o serviço bem feito", mas deve procurar estabelecer ligações e compromissos pessoais dentro da família militar.

O comandante, naturalmente, não deve se fechar completamente a esse espírito da época e, com isso, cercar qualquer mudança que se mostre necessária, porque também ele está, sem dúvida, sujeito às influências da sociedade. Por outro lado, quando as correntes empurram em direção errada, há necessidade de a elas, energeticamente, se contrapor. Todas as manifestações do espírito dessa época não devem, entretanto, ser encobertas ou justificadas pelas palavras "hoje é assim mesmo", porque, nesse mundo apressado, este é o caminho mais fácil e confortável de proceder.

mais dele, do que outro que não tem êxito algum. Todavia, o comandante que fracassos viver, precisa de uma tripulação com um bom espírito de navio;

- de uma boa organização administrativa da vida diária a bordo;
- do exemplo e da correção de atitudes dos oficiais; e
- de uma verdadeira liderança intelectual, sobretudo, seguida de um correto acompanhamento do seu pessoal."

Ao todo, pode-se dizer que, numa sociedade conduzida como uma tropa, os submarinistas, tendo uma liderança voltada para o seu pessoal e o objetivo de um trabalho coletivo, constituíam uma especialidade à parte. Isso pode ser ainda hoje reconhecido, porquanto as tripulações de então ainda se reúnem hoje em dia. Esse sentimento de solidariedade era, com certeza, o ponto de apoio do pessoal submarinista nas dificuldades e explica porque, em situações de desespero, foram obtidos êxitos em ação — mesmo quando se tratava apenas de retornar são e salvo ao porto.

A LIDERANÇA DE HOJE

A liderança é melhor entendida quando as expectativas do líder são perfeitamente conhecidas pelos subordinados. Experiências concretas com os superiores — sejam elas positivas ou negativas — cunham o pensamento dos soldados a respeito da conduta de liderança empregada nas Forças Armadas. Essas experiências são transmitidas continuamente, sendo que as negativas permanecem mais fortemente na memória e influenciam, sobremaneira, a opinião pública sobre a "Bundeswehr" como instituição.

Na minha opinião pessoal, as seguintes exigências são especialmente importantes e devem ser preenchidas, a fim de habilitar o homem à prática da liderança:

CAPACIDADE PROFISSIONAL

É fundamental para a tripulação saber que o seu comandante é capaz de empregar o submarino adequadamente e controlá-lo em situações críticas, com segurança. Isso é igualmente válido tanto para operações em tempo de paz como para cruzeiros de guerra. Reiteradas ações equivocadas cometidas pelos comandantes, durante adestramentos em simuladores ou em exercícios de tiro real de torpedos, têm demonstrado, objetivamente, que a confiança e o respeito dos seus homens são, por longo tempo, fortemente afetados. Se a tripulação tiver que se preocupar com o correto procedimento profissional do comandante, então ela não estará mais concentrada e nem motivada para o serviço.

RESPEITO PELA DIGNIDADE HUMANA

Este ponto parece banal e óbvio, já que a Lei Fundamental estabelece: "a dignidade do homem é inviolável". Evidentemente grandes desvios desse princípio não são aceitos; todavia, em situações aparentemente secundárias,

percebe-se negligência na sua observância. Comentários irônicos — mesmo que não mal-intencionados — provocam risos e podem ofender enorme e duradouramente. Outro aspecto diz respeito à decência e à justiça. O convívio a bordo de submarinos ocorre em espaço confinado e desconfortável. É de se esperar, por isto, que os pontos de atritos sejam tratados objetivamente, sem considerar simpatias ou antipatias pessoais, e que decisões sejam tomadas a tempo e corretamente.

DAR O EXEMPLO

O exemplo também tem força de lei e está preconizado no parágrafo 10 do Estatuto dos Militares: "o superior deve dar o exemplo na sua conduta e no cumprimento do seu dever". Nesse aspecto, o comandante de submarinos é especialmente exigido, de vez que está sendo observado permanentemente. Se ele quiser comandar com credibilidade, precisa compatibilizar suas exigências com a realidade. Ao insistir, por exemplo, em fazer com que seus subordinados observem rigorosamente a exatidão de regulamentos, está, ele próprio, sendo especialmente exigido. Outras palavras-chave, com caráter de modelo de conduta, devem ser mencionadas: cumprimento do dever, integridade, honestidade, paciência, lealdade (para cima e para baixo) e, principalmente, reconhecimento dos próprios erros.

CONFIANÇA

Somente a confiança mútua permite nascer um sentimento de solidariedade entre comandante e comandados. A confiança não pode ser imposta ou ordenada. Este sentimento precisa crescer e ser estimulado, por meio de cooperação, informação, delegação de responsabilidade e espírito prestativo, para garantir uma expectativa de reciprocidade. Somente quando o comandante goza da confiança dos seus homens é que ele, de fato, pode atuar sobre eles, motivá-los e servir-lhes de ponto de referência. Também fazem parte da confiança: a cordialidade, a presença de espírito, o humor, o relacionamento humano e o estar sempre à disposição.

ASSISTÊNCIA

Desde cedo a assistência desempenha papel importante na liderança de homens na Marinha. Por assistência eu entendo o acompanhamento do pessoal, a ajuda concreta e, sobretudo, a iniciativa em realizar eventos de lazer, em outros portos ou durante comissões longas. É elementar dizer que não se deve apenas entender as necessidades de ajuda, mas, desenvolver o sentimento de perceber quem tem problemas e precisa de ajuda e, nesse caso, oferecê-la. Desse modo, e contando também com a ajuda do "Vertrauensmann" (5) pode ser evitada a escada de problemas aparentemente simples, mas que, na realidade, são sérios.

INFORMAÇÕES

Faz parte da conduta de liderança o comandante atualizar-se das complexas questões políticas e sociais do nosso tempo. Ele precisa ter posições claras e próprio convencimento a respeito delas, a fim de que possa, com credibilidade e de maneira correta, manter o seu pessoal bem informado. Por isso é necessário que o comandante esteja "up to date" sobre os desenvolvimentos políticos e sociais, que sejam do interesse geral.



Isso vale, também, incondicionalmente, para as tripulações de submarinos.

Notas do tradutor:

(1) O autor refere-se ao emprego daquele Esquadrão em operações reais de contramedidas de minagem (varredura e caça de minas), após a Guerra do Golfo. O Esquadrão operava nas proximidades de Creta, com outras unidades da OTAN, e foi destacado a 8 de março para as águas do Kuwait, onde chegou a 18 de abril de 1991.

RESUMO E PERSPECTIVAS

No tempo da "Kriegsmarine" não havia nenhuma disciplina especial sobre liderança. Os aspirantes e os jovens oficiais aprendiam com o exemplo de seus superiores.

Hoje existem aulas teóricas especiais. Com o advento de conceitos novos, próprios e peculiares de liderança nas Forças Armadas, consubstanciados pelo manual "Innere Führung" (6), nasceu a figura do "cidadão em uniforme". Com isso nós ganhamos uma nova imagem de soldado, concebida constitucionalmente e inspirada em novos ideais. Ordem, obediência e disciplina continuam, como sempre, válidas, mas não são mais que coisas naturais. Do comandante exige-se discutir mais, sem preconceitos e com visão crítica e fundamentar mais precisamente os seus argumentos.

Existem paralelos claros ontem e hoje nas áreas de capacidade profissional, atitude, cumprimento do dever, confiança e assistência do comandante aos seus subordinados. Eles são pontos centrais da liderança de homens e fatores importantes para a vontade de lutar do soldado.

O grau de solidariedade da nossa sociedade, cuja ordem deve ser livre, democrática e valentemente defendida, é o fundamento para a motivação e a prontidão do soldado.

(2) A "Bundeswehr" emprega a palavra soldado, preferencialmente a palavra militar, que passou a ter uma conotação pejorativa junto à sociedade alemã, após a recriação das Forças Armadas, em 1955.

(3) O "Wehrbeauftragte" é um órgão do Parlamento Alemão, criado em 1959, em conformidade com a Lei Fundamental, cujo propósito é proteger os direitos fundamentais dos soldados e assessorar os parlamentares no exercício do controle dos militares.

(4) Apresentado no Brasil com o título de "O Submarino".

(5) O "Vertrauensmann" (homem de confiança) é uma praça eleita democraticamente pela guarnição do navio, cuja tarefa é assessorar o comandante na solução dos problemas particulares dos seus homens. É uma figura encontrada a bordo de todos os navios da "Bundesmarine" (Marinha da RFA).

(6) "Innere Führung" é uma expressão que não encontra tradução satisfatória no nosso idioma. O referido manual constitui a base doutrinária de liderança nas Forças Armadas alemãs e acompanha a formação do soldado durante toda a sua vida em serviço.



O Incêndio no USS Bonfish e as Pessoas que Salvaram o Navio

SUBMARINE REVIEW OUT 90

TRADUÇÃO: CT ODALGIRO PIOVESAN

Queria contar a vocês a cerca de um evento que aprofundou minha convicção na importância do pessoal e do treinamento que temos desenvolvido na Força de Submarinos através dos anos. Vocês devem lembrar que o BONEFISH, o último submarino diesel-elétrico da USN no Atlântico, estava próximo às Bahamas, quando um incêndio nas baterias fez com que o comandante ordenasse o abandono do submarino e nos deixasse a missão de recuperá-lo e trazê-lo de volta a Charleston. Tive o privilégio de ser o encarregado da operação de salvamento no mar; uma experiência que não vou esquecer tão cedo.

Fui enviado com um grupo jovem (alguns marinheiros do BONEFISH que haviam permanecido em Charleston para treinamento) a fim de verificar o que poderia ser feito de modo a trazer o submarino de volta ao porto.

Reconhecendo que fazia água e que as condições no submarino eram incrivelmente difíceis para o salvamento, cheguei ao local do sinistro e fomos saudados, eu e meu pessoal, por uma das nossas fragatas do GT Kennedy, que navegava nas proximidades.

As condições do BONEFISH eram terríveis. O ar do submarino estava totalmente contaminado, tendo se misturado fumaça de laminado de fórmica, cabos queimados, diversos fluidos, óleo de hidráulica e cloro das baterias. Isto fez com que todo o pessoal ao entrar no submarino, o fizesse com equipamento de respiração Scott, ao invés do equipamento de respiração de oxigênio, que não era eficiente para esta situação. O estado do mar era 5. O submarino estava escuro e jogava atingindo 30° de banda e 10° de caturro. Era extremamente difícil o trânsito entre a fragata e o submarino, sendo a única opção viável o bote de borracha, com difíceis condições de embarque nos dois extremos. Fazia água no compartimento de torpedos e no compartimento de ré. Quando chegamos à cena, o submarino estava com 6 a 7 graus de ponta para baixo.

Era necessário entrar nesta situação infernal, pisando sobre corpos de marinheiros mortos, para encontrar as válvulas corretas, fechar as válvulas, virar bombas e manter o submarino na superfície, antes que pudéssemos rebocá-lo para o porto. Este esforço não foi apenas pelo valor do submarino - algo próximo a US\$ 40 milhões - e a recuperação de três

companheiros que haviam morrido no incêndio; mas também pelos óbvios desdobramentos para o resto da Força de Submarinos.

Durante aquele período de dois dias no mar com o BONEFISH, ouve diversos eventos que me convenceram da irrefutável sabedoria na maneira pela qual conduzimos a Força de Submarinos de hoje. Primeiramente, o comandante da Força de Submarinos do Atlântico enviou-me com a autoridade necessária para salvar o navio; e ele estava lá dando o apoio devido às minhas ações, bem como para fazer a ligação entre eu e o resto do mundo. Teria de relatar ao ComForS somente quando estivesse pronto a fazê-lo. Este papel foi fundamental para o devido suporte ao esforço despendido. Esta estrutura, na análise final, deu-me espaço para fazer o que fosse necessário, de maneira a supervisionar o salvamento do navio.

O que gostaria realmente de transmitir é a qualidade de cada um dos jovens marinheiros do BONEFISH que, conhecendo seu navio e as quase 5.000 válvulas e chaves, puderam localizá-las apenas tateando entre anteparas, na completa escuridão e na atmosfera contaminada. Eles foram os fatores determinantes que possibilitaram o salvamento do navio. A habilidade necessária para entrar no submarino com 7 minutos de ar no equipamento e chegar a áreas remotas, operar as válvulas necessárias, estabelecer o "RIG" correto das válvulas, levando o submarino a uma condição em que pudéssemos salvá-lo, foi um feito que só um submarinista poderia apreciar. Nunca fiquei tão impressionado com o conhecimento básico de um submarino, como o testemunhado naqueles jovens companheiros. Esse foi o fator decisivo para salvar o BONEFISH.

Sempre me lembrarei da Fragata JOHN F. KENNEDY, a mil jardas pelo través do BONEFISH, no momento em que admitíamos perder o navio. Ela estava na posição indicada, preparada de maneira a dar "ar aos tanques de lastro". Nunca vou esquecer, depois de dois dias em posição, o reunir da tripulação da fragata às 2 horas da manhã. Todos estávamos exaustos, mas a necessidade de voltar a bordo do BONEFISH para mais um esforço final no controle das avarias, tornava-se imprescindível. O estado do mar era 4 ou 5. As tripulações das embarcações, que haviam se comportado exemplarmente nos dois dias

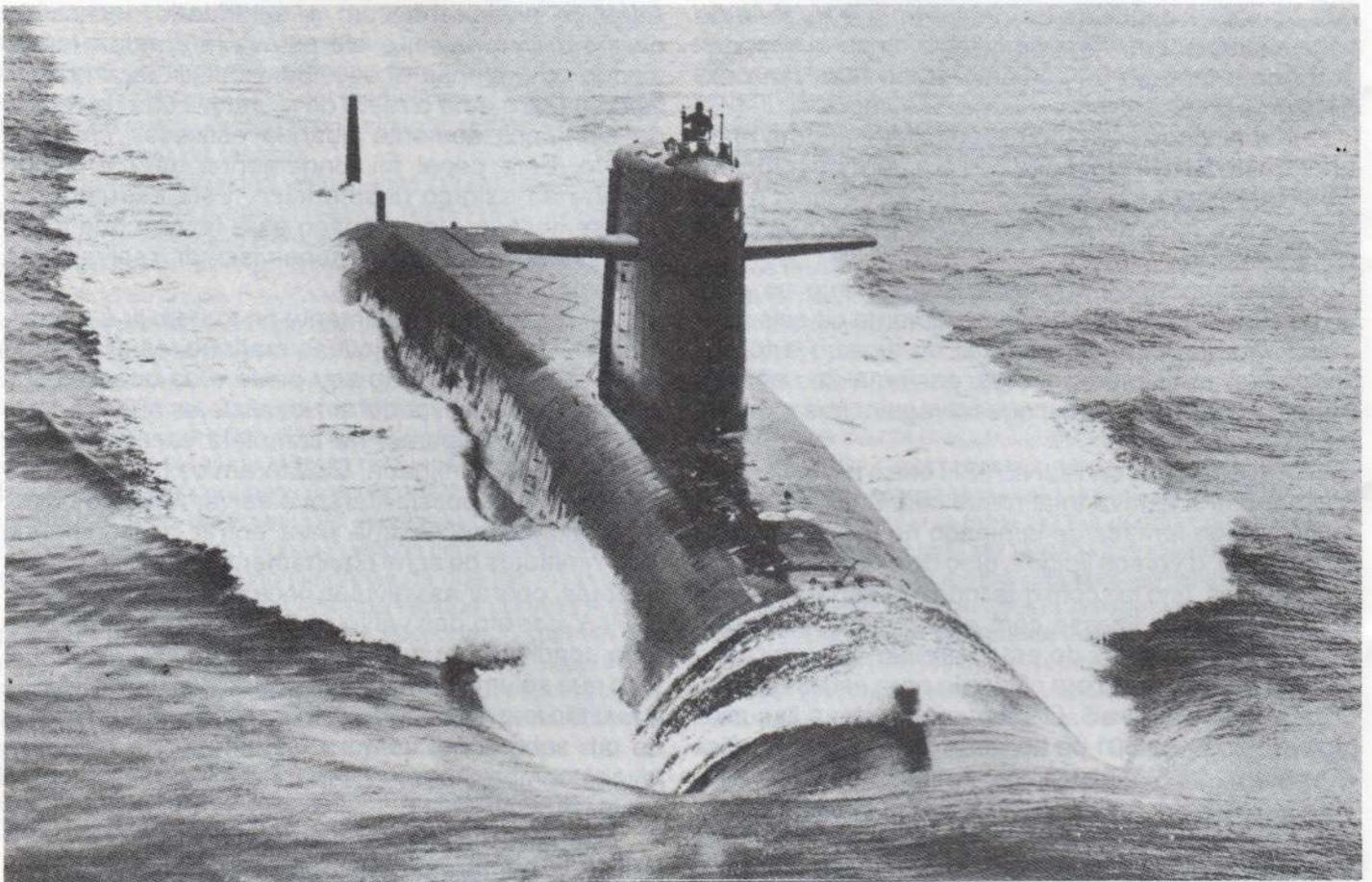


anteriores, estavam tão cansadas que não conseguiam operar a plena capacidade profissional. O comandante da fragata reuniu a tripulação na popa do navio e, então, explicando a situação, perguntei se havia algum voluntário para ir ao BONEFISH patrão as embarcações e operar o equipamento auxiliar no convés. Vou sempre lembrar que todos os tripulantes foram voluntários. É exatamente esse tipo de pessoa que tripula a nossa Força de Submarinos e a nossa Marinha, e o sentimento de dedicação que nós temos um para com o outro que faz tudo isso valer a pena.

Os marinheiros soviéticos que tiveram envolvidos com a perda dos submarinos das classes YANKEE e MIKE também devem ter encontrado uma situação

similar ao do BONEFISH. Minha compreensão da maneira pela qual eles operam e se adestram foi reconfirmada pelo fato de que seus esforços para salvar seus navios não obtiveram sucesso, enquanto o nosso obteve.

Esta experiência tocante me marcou para sempre. São essas pessoas que operam nossos submarinos do programa TRIDENT; e são esses marinheiros, sejam Almirantes ou embarcados em nossos submarinos, que asseguram o acerto de o programa TRIDENT permanecer como a pedra fundamental da deterrence, fato este aceito em todos os níveis, desde o Presidente, Secretário de Defesa, até o povo americano.





A Fuga do Casabianca

CT ARMANDO MORAES REPINALDO

Em 27 de novembro de 1942 foi escrita uma página negra na história da Marinha Francesa, pois os alemães, num ato de traição contra o governo Francês, cercaram o porto de Toulon no Sul da França.

A história que será narrada neste artigo, demonstra o heroísmo do Tenente de Marinha L'Herminier, Comandante do Submarino Casabianca e de sua valente tripulação que em uma manobra audaciosa fugiu para Argélia com o intuito de se unir às forças aliadas no Norte da África.

A TRAIÇÃO

Em novembro de 1942, a situação na França era muito confusa, tendo o Alto Comando do Exército Alemão dado a ordem de dispersar todo o exército Francês do armistício por regiões diferentes da Zona Livre. O motivo desta decisão foram os rumores que a África Ocidental Francesa abraçaria a causa dos aliados enfraquecendo o poderio alemão no Mediterrâneo.

O primeiro passo foi a substituição do Exército Francês na Provença por tropas alemães, depois a Luftwaffe ocupou os aeródromos da região, principalmente as bases de Palyvestre e Hyeres, que estavam a cinco minutos de voo de Toulon, armando seus aviões com bombas de retardo e minas magnéticas para interdição dos portos franceses do Mediterrâneo.

No porto de Toulon os alemães confiaram a defesa das instalações à Marinha Francesa, porém arditamente reduziram o perímetro defensivo, que era limitado a oeste pelo forte de Sixfours, ao norte pelos montes Coudon e Faron e a leste pelo meridiano de La Valette. A improvisação de batalhões de marinheiros oriundos dos navios para este fim, reduziu a eficiência da tropa e desfalcou as tripulações.

Além disso, os alemães racionaram o combustível fazendo com que os barcos do grupo Strasbourg, que mantinham as caldeiras acesas para suspender em três horas, tivessem que reduzir o fogo e aumentar esse tempo para cinco horas.

Já não existiam mais dúvidas, o golpe estava sendo tramado, e as tripulações dos navios se inquietavam.

A DECISÃO

No dia 11 de novembro os comandantes receberam ordens para se organizar para a hipótese de afundamento dos navios, e no dia 19 receberam a confirmação. Teriam que adestrar as suas tripulações para abrirem lombos nos costados dos seus navios.

Apesar de cada navio possuir seu grupo de destruição de acordo com a tabela mestra, a intenção da ordem era

preparar os ânimos para o pior e evitar a surpresa de uma ordem repentina.

Em muitos navios as tripulações se indignaram, tendo a oficialidade que explicar que o motivo principal de tal medida desesperada era impedir que os barcos caíssem nas mãos do inimigo.

No Casabianca a ordem revoltou o Comandante L'Herminier, porém ele tinha que obedecê-la, e determinou ao seu imediato, tenente Henri Bellet, que reunisse na popa toda a tripulação. Emocionado, comunicou que teriam que preparar a destruição do submarino. Muitos praças choraram pois estavam, após longo período, se preparando para suspender ao mar. Com a voz rouca ele terminou a breve alocução e desceu para sua câmara, sendo interrompido pelo Mestre AS de bordo, Henry, que como praça mais antiga do navio vinha lhe pedir respeitosamente para "Lutar".

Dia a dia as ordens se sucediam de diversas formas. Afundar os navios por meio de explosivos, ou afundá-los abrindo as válvulas de casco para serem recuperados depois. Porém, a decisão tomada pelos comandantes foi unânime: se os submarinos teriam que desaparecer que o fosse de maneira a não serem reaproveitados. Por isso, afundá-los no pequeno porto de Mourillon, com 12 metros de profundidade, seria inútil. Explodindo-os não haveria sincronia, e a primeira explosão poderia prejudicar os outros e matar gente. Para isto, o Comando da Força de Submarinos instalou no cais um dispositivo de luzes vermelhas na vertical, visível em todo o porto e que se acenderiam ao ser dada a ordem de sabotagem. As mechas dos explosivos deveriam ser acesas tão logo as luzes se apagassem; porém tal engenho caiu no descrédito, pois poderia ser destruído por bombardeio ou sabotado.

A solução tomada pelos comandantes foi radical: iriam a pique a 600 metros de profundidade, fora do porto, após terem forçado a saída.

A PREPARAÇÃO

Na praça D'Armas, em reunião com os oficiais, foi estudado o porto e a primeira ação foi atracar o submarino na direção da saída para facilitar a desatracação. Todos dormiriam a bordo para que se evitassem dispersões, sendo dispensados apenas os sargentos mais antigos que dormiriam no prédio de apoio devido as suas idades e à falta de conforto a bordo. As espias foram encapeladas no próprio casco para que fossem soltas sem que ninguém tivesse que subir ao convés e ficasse exposto ao fogo de metralhadora do cais ou de aviões em rasante. A giro era colocada em



cima toda a noite e a sentinela do cais dava o serviço dentro da vela. A qualquer anormalidade dariam alerta com o alarme de imersão, o que significaria: Guardar postos de combate e suspender.

OS OBSTÁCULOS

O primeiro obstáculo era uma pequena rede que fechava o porto interno e tinha por objetivo interceptar lanchas torpedeiras (Italianas) que poderiam entrar para torpedear os submarinos. O Comte L'Herminier tentou por diversas vezes que a passagem ficasse aberta e se permitisse aos submarinos prontos passar a noite no porto exterior com um cabo passado duplamente pela bóia, porém, ambas as soluções não foram aceitas. Então, os comandantes resolveram que o primeiro submarino safo na desatracação se lançaria contra ela e a romperia, apesar do risco de danificar os hélices.

O segundo obstáculo era uma rede contra submarinos colocada antes dos paredões de saída da enseada, entre o cais norte e o cais de Vieille. Não seria praticável rompê-la, nem com as 1500 t. que representava o submarino francês a toda velocidade. O primeiro comandante que chegasse nela teria que convencer, por bem ou por mal, o patrão do rebocador de serviço a abri-la.

O terceiro obstáculo era o pior de todos: era um dique flutuante formado por jangadas e caixotes meio submersos que se estendia entre o grande molhe à esquerda e o de Sint Mandrier, para também impedir o acesso de lanchas rápidas inimigas.

A FUGA

Na noite anterior do dia 27 de novembro jantaram todos a bordo, aumentando o espírito de grupo e o moral. Premeditadamente a tripulação estava completa e o comandante L'Herminier não cumpriria a ordem de levar apenas o pessoal necessário para o afundamento em alto-mar; o objetivo era alcançar um porto aliado.

Às 5 horas da manhã, durante a rendição na vela, o mecânico Heichette passa o serviço ao contra-mestre torpedeiro Lionnais, que com o sono interrompido não acreditava que os alemães agissem naquela hora; porém, assim que o outro começou a descer a escada para a manobra souo o alarme de imersão.

— Alerta!

O crepitar das metralhadoras começou a ser ouvido no arsenal de Mourillon ao lado da ponta Bezeilles; os alemães não perdoaram, atacando no momento da rendição dos postos.

A tripulação do Casabianca guardou os postos rapidamente. Os oficiais que chegavam ao passadiço sentiam o cheiro de pólvora e dos alemães. O encarregado do convés checa os últimos detalhes para uma possível imersão.

Os alemães avançavam com prudência, porém rapi-

damente. Os alojamentos dos oficiais a 30 metros e dos suboficiais a 100 metros estavam cercados. O marinheiro que foi mandado chamar os praças que dormiam em terra não regressou, o oficial da força que foi se interar da situação também foi aprisionado.

Em minutos os alemães chegariam ao cais. As luzes vermelhas da demolição sequer chegaram a acender; o comando foi pego completamente de surpresa. Os acontecimentos se atropelavam num abrir e fechar de olhos.

Rapidamente os alemães chegaram ao cais e abriram fogo sobre os navios, que responderam com os vigias da vela. O Comte L'Herminier ordenou:

— Largar a toda força!

As amarras rangiam perigosamente, mas como foram lastradas previamente com chumbo afundaram sem perturbar a manobra do navio. O lanchão que servia de defesa evitou avarias nos tanques de lastros e no hélice de BE.

O Comte L'Herminier após a desatracação ordenou adiante toda força. Sua intenção era romper a rede; porém o Vênus, um pequeno submarino de 600 toneladas, passou sua frente por ser mais leve e solicitou a preferência: O Casabianca parou máquinas, aguardando na inércia a investida do Vênus, que rompeu a rede mas ficou com o leme horizontal avante de boreste enjambrado. O Casabianca, que o seguia a menos de 100 jardas, passou ao largo por seu bombordo e se ofereceu para rebocá-lo, porém ele conseguiu romper o arame dando máquinas adiante e atrás violentamente.

O maior receio passou a ser as muralhas que fechavam o porto de Mourillon, já que ocupadas pelos alemães seriam um obstáculo intransponível devido as granadas anticarro capazes de romper o casco resistente, impossibilitando a imersão. Até a presença no passadiço que seria impedida pelo fogo das metralhadoras. O imediato Bellet distribuiu capacetes de aço aos oficiais e aos três artilheiros no passadiço. Porém, a sorte os poupa e os paredões não estavam ocupados.

O Casabianca aproa a grande rede anti-submarino a 12 nós, cerca de 20 aviões sobrevoam o porto sem os molestar, porém de repente lançam foguetes luminosos. A superfície da água brilhava como prata junto com a lua cheia e o reflexo do navio atraiu um dos aviões, que iniciou um mergulho sobre o Casabianca.

Quando o submarino se aproximou da porta da rede ordenou ao rebocador que abrisse a passagem, mas o patrão replicou que não abriria por não ter "ordens superiores". Rapidamente o imediato Bellet, empunhando um revólver, vai a proa e pula na borda do rebocador para mostrar ao patrão as "ordens superiores". Nesse ínterim, o avião encerra o seu vôo picado e lança uma bomba entre a popa do Casabianca e o torpedeiro Mars que estava fundeado no Molhe Lazareto. A coluna d'água levantada convence o patrão do rebocador, que abra parcialmente a rede já que com o pânico prendeu o hélice num extremo da rede. Apesar disso, o Comte L'Herminier manobrou e roçando a bóia, atravessou a rede.



A situação começa a ficar difícil: o eco ainda acusa pouca profundidade, o navio precisa fazer uma grande guinada para BB a fim de atravessar o dique flutuante, três aviões mergulham sobre o Casabianca lançando minas magnéticas de pára-quedas e, para piorar, soldados abrem fogo do cais sobre o navio. Nesta situação temos uma das decisões mais corajosas tomadas por um comandante de submarino: mergulhar num porto raso!

- Em frente um sexto! Velocidade máxima, Imersão!

Ordena o Comte L'Herminier tocando o alarme de imersão, o ar assobia através dos suspiros dos tanques de lastros e o navio lentamente começou a desaparecer. Último a entrar na vela, o comandante observa ainda o extremo da muralha e fecha a escotilha. Em seguida ordena guinar com 5 graus de leme para BB, cota 45 pés e zero bolha (inclinação zero).

Passaram por sobre as minas na velocidade máxima esperando que elas ainda não tivessem tocado o fundo. Violentas explosões sacodem a quilha na popa causando diversas avarias; a repetidora da giro se desprende e o alarme toca sinistro, os interphones se calam, as redes de óleo diesel se rompem, mas por sorte os tanques de óleo externos resistem não denunciando o submarino.

Com a situação gravada na cabeça, o Comte manobra paralelamente ao canal de saída colocando o leme à meio e passando por baixo do dique flutuante.

Nunca, em 16 anos de carreira, o Comte L'Herminier viu uma imersão tão perfeita, o submarino ficou perfeitamente trimado evitando arrastar a proa ou popa no fundo do mar.

Outros dois submarinos, o Glorieux e o Marsouin, tiveram muitas dificuldades para sair do cais pois estavam ligados ao arsenal pelos grossos cabos de energia que davam carga em suas baterias e também porque suas proas não estavam voltadas para a saída da Baía. O comandante do Glorieux, sozinho no passadiço, desatracou o seu navio com um revólver nas mãos, disparando sobre os molhes forçando o inimigo a deitar-se por terra. O Marsouin, no momento em que transpunha os últimos paredões, foi alvejado por uma bomba que atingiu o Farol a BB quase derrubando-o sobre o Submarino.

Após a saída, acontece um acidente tragicômico, o Comte L'Herminier premido pela necessidade de o periscópio de observação para navegação observando os pontos Collenoir e de Cepet, temendo estar quase tocando o paredão da direita. Surpreso por nada ver, arria um pouco para que o fluxo d'água o limpe, mas não adianta, tudo escuro tendo já o sol nascido. Sem entender, olha para o já pálido timoneiro e percebe tudo (quando o submarino fica atracado são colocadas nas bengalas dos periscópios, capuchanas protetoras para proteger suas lentes dos trabalhadores que circulam por sobre a vela): o timoneiro havia esquecido de tirar as capuchanas. A vontade do comandante era chutar o seu traseiro, mas conteve-se. Ele tentou arrancá-las, sem êxito, aumentando a velocidade.

Teve que ir à superfície onde o oficial de águas, Lasserre foi retirá-las.

O moral a bordo era alto, somente durante as explosões houve um certo receio devido a violência.

Às 7 horas, o submarino navegava no rumo sul a 120 pés de profundidade ouvindo ao longe emissões no UQC (fonia submarina).

Às 8 horas, o comandante guina para o norte com o intuito de atacar alguma força germano-italiano e resgatar fugitivos franceses. A alegria da fuga era eclipsada pelas explosões distantes, ouvidas pelo UQC, da frota afundando e do bombardeio alemão. Pelo Periscópio de Ataque o comandante solitário observa as grossas nuvens de fumaça preta sobre Toulon e guarda essa triste imagem com ele.

Ao cair da noite o navio vem a superfície entre o cabo Sicie e a ilha Levant para dar carga nas baterias. No dia 28 o submarino guina para o sul e no dia seguinte avista-se o farol do Aire nas ilhas Baleares.

Durante a travessia foi reunido um conselho de guerra onde decidiu-se que o navio deveria ser colocado a disposição dos aliados. A dúvida era em que porto, já que falsas notícias nazistas em Toulon reportavam a destruição de Argel e Orã por bombardeios. Apesar disso, resolveram atracar em Argel.

À noite foi tentada uma comunicação pelo rádio anunciando a hora e o lugar da chegada, porém, o transmissor havia sido avariado pelas explosões. Para o Casabianca a sensação era de "nadar e morrer na praia": o submarino é o inimigo número um dos navios de superfície e comboios e, desconheciam-se os códigos de reconhecimento e as senhas aliadas. Além disto, foi interceptada uma mensagem do Marsouin anunciando sua chegada dia 30 à noite. O Casabianca também chegaria por volta do dia 30 pela manhã; certamente ambos corriam sério perigo de serem atacados por navios amigos.

A noite não colaborava, era lua cheia e o céu estava claro, desta forma seriam observados na superfície. Resolveram, então mergulhar às 2 horas da manhã do dia 30 para as 7 horas estarem a 15 milhas ao norte do cabo Matifou a leste de Argel, quando iriam à superfície e fariam sinais aos escoltas locais. Além disto, içariam no maior mastro do navio sua maior bandeira nacional e não tentariam furar o bloqueio ao "ASDIC" (Sonar) dos barcos aliados.

Às 7h, ao subir para cota periscópica, o susto: estavam terrivelmente próximos ao farol de Matifou. A navegação estimada estava completamente errada; o navio havia mudado os hélices na última docagem e não tiveram tempo de fazer medidas para a tabela RPM x Velocidade. O MAGE-SONAR captava sinais de ASDIC aumentando de intensidade. Pelo periscópio o comandante observa cinco caças-submarinos ingleses navegando próximos, entre Matifou e Caxine, formando um semicírculo, e o submarino lentamente vai ficando no seu centro.

Rapidamente o comandante ordena:
- "Preparar para superfície!!"

- "Cota 160 pés!"
Ao atingir a cota:

"Superfície em emergência"

Os tanques de lastro são esvaziados sem economia de ar, os lemes são todos jogados para cima, a tripulação se segura devido a ponta (inclinação do casco) e reza. O submarino sobe igual a uma rolha, dois homens ficam a postos com a bandeira prontos para agita-la no passadiço. Como num passe de mágica surge na superfície a silhueta de um submarino de 1500 toneladas.

Às 7 horas e 18 minutos a corveta próxima, aproa o navio e pede a senha. Sem ela, o navio inglês carrega o canhão e conteira na direção da vela. Desesperado, o Casabianca agita a bandeira e transmite: "Casabianca, Casabianca French Submarino". A 300 jardas, a corveta desconfiada dá voltas em redor do submarino pronta para abrir fogo.

Sinais luminosos são trocados.

Por que não diz a senha de reconhecimento?

- Ignoro-a.

Que faz o seu oficial de ligação inglês?

- Não tenho

- Por que?

Vimos de Toulon

Ao entender a palavra mágica, o comandante inglês atira o quepe para o ar e as tripulações lançam hurras.

"Please, Follow me into the Harbour!"

Escortados pela corveta, o Casabianca entra em Argel.

As tripulações dos navios guarnecem postos de continência para saudá-los; nos paredões alinham-se os marinheiros e no cais diversos oficiais, inclusive um almirante, os esperam em posição de sentido. O imediato, receoso da recepção em terra, prepara dois marinheiros fortes e armados para acompanhar o Comte L'Herminier em terra. Os bonés dos oficiais não foram achados porque no momento da imersão foram esquecidos no passadiço.

Após as ordens de costume: "Parar máquinas", "Leme a meio" e "Volta aos postos de suspender e fundear", a tripulação prepara o submarino para a estadia no porto. Eram 9 horas e 45 minutos do dia 30 de novembro de 1942.

O Contra-Almirante Chefe da Base de Argel sobe a bordo e felicita a tripulação. Descendo pela escada da vela para a manobra, qual não foi a surpresa do marinheiro ao ver aquelas calças limpas e engomadas descendo pela escotilha, seguido depois de uma platina com 3 estrelas. Seguiu-se, então, o seguinte diálogo:

- "Felicito-te rapaz. Estás contente por te encontrares aqui?"
- "Almirante, estou contente por continuar a bordo".

Para o simples marinheiro, não interessava estar do lado bom ou em Argel, pois para ele a felicidade consistia estar em seu navio, em sua casa. Ele interpretou o verdadeiro sentimento naval.

CONCLUSÃO

O suicídio da Marinha Francesa custou 75 navios - entre eles 3 encouraçados, 8 cruzadores e 16 submarinos - que jamais seriam utilizados pelos alemães. Dos cinco submarinos que tentaram escapar de Toulon apenas três chegaram a Argel: o Glorieux, o Marsouin e o Casabianca. O Vênus afundou na entrada da baía e o Íris, com pouco combustível, internou-se pelo resto da guerra em porto Espanhol. Em 20 de dezembro de 1942 o General Girald e o Almirante Darlan condecoraram com a cruz de Guerra os três comandantes vitoriosos e suas tripulações.

O Comandante L'Herminier realizou, até o dia 15 de setembro de 1943, sete difíceis e perigosas missões nas costas da França. Atacado por grave doença, abandonou o serviço ativo tendo que amputar suas duas pernas. O seu imediato, Tenente Bellet, assumiu o comando e o Submarino foi citado quatro vezes na ordem do dia entre 27 de novembro de 1942 e 15 de novembro de 1943, obtendo duas menções entre setembro de 1943 e junho de 1944.

Após a saída, acontece um acidente trágico, o Comte L'Herminier premido pela necessidade de uma cópia de observação para navegação observando os pontos Collet e de Cepet, tentando estar quase tocando o paredão da direita. Surpreso por não ver, mas não podendo parar o fluxo d'água o limpou, mas não sabendo tudo escuro tendo já o sol nascido. Sem entender, olhou para o já pávido timoneiro e percebeu tudo (quando o submarino fica atracado são colocadas nas bengalas dos periscópios, capuchas protetoras para proteger suas lentes dos trabalhos de limpeza que circulam por sobre a vela): o timoneiro havia esquecido de tirar as capuchas. A vontade de comandar era chutar o seu traseiro, mas conteve-se. Ele tentou tranquilizá-lo, aumentando a velocidade.



Tecnologia Copia a Natureza

1T JUAN DOMINGUÈS MONTESO

Enquanto o modismo continuar sendo a busca do desconhecido a nossos olhares, mais cegos seremos com o verdadeiro desconhecimento que nos rodeia. Como posso compreender a busca das estrelas se mal conhecemos o fundo do mar e a inspiração da natureza?

Quanto mais nos preocupamos em estudar o ambiente no qual vivemos, mais descobrimos o quanto somos incultos em desvendar seus mistérios e evoluções.

O homem tem muito a aprender com a natureza, que levou bilhões de anos aperfeiçoando coisas que a tecnologia tenta agora reproduzir.

Projetistas de todo o mundo estão copiando a estrutura das baleias e golfinhos para criar submarinos nucleares mais rápidos e silenciosos.

Os submarinos nucleares estão ficando cada vez mais parecidos com as baleias. Tanto os modelos americanos como os soviéticos apresentam agora uma forma cilíndrica, totalmente lisa, com proa arredondada e cauda fina, igual ao corpo de uma baleia. Como os mamíferos marinhos, essas embarcações escutam os ruídos do ambiente subaquático para detectar suas presas e têm barbatanas horizontais para mudar de direção debaixo d'água. A clássica torreta do submarino, que antigamente era cheia de canhões e antenas, virou uma aleta fina e delgada, que lembra a barbatana dorsal de um golfinho ou de um tubarão.

Esses avanços estruturais, embora pequenos, são significativos, tendem a diminuir os dois fatores de maior resistência ao deslocamento da belonave: resistência às ondas e resistência laminar. No caso dos submarinos, esta última é o fator predominante.

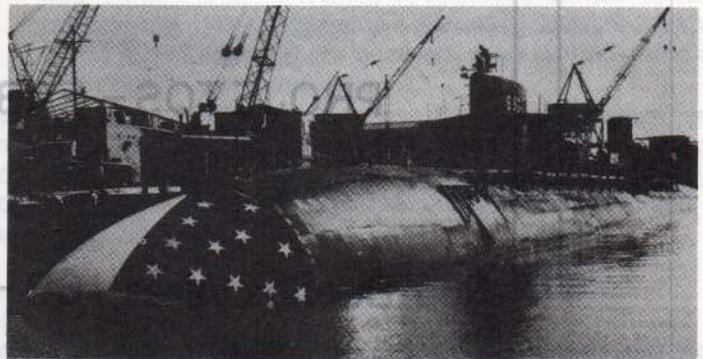
O arrastamento de água ao redor do casco do navio, faz com que as moléculas do líquido tendam a se grudar na estrutura metálica, freando a embarcação, consumindo boa parte da energia de seus motores, além de produzir ruídos que podem ser captados por outras embarcações, neste caso; submarinos inimigos. Baleias e golfinhos não produzem esse tipo de turbulência. Sua pele deixa a água fluir livremente.

O casco de um submarino nuclear ainda é uma imitação meio tosca do que a natureza faz, já que a

pele dos golfinhos parece ter a capacidade de se ajustar, automaticamente, às ondas de pressão geradas pelo deslocamento. Mesmo sendo totalmente liso, o casco dos submarinos nucleares ainda produzem alguma turbulência, como se pode ver pela esteira de espuma que esses barcos deixam quando se deslocam na superfície.

O oceanógrafo francês Auguste Picard acredita que um submarino do futuro, dotado de fluxo laminar constante e com o mínimo de resistência, poderia atravessar o Oceano Atlântico em 36 horas carregando toneladas de carga e passageiros e impulsionado por pequenos motores a óleo diesel, que consumiriam o equivalente ao tanque de combustível de três caminhões. No caso dos submarinos nucleares uma maior velocidade seria adquirida e a sua discrição aumentada com a redução do nível de ruído. Para conseguir isso, ele propôs que o casco do submarino fosse revestido com uma camada de borracha, cheia de sensores de pressão. Um computador analisaria os sinais dos sensores, controlando pequenos magnetos que moveriam a pele do navio, evitando a formação de turbulência.

Recentemente a Marinha Americana revestiu o casco de seus submarinos de ataque da classe Los Angeles com uma resina sintética, que chamou de pele de mamífero, embora nem todos os mamíferos possuam pele com esta característica (ao contrário de baleias e golfinhos, as focas produzem um bocado de turbulência quando se deslocam debaixo d'água).



Não só do reino animal o homem adquiriu inspiração para suas descobertas e inovações. O meio físico, também, tem demonstrado aos cientistas que

todo fenômeno pode ser reproduzido no campo técnico, como é o caso da energia magnética.

Pesquisadores japoneses planejam testar um navio revolucionário, movido por energia magnética produzida pela supercondutividade. O sistema é muito mais eficiente a altas velocidades que os métodos de propulsão convencionais, além de ser mais silencioso. O seu desenvolvimento despertou interesse em todo o Mundo.

O Yamato I ("Yamato" é o nome antigo do Japão) está sendo montado no estaleiro Kobe e na unidade industrial da Mitsubishi Heavy Industries. O navio, fabricado com uma liga de alumínio, transportará dez pessoas à velocidade de 8 nós.

- O navio é experimental; apenas demonstra que a tecnologia está ao nosso alcance, disse Yoichi Sarakava, Presidente da Fundação da Indústria de Construção Naval do Japão, responsável pela organização do projeto, ao custo de cinco bilhões de ienes (US\$ 37 milhões).

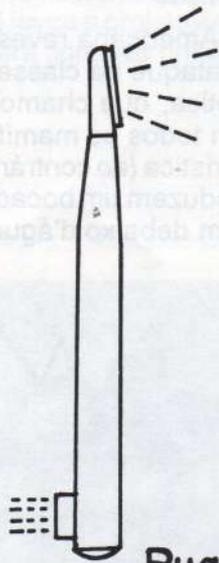
- É apenas um passo em direção a tecnologia do próximo século, mas um grande passo. O navio é

impelido por dois propulsores sob o casco, nos quais poderosos campos magnéticos e corrente elétrica sugam e expõem a água como um jato.

- A eficiência do propulsor convencional declina quando o navio ganha velocidade, devido à resistência causada pelo vácuo que é criado atrás do propulsor, mas esse novo sistema não enfrenta esta resistência disse Seizo Matora, Professor de Engenharia Naval da Universidade de Tóquio.

A teoria desse novo sistema já é conhecida há um século, mas sua aplicação era considerada economicamente inviável devido a dificuldade de fabricar ímãs eletromagnéticos suficientemente pequenos e poderosos. O grande avanço é o uso da supercondutividade, que permite o fluxo de corrente elétrica com praticamente nenhuma perda de energia.

Não está longe de vivenciarmos a fábula de Tom Clancy, Caçada ao Outubro Vermelho, com todas as inovações que o conto apresenta, adicionadas de descobertas e aplicações tecnológicas que jamais imaginaremos presenciar.



O PERISCÓPIO

ÓTICA E MECÂNICA LTDA.

EQUIPAMENTOS ÓTICOS

PROJETOS - FABRICAÇÃO - MANUTENÇÃO

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



Informações Ambientais para a Operação de Submarinos

Contra-Almirante JOSÉ LUIZ FEIO OBINO

1. INTRODUÇÃO

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

O conhecimento do meio ambiente cresce de importância para os Submarinos; tal conhecimento (e a negação desse conhecimento ao inimigo) pode se traduzir em Fator de Força na comparação de Poderes Combatentes.

Desta forma, o Submarino revela-se como um Protagonista importante do Teatro de Operações Marítimo (TOM). No caso de nossa Marinha, ele se revela como um dos poucos meios adequados, senão o único, a dissuadir eventuais inimigos a nível de potência.

Os Submarinos podem realizar uma série de operações de guerra naval, ou para elas contribuir por meio da condução de ações específicas. Sua capacidade de atuar, independentemente, em áreas estratégicas sob controle de outros países, assegura um elevado grau de surpresa tática.

As características dominantes dos Submarinos são:

- a discricção, ou seja, a sua possibilidade de ocultação;
- a autonomia, entendida como o tempo máximo, expresso em dias, que o Submarino pode manter-se afastado da base, em operações, desde o suspender, pronto e abastecido para patrulha, até o retorno à base;
- a mobilidade, associada à distância que o Submarino pode alcançar e a velocidade com que pode fazê-lo;
- a manobrabilidade, ou seja, a capacidade do Submarino alterar rapidamente o rumo, a profundidade e a velocidade, de forma controlada;
- a capacidade de destruição total que pode infligir de uma só vez; e
- a capacidade de exercer a iniciativa nas ações.

Se examinarmos estas características, verificamos que pelo menos três, a discricção (associada à profundidade de evasão, transparência das águas, etc), a manobrabilidade (correntes, salinidade, relevo submarino, etc), a iniciativa das ações (profundidade de escuta e de ataque, áreas hidrográficas favoráveis, etc), interagem diretamente com o ambiente oceânico, em especial quando em operação em águas rasas. Poderíamos acrescentar ainda, se quisermos ser mais precisos, os efeitos das correntes oceânicas interagindo sobre a mobilidade e autonomia, nos trânsitos mais longos.

Assim, verificamos que o grau de eficácia do emprego de Submarinos, a par de outros parâmetros a serem considerados, depende, substancialmente, de um sólido conhecimento das características do ambiente oceânico, isto é, da

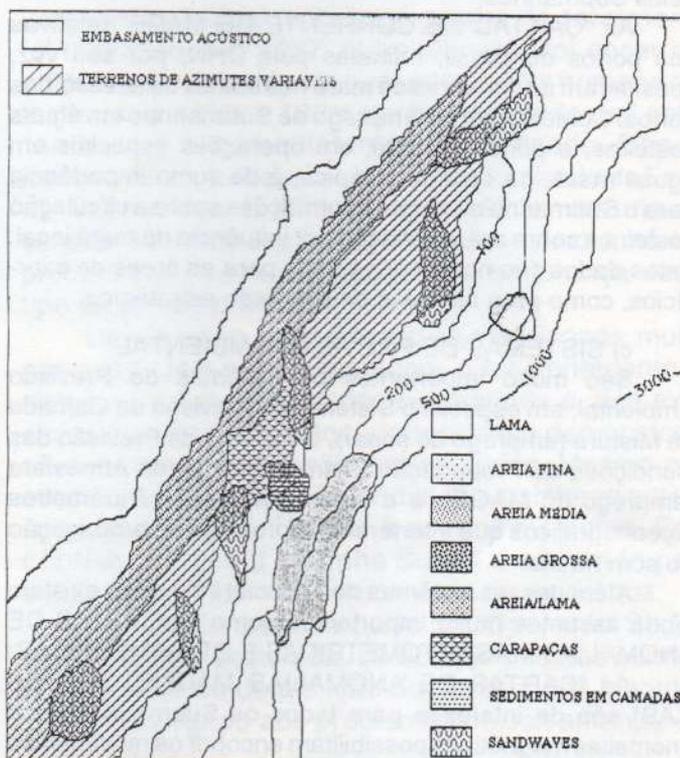
habilidade do Submarino tirar vantagem das condições ambientais específicas reinantes no TOM. Tais condições devem ser adequadamente consideradas nos planejamentos, em proveito do cumprimento de sua missão.

2. PROGRAMAS PARA DESENVOLVIMENTO

Do apoio que a hidrografia pode prestar para o emprego de submarinos destacam-se como de maior relevância:

a) CARTAS DE RELEVO SUBMARINO

As Cartas de Relevo Submarino podem dividir-se em dois tipos: as "CARTAS PARA OPERAÇÕES ESPECIAIS DE SUBMARINOS" e as "CARTAS DE CONTORNO DE FUNDO".



- CARTAS PARA OPERAÇÕES ESPECIAIS DE SUBMARINOS

As chamadas "CARTAS PARA OPERAÇÕES ESPECIAIS DE SUBMARINOS" são planos em preto e branco, em escala adequada enriquecidas com isóbatas, e se destinam às operações de Submarinos próximos à costa e em águas restritas. A DHN vem editando tais cartas, relativas a determinadas áreas de exercícios de Submarinos selecionadas pela ForS.

- **CARTAS DE CONTOURNO DE FUNDO**
São cartas tipo "bottom-contours", ou batimétricas, que apresentam o traçado de linhas isobatimétricas selecionadas, ressaltando-se as seguintes características: adoção de diferentes tonalidades, por exemplo, em função das profundidades, usando tons mais escuros para as áreas de menor profundidade; a impressão dos círculos azimutais na cor preta; a não utilização de cores da faixa encarnada; a construção de cartas de longo trecho e planos em escalas adequadas; no traçado das isobatimétricas apresentar, se possível, linhas que indiquem variações de profundidade compatíveis com a plataforma continental. Sempre que possível a frequência das isobatimétricas deve permitir a definição do gradiente do fundo.

b) **CARTAS TEMÁTICAS**

As "CARTAS TEMÁTICAS" revestem-se de especial interesse para o emprego de Submarinos. As "Cartas Temáticas de Profundidade de Camada", por exemplo, se disponíveis no planejamento, são fatores preponderantes na determinação das zonas de Patrulha a serem ocupadas pelos Submarinos.

As "CARTAS DE CORRENTE DE MARÉ" relativas aos portos do Brasil, editadas pela DHN, por sua vez, consideram as correntes de maré nos canais de acesso dos portos. Contudo, para o emprego de Submarinos em águas costeiras, e principalmente, em operações especiais em águas rasas, na cota periscópica, é de suma importância para o Submarino dispor de informações sobre a circulação costeira e sobre a sua variação por influência da maré local. Estes dados são necessários tanto para as áreas de exercícios, como para as áreas de interesse estratégico.

c) **SISTEMAS DE PREVISÃO AMBIENTAL**

São muito importantes os sistemas de Previsão Ambiental, em especial o Sistema de Previsão da Camada de Mistura (emprego do sonar), o Sistema de Previsão das Condições de Propagação Eletromagnética na Atmosfera (emprego do MAGE), e a determinação dos Parâmetros Oceanográficos que interferem na previsão da propagação do som no mar.

Além desses sistemas de especial interesse, existem ainda assuntos muito importantes como as CARTAS DE ANOMALIAS MAGNETOMÉTRICAS E GRAVIMÉTRICAS:

As "CARTAS DE ANOMALIAS MAGNETOMÉTRICAS" são de interesse para todos os Submarinos. Tais anomalias magnéticas possibilitam encobrir os movimentos dos Submarinos. Uma questão, talvez, a ser levantada, é a capacidade de influência, de anomalias magnetométricas, no campo dos TORPEDOS de espoleta de influência magnética.

As "CARTAS GRAVIMÉTRICAS" dizem respeito direto a Sistemas de Navegação Inercial, de modo a reduzir a margem de erro do sistema. O S.TUPI possui navegação inercial, ainda que pouco precisa para a navegação submarina. Há interesse da Força na construção de CARTAS GRAVIMÉTRICAS para as áreas de interesse estratégico.

d) **CARTA ELETRÔNICA**

Estamos convencidos da sua aplicabilidade às operações de Submarinos, pelo que ela pode nos oferecer já no presente e, certamente, muito mais no futuro.

3. **A DHN e a ForS**

Atualmente, além da edição das "CARTAS PARA OPERAÇÕES ESPECIAIS DE SUBMARINOS" já comentadas, a DHN vem provendo regularmente à ForS informações ambientais e previsões meteorológicas, o que tem permitido aos Submarinos fazerem uso desses dados em seus planejamentos.

A ForS reconhece que não vem explorando todo o potencial de informações ambientais que a DHN pode prover aos Submarinos. Em parte por desconhecimento dessas potencialidades, em parte pela dificuldade de uma correta especificação, pela própria ForS, do produto desejado. A partir do reconhecimento dessas dificuldades, a ForS tem procurado intensificar um maior intercâmbio com a DHN.

4. **CONCLUSÃO**

Dentre as necessidades detectadas, podemos mencionar a construção de "CARTAS TEMÁTICAS" com a previsão de correntes submarinas, correntes costeiras e influências das correntes de maré na circulação costeira. Seria desejável, ainda, que as informações relativas à circulação costeira e suas variações por influência das marés fossem lançadas, segundo codificação própria, nas "CARTAS PARA OPERAÇÕES ESPECIAIS DE SUBMARINOS".

A FORS tem interesse no desenvolvimento de um Sistema de PREVISÃO das Condições de Propagação Eletromagnética na Atmosfera, estas condições de propagações futuras seriam analisadas e repassadas pela DHN aos Submarinos, por mensagem, por ocasião de suas movimentações, à semelhança do processo de previsão sonar ora em vigor.

Identifico como necessidade da FORS a utilização, ainda que experimental, de "CARTAS ELETRÔNICAS" a bordo dos Submarinos.

A intenção "declarada" da DHN, de desenvolver um estreito inter-relacionamento com o setor operativo, no sentido de prover informações ambientais para o emprego do Poder Naval, apresenta-se para a Força de Submarinos como um caminho que nos permitirá conhecer melhor as potencialidades da DHN, como também nos auxiliará na identificação e equacionamento de nossas reais necessidades.

Urge, no entanto, iniciar a sistematização de busca de informações e de programas de coleta de dados ambientais, de áreas de interesse estratégico para as Operações Navais, de modo que o conhecimento do ambiente se traduza em "fator de força" a nosso favor.



Emprego do Submarino Convencional nas Tarefas Secundárias

CF PEDRO CALISTO LUPPI MONTEIRO

INTRODUÇÃO

O submarino representa uma terrível ameaça às Forças Navais, com total autonomia e tendo a vantagem da iniciativa das ações.

Mesmo tratando-se de submarinos convencionais, a operação deste tipo de navio em imersão, aliada ao seu grande raio de ação e sem necessidade de apoio, torna possível mantê-lo por longo tempo, sem necessidade de apoio, em áreas marítimas sob controle do inimigo.

Portanto, o submarino representa uma terrível ameaça, com total autonomia tendo vantagem da iniciativa das ações.

Ao examinarmos os diferentes tipos de operações de guerra naval, podemos ver que o submarino é perfeitamente adequado para a execução da maioria dessas operações com ótimo aproveitamento. Dentre elas podemos citar as operações de ataque, anti-submarino, minagem, esclarecimento e outras operações especiais.

A propulsão nuclear e o aparecimento de novas armas, deram ao submarino uma nova dimensão.

Assim, os detentores da tecnologia nuclear caminharam para submarinos cada vez maiores, tentando dar-lhes grande poder de combate e explorando ao máximo a mobilidade e autonomia conferida pelos reatores navais. Em contrapartida, os que não podiam contar com tal tecnologia, buscaram soluções em submarinos menores, com alto grau de automação e extremamente silenciosos. Com isso, os submarinos convencionais foram dotados de excelentes condições de manobrabilidade, boa capacidade de detecção, melhores condições de velocidades e autonomia em imersão.

CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS SOBRE OS SUBMARINOS DE ATAQUE

O submarino, além de ser uma poderosa arma, é um navio de guerra que tem a possibilidade de navegar submerso, valendo-se da surpresa, um dos princípios mais importantes da guerra naval, obtido pela sua ocultação. O submarino pode ser empregado em vários tipos de tarefas. Quanto ao sistema de propulsão, pode ser convencional ou nuclear, e quanto ao seu emprego, em submarino de ataque, lançador de mísseis estratégicos (SLME), especiais e auxiliares.

Não abordaremos aqui os submarinos de ataque, não abordaremos os submarinos lançadores de mísseis estratégicos, porque devido ao seu emprego específico e ao seu elevado custo, dificilmente a eles serão alocadas tarefas secundárias, e os especiais e auxiliares pelo fato de já serem construídos para emprego em tarefas pré-determinadas e em situações temporárias.

A importância do submarino no contexto naval continua a crescer, seja como arma a ser empregada nos

possíveis combates, seja como elemento de dissuasão. Por sua vantagem de invisibilidade, até o presente momento, mantém uma razoável invulnerabilidade à detecção e ao ataque. Tem sido grande o desenvolvimento de medidas anti-submarino, mas não há registro de que algumas delas até os dias atuais tenham tido um sucesso seguro.

A idéia de conferir ao submarino uma grande flexibilidade de emprego, surgida logo após a II Guerra Mundial, dividiu os projetistas, pelo fato de surgir algumas incompatibilidades quanto a esses empregos dos submarinos. Na tentativa de conferir um grande poder combatente e explorar ao máximo a autonomia e mobilidade do reator naval, as nações que dominavam a tecnologia nuclear procuraram desenvolver submarinos cada vez maiores. Por outro lado, as que não tinham tal recurso procuraram solucionar essa questão com a construção de submarinos menores, com grande automação e baixíssimo nível de ruído irradiado, dotando os submarinos convencionais de excelentes condições de manobrabilidade, sensível melhora na capacidade de detecção e aumentando sobremaneira sua velocidade e autonomia em imersão.

Os elevados custos da sofisticação, que eram uma grande barreira ao preparo das nações pobres, também atingem os países ricos nos dias atuais, devidos às dificuldades econômicas mundiais.

Para o desenvolvimento, construção e operação dos atuais submarinos, temos que estabelecer requisitos como o baixo custo de construção, baixo custo de operação, operação silenciosa e altas velocidades. Assim, o porte, a propulsão e o armamento dos submarinos a serem desenvolvidos ou construídos dependem dos fatores custo de construção e operação, enquanto a velocidade e operação silenciosa dependem principalmente do tipo de propulsão.

Para analisar as áreas de operações dos submarinos de ataque, teremos que ter atenção ao emprego dessa classe de submarinos, porque a sua versabilidade não se adapta a todos os tipos de missões. Mares interiores limitam o tamanho das unidades. Em minagem e reconhecimento fotográfico, em costas de países com grande extensão de plataforma continental e águas rasas, também não podem ser empregados submarinos grandes ou de grande altura da quilha até o tope da vela.

Todos os submarinos, tanto os pequenos como os grandes, são praticamente iguais quanto à sua vulnerabilidade perante as armas anti-submarino. Os grandes submarinos são no entanto mais facilmente silhuetados de grande altura, alteram mais o campo magnético e são mais caros para se obter uma mesma resistência de casco.

Um submarino grande tem melhores acomodações para a guarnição, o que pode significar melhor eficiência do pessoal; isto é, no entanto, de relativo efeito, pois uma



pequena guarnição pode ser substituída por uma grande automação, com conseqüente redução do porte do submarino. Por outro lado, se a automação for grande demais, o custo crescerá proporcionalmente. Entretanto, não podemos ignorar que uma grande guarnição também encarece os custos de operação, tornando mais difícil a sua formação por causa de sua alta especialização.

Os submarinos nucleares de ataque são considerados grandes, pois possuem em média três mil toneladas. Qualquer previsão sobre a propulsão nuclear em submarinos muito menores até o presente, ainda é considerada bastante difícil, apesar do desenvolvimento da marinha francesa em projetos e construção de submarinos nucleares de ataque com deslocamento pouco inferior a essa tonelagem.

A principal restrição imposta aos nucleares é a sua operação em águas rasas ou restritas. Operar com lâmina d'água inferiores a cem metros é considerado operação de alto risco, levando-se em conta suas dimensões, pouca manobrabilidade e faixa de velocidade usada. Não podemos deixar de mencionar também o alto custo de construção e manutenção dos submarinos nucleares; mas em contrapartida permanecem no mar a maior parte de sua vida, reduzindo o tempo de trânsito para sua zona de patrulha, conseqüentemente aumentando seu rendimento operativo. Ao analisarmos o número de submarinos existentes hoje, poderemos ter a impressão de que a tendência atual é a de que os submarinos convencionais estão em extinção, pelo fato de sua diminuição no total de submarinos convencionais existentes no mundo. Esta diminuição, porém, é fruto dos programas de baixa do serviço ativo dos submarinos convencionais americanos e soviéticos, e não do incremento na construção de submarinos nucleares pelas grandes potências. A realidade é que o número de submarinos convencionais está aumentando, como também o número de marinhas que operam submarinos.

O submarino convencional constitui-se na maioria, em termos de número de unidades, e assim continuará até que outra forma de propulsão ou reator menor traga custos mais razoáveis para sua utilização. Atualmente, graças a técnicas avançadas, velocidades acima de vinte e dois nós podem ser mantidas por mais de uma hora e as profundidades de operação já atingiram mil pés, o que torna o submarino convencional cada vez mais indetectável, uma de suas características imprescindíveis.

O armamento dos submarinos de ataque é praticamente igual, quer sejam eles nucleares ou convencionais. Apesar do desenvolvimento no campo dos mísseis, o torpedo é ainda a sua principal arma. Quanto aos sensores, os submarinos nucleares possuem configuração básica em tudo semelhante aos convencionais, portanto, como possuem mais espaço disponível, podem acomodar maior número de acessórios complementares.

Os submarinos de ataque também podem ser dotados de minas e efetuar lançamento de campos minados com riscos aceitáveis. Devemos, contudo, ter especial atenção ao tamanho do submarino, quando por ocasião do lançamento do campo minado, pois minas são lançadas em águas rasas e submarinos grandes teriam que enfrentar riscos de-

masiados para o cumprimento desta tarefa.

A total independência da superfície dos submarinos nucleares de ataque, permite horizontes diferentes comparando-os com os submarinos convencionais. Contra unidades de superfície o submarino nuclear de ataque possui, sem sombra de dúvida, melhores chances de sucesso. É também possível distribuir submarinos nucleares de ataque na defesa de comboios ou forças navais de maneira mais eficiente que os escoltas de superfície.

A eficiência de uma barragem feita por submarinos depende enormemente da cooperação do inimigo. Se o comportamento desse inimigo for diferente do que foi previsto, os resultados da barragem serão decepcionantes, principalmente se estiverem sendo usados submarinos convencionais.

A concentração de submarinos convencionais no local e momento exato do ataque do inimigo será sempre difícil, porque é quase impossível estar presente em todos os lugares ao mesmo tempo, e aliado ainda a sua dependência de altas velocidades de avanço, eles não se destacariam como arma defensiva.

Já os nucleares podem exercer a missão defensiva de forma conveniente, tanto contra forças navais ou contra submarinos, devido à sua já analisada independência da superfície e desenvolvimento de altas velocidades por longos períodos.

Os planejamentos militares, por quaisquer que sejam, para serem efetuados nas melhores condições para obtenção do efeito desejado, necessitam de informações de caráter operativo e levantamento das prováveis áreas de operações. A formação de um arquivo técnico em tempo de paz torna-se essencial, devendo conter dados tais como: características de navios, que são elementos valorosos para classificação submarina através da análise espectral; levantamento acústico e oceanográfico da área de operação; observação de tráfego marítimo e reconhecimento fotográfico dos prováveis objetivos. Assim, para coleta dessas informações, não há meio melhor a ser empregado sem ser notada a sua presença do que o submarino.

Podemos então verificar pela análise acima, que não é tão fácil empregar, projetar e construir submarinos capazes de exercer qualquer tipo de tarefa. Entretanto, a extraordinária evolução técnica do mundo moderno possibilitou a qualquer submarino se adequar ao desempenho de suas diferentes tarefas, dependendo principalmente de sua área de operação.

AÇÕES DE SUBMARINOS NAS OPERAÇÕES DE GUERRA NAVAL

Logo após sua invenção e posterior aceitação mundial no final do século passado, quando conquistaram lugar de destaque em algumas marinhas, os submarinos foram imaginados como arma de valor defensivo e utilizados pelas potências navais mais fracas.

A Guerra de Corso, a qual se baseava em cruzadores ligeiros para ataque ao tráfego marítimo inimigo, era até então utilizada por estas menores potências, enquanto o



restante de sua marinha era utilizada na concepção estratégica Esquadra em Potência, com a finalidade de impedir a defesa efetiva do tráfego mercante inimigo. Já as marinhas mais fortes se utilizavam da concepção estratégica da Batalha Decisiva, onde o bloqueio cerrado imposto era dificilmente rompido pelos mais fracos. Entretanto, surge o submarino, prevalecendo de sua ocultação, com possibilidade de hostilizar e talvez até impedir tal bloqueio imposto pela Batalha Decisiva.

No início do século veio, portanto, o submarino a firmar-se, tornando significativo seu papel na condução da guerra naval. O bloqueio cerrado teve seu fim com o desuso da Batalha Decisiva após a I Guerra Mundial, pela habilidade do submarino em estender a defesa das bases bem além do alcance das baterias terrestres e de negar águas costeiras a uma esquadra inimiga.

O emprego do submarino até o início da Grande Guerra era apenas defensivo em proveito de sua esquadra. Em termos bastante restritos, conduziram também operações táticas de pequena envergadura como esclarecer e tentar conter as incursões de unidades inimigas contra objetivos costeiros, terrestres ou navais. No início da guerra, os submarinos foram utilizados em operações de reconhecimento e de ataque aos navios da esquadra inimiga, ampliando assim suas possibilidades de emprego. Contam ainda da I Guerra Mundial outras operações conduzidas por submarinos, como o desembarque e recolhimento de agentes no mar de Mármara e minagem de portos inimigos.

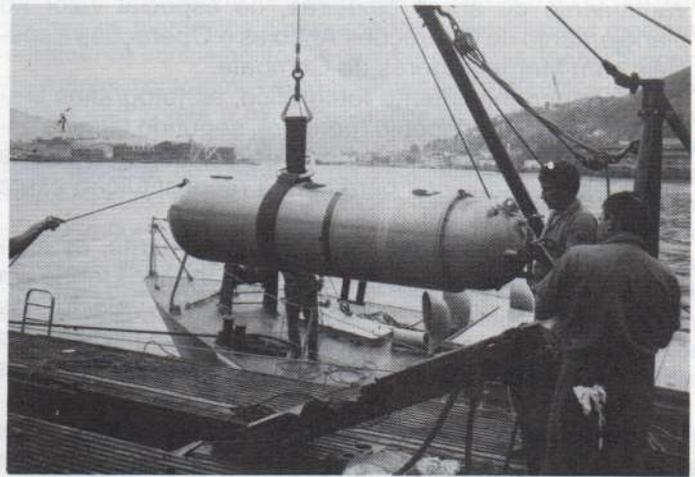
Atualmente, ao serem empregados submarinos nos diversos tipos de operações de guerra naval, estarão sendo executadas ações de submarinos, cujas tarefas são classificadas como primárias e/ou secundárias. As tarefas primárias para os submarinos de ataque são aquelas que, para seu cumprimento, implicam no engajamento do submarino com unidades navais inimigas de superfície ou submarinos, ou com mercantes. Podem ser atribuídas a qualquer submarino de ataque, nuclear ou convencional. Já a designação tarefas secundárias abrange todos os tipos de tarefas que não impliquem, obrigatoriamente, em um engajamento direto com unidades inimigas.

Podemos portanto atribuir aos submarinos de ataque a realização de tarefas secundárias, buscando atender as operações de guerra naval que necessitam ser realizadas em águas controladas pelo inimigo, as quais são: operações de minagem, operações de esclarecimento e operações especiais.

Operações de minagem - consistem no lançamento de minas em áreas adequadas para destruir os navios inimigos ou para conter, limitar ou retardar seu trânsito, tendo em vista a ameaça que o campo minado representa.

Como agente lançador, o submarino possui a vantagem de plantar um campo minado em segredo, em águas controladas pelo inimigo. Como desvantagem temos a pouca disponibilidade de minas a serem transportadas e a impossibilidade de recompletar um campo já minado.

Outro fator a ser considerado ao empregar o submarino para o estabelecimento de um campo minado é o tipo de oposição esperada na área inimiga. Neste tipo de



operação o submarino é obrigado a operar em água de pouca profundidade e em baixa velocidade, permanecendo na área inimiga por longo tempo, ficando desta maneira muito vulnerável à detecção e sem profundidade suficiente para a evasão caso seja detectado. A execução desta tarefa é extremamente perigosa para o submarino que a realiza; portanto, sua indicação para realizá-la, quando se dispõe de outro meio lançador, será decorrente unicamente do fator surpresa.

A minagem por submarinos é recomendada no início de uma campanha por permitir, de imediato e em sigilo, o estabelecimento de um campo de atrição. No entanto, a utilização do submarino no decorrer da campanha deverá diminuir rapidamente, pois nenhum submarino deverá retornar a um campo anteriormente lançado, quer seja para recompletá-lo, quer para lançamento de um novo, no mesmo local, por ter sido o anterior varrido pelo inimigo.

Operações de esclarecimento - visam principalmente à obtenção de informações táticas ou estratégicas do inimigo mesmo que em potencial ou de informações sobre as características de determinada área de operações.

Novamente a possibilidade de permanecer oculto em águas controladas pelo inimigo é fator preponderante na escolha do submarino para obtenção de tais informações.

O submarino pode realizar três tipos de operações de esclarecimento: vigilância (busca e patrulha), reconhecimento e acompanhamento.

Operações de vigilância são operações realizadas em tempo de paz ou períodos de tensão onde é feita uma observação sistemática de área marítima, nas suas três dimensões, com o propósito primário de localizar, identificar e plotar movimentos de navios, submarinos e aeronaves, de forma a manter um quadro geral do movimento e emprego das forças inimigas. Especificamente numa operação de vigilância, a organização do serviço de bordo deve estar voltada 24 horas por dia para a vigilância e, desta forma, todos os sensores estarão sempre buscando saber o que existe na área marítima do submarino.

Quanto às operações de reconhecimento, por merecerem uma preparação detalhada, destacamos o reconhecimento fotográfico como um excelente meio para le-

vantamento de áreas costeiras, de especial valor no planejamento de Operações Anfíbias e Operações Especiais com Mergulhadores de Combate.

No reconhecimento fotográfico, as fotografias tiradas através de periscópio (perifoto), segundo técnica especial, representam um elemento de grande valor, pois os pares estereoscópicos permitem a reconstituição exata da topografia do local.

Para as operações de acompanhamento, os submarinos convencionais não são recomendados, tendo em vista sua taxa de indiscrição para manter velocidades elevadas, conseqüentemente apresentando dificuldades para o acompanhamento. Podem ser feitas em situações especiais.

Operações especiais - O submarino se utiliza das operações com mergulhadores de combate que têm como objetivo a destruição de navios de guerra ou mercantes, instalações portuárias, bases e outras instalações marítimas ou fluviais. Normalmente, a principal característica a explorar em operações deste tipo será a surpresa tática, exigindo-se sigilo na preparação e máxima discrição na execução.



Podemos também classificar como tarefas secundárias operações especiais atribuídas aos submarinos, que não se enquadram especificamente nas operações de guerra naval que são: transporte e resgate de pessoal, salvaguarda de vida e orientação de aeronaves.

Ao examinarmos os diferentes tipos de operações de guerra naval, podemos ver que o submarino é perfeitamente adequado à maioria dessas operações.

CONCLUSÃO

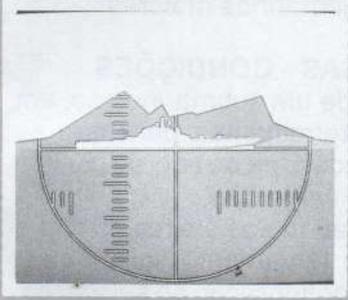
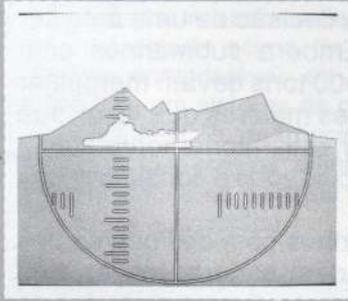
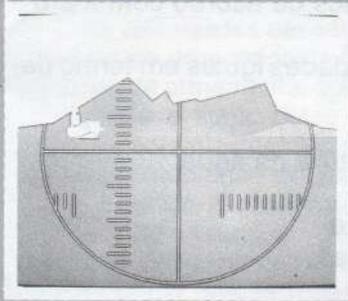
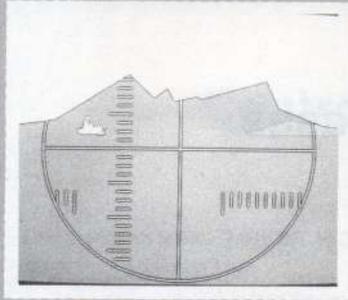
As maiores discussões quanto ao emprego dos submarinos residem na propulsão nuclear.

A possibilidade de melhor desempenho conseguido através do uso de técnicas avançadas, visando atingir melhores requisitos táticos, tornou o submarino convencional muito mais hábil em manter-se indetectável, sua principal vantagem e característica imprescindível. Atualmente os submarinos convencionais dispõem de excelentes condições de manobrabilidade, melhor capacidade de detecção e sensível aumento de velocidade e autonomia em imersão, tornando-se um elemento poderoso e flexível das forças navais, habilitado a executar diferentes tipos de tarefas por um custo muito menor, comparado com a utilização de um submarino nuclear para a mesma tarefa ou ao custo que o inimigo terá que despendar para enfrentá-lo.

Operando em águas inimigas, os submarinos, tanto os nucleares como os convencionais, são ideais para emprego em operações especiais, de reconhecimento fotográfico de costa, coleta de informações operacionais, desembarque de agentes, minagem, observação de atividades entre outras tarefas. Todavia, no planejamento dessas operações, determinadas tarefas podem não justificar o emprego de um caríssimo submarino nuclear, ou a profundidade de área de operação pode ser restrita que obrigue ao uso de uma unidade de pequeno porte.

O adiestramento em tempo de paz é imprescindível e mandatório para que possamos estar sempre prontos para a guerra. Entretanto não devemos nos limitar somente ao adiestramento, relegando a segundo plano a obtenção e coleta de informações do inimigo em potencial. Na paz, tal coleta de informação nos proporcionará um confiável banco de dados, visando a futuros planejamentos militares. Poderemos então alocar tarefas de reconhecimento fotográfico da costa, observação do tráfego marítimo, levantamento acústico e oceanográfico das possíveis áreas de operação a submarinos de menor porte ou convencionais, devido às características dessas tarefas e local onde será realizada a operação, bem como otimizar o custo por submarino utilizado. Por outro lado, coleta de dados infiltrando-se em exercícios ou manobras de unidades de forças navais do inimigo poderia ser alocado a submarinos nucleares, dada à sua total independência da superfície e desenvolvimento de altas velocidades por longos períodos.

Portanto, podemos concluir que o emprego dos submarinos convencionais em tarefas secundárias é válido, quer em tempo de paz ou de guerra e, dependendo do tipo de tarefa, será mais adequado o seu emprego do que o de submarinos nucleares, principalmente por seu menor porte, maior flexibilidade, menor custo envolvido e melhor manobrabilidade em águas rasas, onde a maioria das operações secundárias são levadas a efeito.



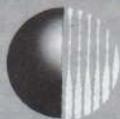
SEMPRE VISUAL

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

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

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

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



GLOBOGRAPH

Emprego de Submarinos em Águas Rasas

CC H. BOEHM, Oficial de Operações
da Flotilha da Alemanha.

Diferentemente de outros meios empregados em conflitos no mar, os submarinos possuem a vantagem de se aproximar, operar em águas hostis e efetuar o trânsito de regresso, com grandes chances de se negar o contato ao inimigo.

A obtenção de informações é baseada na detecção acústica, através de sensores acústicos, cujo desenvolvimento técnico se estende até os limites físicos da distância de detecção do contato.

A combinação e integração dos sensores operados por navios, aviões e o próprio sistema de hidrofonos, vem sendo apoiada por modernos meios de controle eletrônico, analisadores de espectro (assinatura acústica) e por avançados métodos de transmissão de dados, aumentando, assim, a capacidade de detecção submarina, além de incrementar a precisão do armamento A/S.

Ambas as operações, submarina e anti-submarina, quando em águas rasas, estão sujeitas à condições específicas. O sucesso das operações realizadas por submarinos, depende substancialmente de sua habilidade em tirar vantagens das condições geográficas e hidrográficas, no escopo de seu planejamento.

Tudo isto, depende de análises dos fatores afetos ao planejamento das operações em águas rasas, de modo a se tentar reduzir as adversidades físicas do meio através de princípios operacionais e procedimentos.

Neste contexto, princípios operacionais são entendidos como os guias determinantes da eficiente utilização dos pontos fortes do sistema de armas na realização da missão, minimizando os efeitos, porventura negativos, deste mesmo sistema de armas.

ÁGUAS RASAS

Águas rasas são áreas marítimas nos quais a capacidade de operação do submarino, falando-se em espaço tridimensional, é reduzida. A definição de águas rasas no que diz respeito a profundidade da água tão somente, ainda não é muito precisa, principalmente no que se refere as operações submarinas, pois depende de vários e diferentes fatores.

Os seguintes fatores geográficos e hidrográficos determinam se uma área marítima é considerada rasa:

- formação da costa;

- existência de contornos de acordo com a profundidade;
- indicação de profundidades iguais em termo de uma média;
- tipos de fundo;
- salinidade e temperatura da água;
- correntes;
- visibilidade da água; e
- ruído ambiente na área.

Finalmente, o tamanho do submarino a ser empregado também afetará na decisão de uma área ser classificada como rasa. Embora submarinos com deslocamento maior que 2000 tons devam mergulhar em águas com profundidades maiores que 40 m, sua habilidade de operar e lutar satisfatoriamente a esta profundidade necessita de cuidados e considerações básicas, caso por caso.

Por outro lado, submarinos com deslocamentos menores que 700 tons, podem esperar ter maiores chances de sucesso ao operar em águas rasas sob as mesmas condições, que submarinos maiores.

EFEITOS DE ÁGUAS RASAS - CONDIÇÕES

O tamanho e formato de um submarino são, em primeiro plano, fatores determinantes para que se possa operar em determinada área de acordo com as médias de profundidade encontradas.

A resistência do submarino aos efeitos do mar e sua própria capacidade de armamento, influenciam por seu turno o tamanho e configuração do seu casco. Naturalmente, outras considerações também podem ser levadas em conta na determinação do tamanho do submarino.

As condições das águas rasas também afetam a invisibilidade e na difícil detecção de submarinos. Em águas rasas com contornos pouco demarcados, costas arenosas, ausências de salinidade e profundidade de camada; os submarinos são geralmente mais facilmente detectados do que os que operam em costas rochosas, que são boas refletoras do eco sonar e permitem diferentes camadas térmicas.

Rápidas mudanças nas condições do tempo, na altura das ondas, no estado do mar, nas fortes correntes e no alto nível de ruído ambiente são fatores que reduzem as chances de sucesso dos navios que fazem a guerra anti-submarina, tornando em conse-

qüência o submarino invisível até que este lance o seu armamento.

As condições geográficas das águas rasas dão algumas vantagens aos inimigos do submarino, devido a sua restrita capacidade de manobrar, camuflar-se e evadir-se nestas áreas, quando lá operando.

Atitudes de defesa passiva, acima de outras atitudes táticas, somente resultam numa extensão do intervalo de tempo crítico entre a detecção e a abertura de fogo pelo inimigo. Logo, a habilidade do submarino em safar-se é questionável quando somente atitudes passivas são tomadas em sua própria defesa contra a detecção e o emprego do armamento inimigo, especialmente, quando a ameaça for aérea.

Estas justificativas dão margem a imaginar que se o submarino estiver bem equipado com meios de defesa e adestrado, suas chances de se ocultar e então quebrar o contato com o inimigo após sua detecção e antes do lançamento de suas armas, especialmente se a ameaça for aérea, serão bastante aumentadas.

Embora o emprego de medidas ativas contra unidades A/S possa levar a uma classificação mais precisa pelas forças de superfície, o uso de tais meios de defesa ativa, causando a neutralização do inimigo, quebrará o contato definitivamente.

Locais estreitos e rasos, podem ser mantidos sob a constante vigilância do inimigo, com baixo custo material e pouco esforço, dificultando a aproximação do submarino. Áreas minadas em águas rasas podem tornar-se inacessíveis para o submarino, ou então, restringir seus movimentos à canais, tornando-o um alvo fácil.

Por outro lado, as operações ofensivas de minagem feitas por submarinos, podem temporariamente, tornar uma área marítima extremamente perigosa ao inimigo, que será obrigado a alterar suas linhas de comunicações marítimas. Operações esporádicas de minagem realizadas por submarinos em águas rasas, podem forçar o inimigo a dividir sua capacidade de varredura. Ambos os métodos reduzem a ameaça aos submarinos, aumentando sua probabilidade de sucesso em águas inimigas.

Para se reduzirem as desvantagens existentes em águas rasas, as seguintes técnicas são merecedoras de apreciação, visando melhorar a combatibilidade e evitar a detecção.

- aumentar a velocidade para a máxima a fim de tentar manter o submarino afastado do alcance de detecção do inimigo, enquanto mantém a iniciativa. Após a detecção por parte do inimigo, altas velocidades vão permitir ao submarino aumentar o período de pré-combate e com isso compensar a desvantagem de

sua perda de manobrabilidade na terceira dimensão;

- evitar o esnorquel, utilizando sistema de propulsão independente do ar exterior. Isto irá reduzir substancialmente o maior ponto de fraqueza do submarino;

- usar torpedos pequenos, mas com grande raio de ação, e prover o submarino de armamento contra aeronaves A/S, de maneira a combater as forças inimigas presentes no teatro de operações.

Estas técnicas se aplicadas terão, naturalmente, influência no projeto e tamanho dos submarinos.

PRINCÍPIOS OPERACIONAIS

O sucesso das operações efetuadas por submarinos dependem, essencialmente, de até onde o submarino consegue manter-se invisível e indetectável antes do instante do combate, mantendo a seu favor a iniciativa e o fator surpresa.

Um submarino é facilmente colocado na defensiva em águas rasas, porque pode ser prematuramente detectado tendo poucas possibilidades de sucesso em sua fuga; logo, interessa ao submarino a imediata quebra de contato, usando alta velocidade, o que lhe é desfavorável devido ao alto consumo de energia; ou ainda, defender-se disparando seu armamento a curtas distâncias contra forças A/S, provavelmente mais poderosas. Por estas razões, os submarinos devem ter uma atitude ofensiva quando operando em áreas do inimigo ou em zonas de espera.

A invisibilidade e a baixa detectibilidade devem ser mantidas e buscadas por medidas apropriadas. Taticamente isto pode ser obtido:

- predominante emprego de sensores passivos para determinação dos dados do alvo;

- esnorquear a intervalos irregulares e com duração irregular tomando a seu favor as condições geográficas e meteorológicas; e

- tomar a ofensiva, tirando do inimigo a iniciativa das ações, e negando o contato enquanto ele aguarda reforços.

Os fatores hidrográficos das águas rasas devem ser consistentemente usados para aumentarem as vantagens do submarino sobre as forças A/S. O submarino deve manter-se sempre atento à salinidade e temperatura do local em que estiver mergulhado e usar as diferentes camadas para esconder-se, obter detecção a longa distância, atacar e evadir-se.

Especial atenção deve ser dada para a determinação da posição ou existência de dutos sonoros, que irão permitir detectar o inimigo a tempo de identificá-lo passivamente, classificá-lo corretamente e lançar os torpedos no seu máximo alcance eficaz.

Áreas com fundo de pedra e costas rochosas re-



duzem a probabilidade de detecção do submarino por parte das forças A/S e podem ser usados pelo submarino para evadir-se ou como zona de espera.

Submarinos convencionais são bastante empregados como unidades escoteiras. Ataques coordenados com outros meios raramente são usados, porque isto requer um aumento na taxa de indiscrição do submarino, pela necessidade de comunicações e de emitir para uma melhor coordenação das unidades envolvidas. Isto vai dar ao inimigo uma maior probabilidade de detecção.

Naturalmente, isto não exclui a possibilidade de concentrar-se submarinos ao longo de grandes extensões de águas rasas, com o propósito de ter-se uma posição concentrada às forças do inimigo.

A profundidade local deve ser considerada como um valor limite nas operações de submarinos. Os seguintes valores mínimos de profundidade são considerados aceitáveis, para classes de submarinos construídos para operação em águas rasas com um deslocamento médio de 500 a 1000 tons:

- 25 m para ataque tórpedico;
- 40 m para possíveis táticas evasivas após ataque; e
- 18 m para operações de minagem.

Quando aceitamos que estes são valores mínimos, não podemos esquecer que águas mais profundas melhoram e são bastante simplificadoras das operações de submarinos, porque aumentam sua possibilidade de movimento em três dimensões.

Devido a sua baixa velocidade, o submarino convencional não é o meio mais adequado da guerra naval para rápidas formações de pontos de concentração de forças. Submarinos são eficientes devido a sua contínua presença em águas inimigas, obrigando a manter meios de guerra A/S na área, ou aumentar a proteção de suas próprias zonas de operação.

Ataques individuais de submarino podem obri-

gar ao inimigo "espalhar" suas forças, e em consequência, expô-lo em desvantagem ao ataque de outras unidades amigas do submarino.

Formar pontos de concentração de submarinos, como esforço principal de guerra, só irá facilitar o trabalho do inimigo em seu esforço A/S, pois sendo a área restrita iremos expor nossos meios ao fogo do inimigo, portanto, uma atitude contraproducente de nossa parte.

Os submarinos não são os melhores meios a serem empregados para reconhecimento (o grifo é do tradutor). Sem dúvida, operações de submarinos em águas inimigas possuem a vantagem de imediatamente saber-se dos movimentos do inimigo, particularmente em águas rasas, onde fortes medidas defensivas são tomadas por parte dele. A vantagem da informação deve ser usada com propósito ofensivo, em lugar de serem desperdiçados em relatórios de reconhecimento. Ao mesmo tempo, ingerências políticas podem ser fatores limitadores a este respeito.

CONCLUSÃO

Mesmo em águas rasas, o emprego de submarinos pode ter uma importância crítica se ligado aos conceitos operacionais e aos princípios táticos da operação.

No entanto, se isto é para funcionar corretamente, a prévia análise do tipo de submarino e a área de operação em questão é essencial; isto é, até onde a característica de áreas de operação em águas rasas, afetará a resistência, capacidade de combate, velocidade, uso integrado de sensores e sobrevivência do submarino.

Se estes parâmetros forem totalmente levados em consideração em tempo hábil, então a capacidade do submarino em operar com sucesso e sobreviver pode ser assegurada, a despeito de sua menor capacidade de manobra em águas rasas.



O Futuro dos Equipamentos Sonar dos Navios de Superfície: Sonar Ativo X Sonar Passivo

CF JOSÉ CARLOS NEGREIROS LIMA

INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje especula-se como será a detecção de submarinos no próximo século quando eles, provavelmente, serão mais velozes, navegarão em maiores profundidades e serão mais silenciosos. Cogita-se em detectá-los pela esteira. Submarinos nucleares irradiam grande quantidade de calor. A água quente subiria para a superfície e poderia então ser detectada por sensor infra-vermelho instalado em satélites. Entretanto, em condições de mar agitado, o calor seria rapidamente dissipado.

Uma outra pesquisa que parece ser promissora é a detecção da turbulência causada pelo deslocamento do casco e pela rotação dos hélices. Afinal, a transformação de 30 megawatts de potência em movimento, via propulsores, provoca uma considerável turbulência, teoricamente detectável. Na prática, contudo, existem grandes problemas de ordem técnica a serem resolvidos.

A verdade é que o método acústico é hoje, e ainda será por muito tempo, o mais eficiente na detecção de submarinos, até que apareça um método realmente revolucionário. Os contínuos avanços tecnológicos no campo da eletrônica, informática, física e outros têm permitido um espetacular desenvolvimento no projeto, fabricação e utilização dos sistemas acústicos de detecção, tanto para navios de superfície como para submarinos.

A PROPAGAÇÃO DO SOM NO MAR

Ao discutirmos o desempenho de um sistema sonar, seja ativo ou passivo, temos que, inicialmente, atentar para as particularidades da propagação do som no mar.

Numa concepção bem simples, o som é uma alternância da pressão que se propaga como uma onda compressora em um meio elástico e é a esta flutuação na pressão, associada a um campo sonoro, que irá responder o transdutor de um sistema sonar.

Quando o som viaja através do oceano, a pressão associada à frente de onda diminui. Esse decréscimo na pressão é devido às perdas por propagação. Assim sendo, as referidas perdas assumem um papel importante ao analisarmos a detecção, por um hidrofone, de um sinal produzido ou refletido em um alvo, após propagar-se no meio líquido, no caso, o mar. Existem quatro fatores que contribuem para essas perdas:

1 - A dispersão da energia na frente de onda sobre uma área que aumenta gradativamente à medida que a onda se propaga;

2 - A perda de energia acústica associada à conversão da energia mecânica da onda sonora em calor, causada pelo atrito das moléculas de água. É chamada de perda por absorção.

Tanto na teoria quanto através de medidas, ficou

constatado que a absorção é proporcional ao quadrado da frequência e inversamente proporcional à temperatura da água;

3 - O desvio da direção na qual a maior parte do campo sonoro está viajando, de tal forma que a onda tenha sua intensidade reduzida, é conhecida como perda por reflexão. Essa reflexão pode ser causada ou por partículas encontradas na água tais como plancton, bolhas de ar, peixes e até mesmo gotas de óleo, ou pela superfície. No primeiro caso, a medida da perda é muito difícil de ser obtida diretamente. Já a perda por reflexão de superfície pode ser conseguida por comparação de dados tomados sob uma variedade de condições da superfície, isto é, o estado do mar. O desvio causado pelo fundo do mar será descrito, adiante, como componente do fator reflexão de fundo.

A energia sonora refletida de volta para a fonte é chamada de reverberação e influencia sobremaneira o desempenho de um sistema sonar ativo. Maiores detalhes sobre reverberação serão discutidos no tópico Sonar Ativo.

A redução no nível de pressão sonora causada pela absorção e pela reflexão é usualmente conhecida como perda por atenuação; e

4 - A reflexão no fundo normalmente sofre uma significativa perda em intensidade. Parte dessa perda é causada pelo desvio da direção principal como descrito anteriormente. Entretanto, a maior parte resulta no fato de que uma parcela de energia sonora entrará no fundo e se propagará nele como uma nova onda.

A quantidade de energia que é perdida com o desvio varia com a rugosidade da superfície do fundo e com a frequência da onda, enquanto que a quantidade de energia perdida por absorção do fundo varia com a composição do fundo (lama, areia ou pedra), com a frequência da onda e com o ângulo de incidência com que a onda sonora atinge o fundo.

As perdas por propagação são a soma das perdas por dispersão, atenuação e reflexão de fundo e podem ser resumidas segundo a fórmula $PP = C \log R + BR + A$, onde $C \log R$ é a parcela relativa à dispersão, BR a parcela relativa à absorção e A a parcela relativa às demais perdas, sendo:

C a constante relativa ao tipo de dispersão (cilíndrica $C = 10$, esférica $C = 20$, hiperisférica $C = 30$ e bipolar $C = 40$);
 R a distância da fonte; e

B o coeficiente de absorção em dB/unidade de distância.

Todavia, cada parcela é sujeita a um grau de variabilidade e incerteza, não podendo ser a perda total prevista com exatidão.

O SONAR PASSIVO

A Figura de Mérito

A especificação de distância de detecção por um sonar

passivo em particular é impossível de se determinar. O desempenho de um sonar é medido pela sua Figura de Mérito (FM), assim expressa:

$$FM = NSI - (RF - ID) - DR$$

Por definição, a Figura de Mérito é a máxima perda por propagação que o sinal de um alvo pode sofrer e ainda ser detectado pelo operador sonar, com 50% de probabilidade.

O Nível de Sinal Irrradiado (NSI) por um navio ou submarino é a soma total de um número de componentes individuais de ruído associados à maquinária, à hidrodinâmica relacionada a seu movimento na água e ao fenômeno da cavitação causado pelos propulsores. Como regra geral, a cavitação e a maquinária são os mais importantes.

O Ruído de Fundo (RF) é a soma do ruído ambiente e do ruído próprio.

A parcela seguinte, Índice de Diretividade (ID), é a medida teórica da capacidade de um arranjo de hidrofones rejeitar o ruído de fundo vindo de todas as direções, pela formação de um lóbulo direcional, recebendo o ruído somente da direção para a qual está apontado. O ID é função do tamanho e da forma de arranjo, do número de elementos que é usado para formar o lóbulo de escuta e do espaçamento entre os elementos do arranjo. A menor frequência para a qual o arranjo será direcional irá ditar a máxima dimensão do mesmo. A máxima diretividade é assegurada à frequência na qual os elementos individuais são espaçados de meio comprimento de onda.

O Diferencial de Reconhecimento (DR) é a medida da habilidade do operador em diferenciar o sinal de um alvo do ruído de fundo, com 50% de probabilidade.

Da equação do sonar passivo podemos depreender que:

- a qualidade do sonar (Q), em si, é dada pela soma algébrica das parcelas ID e DR, onde $Q = ID - DR$; são as parcelas inerentes ao projeto do equipamento;

- o desempenho do sonar é também função da plataforma onde está montado no que concerne aos ruídos próprios. Um melhor desempenho do sonar será conseguido quando montado numa plataforma silenciosa, pois assim a parcela RF é reduzida pela redução dos ruídos próprios. O submarino, que é o maior utilizador do sonar passivo, é silencioso por excelência. Entretanto, um navio de superfície, que pretenda utilizar esse tipo de sonar, necessita de uma atenção especial com respeito à redução de ruídos:

- a expressão (RF-ID) significa que quanto mais direcional for o sonar, menor será a parcela de ruído de fundo a interferir;

- O NSI é uma parcela de grande importância para o desempenho de um sonar passivo tendo em vista sua influência na Figura de Mérito. Um alvo muito silencioso produzirá uma FM baixa e, conseqüentemente, será detectado somente a curtas distâncias (centenas ou poucas milhares de jardas); e

- a frequência de operação do sonar terá influência no alcance de detecção. Estando a FM relacionada com a perda que o sinal pode sofrer, sofrerão menos perda, pela parcela da absorção, os sinais de mais baixas frequências.

O Sonar Passivo para Navios de Superfície

Não é difícil vislumbrar as desvantagens pela opção

em se montar um sonar passivo no casco de um navio de superfície, principalmente por causa da interferência dos ruídos próprios e do ruído ambiente - próximo à superfície sofreria com o estado do mar - não obstante ter havido um cuidado no projeto do navio quanto à redução de ruídos. A neutralização da cavitação e do ruído hidrodinâmico, a partir de determinada velocidade, é praticamente impossível de ser conseguida. Uma outra desvantagem é quanto à limitação do tamanho do arranjo relativa às dimensões do casco, impondo uma restrição na frequência de trabalho do sonar. Como já mencionado, o comprimento do arranjo de hidrofones determina o comprimento de onda do sinal que pode ser recebido. Quanto maior o comprimento de onda, menor a frequência e, conseqüentemente, menor a absorção, de tal forma que os sons de mais baixas frequências são aqueles que podem não só ser detectados a maior distância, como são os mais difíceis de serem reduzidos pelo alvo. Outro fator digno de nota é o índice de diretividade que depende do espaçamento entre os elementos do arranjo e será maior na frequência onde os hidrofones são espaçados de meio comprimento de onda.

A solução para esses problemas foi obtida, em grande parte, pelo sonar rebocado. Esse tipo de sonar tem assegurado um relativo sucesso durante os últimos vinte anos pelas virtudes de sua configuração e respectivas vantagens, podendo estas serem sumarizadas da seguinte maneira:

- irrestrição das dimensões da plataforma rebocada, permitindo uma baixa frequência de trabalho e provendo uma boa diretividade a baixas frequências;

- menos ruído de fundo a que estará sujeito, pela diminuição da parcela de ruídos próprios devido à distância do navio rebocador;

- profundidade variável possibilitando fazer uso das melhores condições ambientais; e

- grande capacidade de classificação de alvo através da análise espectral dos sinais e da banda estreita; esta última não só classifica como também aumenta a distância de detecção.

Por outro lado, a operação de um sonar rebocado de grande extensão restringe a manobrabilidade e a velocidade da plataforma que reboca, obriga que o navio realize manobras para resolver o problema da ambigüidade de marcações e impõe grandes cargas a serem rebocadas. Em adição, a ausência de informação de distância torna a localização do alvo muito difícil para apenas uma plataforma.

À medida que a frequência de trabalho diminui, o tamanho, a massa e a carga do reboque aumentam consideravelmente, tornando seu uso proibitivo para plataformas de porte menor que fragata.

As marcações, em um sonar passivo de arranjo linear dos hidrofones, como é o caso do sonar rebocado, são calculadas pela diferença de fase, isto é, o atraso no tempo que existe na chegada de uma parte finita de sinal em diferentes elementos do arranjo. Para tal é mandatório que haja uma rígida linha-base entre os mesmos. Por causa disso, as primeiras versões, em face à dificuldade de estabilização do sistema, apresentavam grande imprecisão



de marcações. Já o controle da profundidade era conseguido pelo comprimento do cabo de reboque lançado n'água combinado com a velocidade do navio; por esta razão, um típico dispositivo de reboque tinha dois quilômetros de cabo de reboque, mais outro quilômetro do arranjo propriamente dito. As versões mais modernas, como uma desenvolvida pelo EDO Government Systems Division, possuem depressores para controle da profundidade, sendo o dispositivo de reboque reduzido para somente 200 metros, no caso do sistema da EDO.

A Marinha dos Estados Unidos utiliza esse tipo de sonar de duas formas bem definidas. Longos dispositivos estratégicos são rebocados a baixas velocidades por navios desarmados, sendo os dados colhidos transmitidos, via satélite, para bancos de dados em terra, onde as informações são combinadas com outras fontes, a fim de obter um quadro global das atividades dos submarinos para, após processamento, ser retransmitido às forças navais no mar; e dispositivos táticos bem menores, montados em navios escoltas, os quais, podendo ser lançados e recolhidos, são projetados para operar a velocidades não menores que 23 nós.

As altas velocidades de trânsito de forças navais americanas, nucleadas em porta-aviões, têm como propósito, dentre outros, obrigar que os submarinos soviéticos desenvolvam também altas velocidades para interceptação e/ou

acompanhamento dessas forças. Com isso, os submarinos emitem um NSI bastante alto, permitindo, portanto, detecções a longa distância através dos sonares passivos rebocados.

As primeiras gerações de submarinos nucleares soviéticos são ruidosas quando comparadas a submarinos convencionais ou mesmo até a nucleares construídos pelos países do ocidente. Entretanto, as novas gerações já são bem mais silenciosas e serão ainda mais no futuro. Essa tendência, chamada de "Revolução do Silêncio" pelo LCdr Ralph E. Chatham da marinha norte-americana, é motivo de preocupação para projetistas ocidentais. É bem verdade que o desenvolvimento dos sistemas de detecção acústicas não ficará estagnado; no entanto, as distâncias de detecção provavelmente cairão da ordem de dezenas de milhares de jardas para milhares de jardas ou mesmo até centenas de jardas. Os submarinos convencionais recém-construídos já possuem NSI extremamente baixo em face da tecnologia disponível nos dias de hoje para redução de ruídos. Há, atualmente, uma preocupação, na fase de projeto, com o valor da frequência de vibração natural do casco, para que seja a mais alta possível, com o intuito de entrar em ressonância somente com os harmônicos mais altos da maquinaria - quanto maior o harmônico, menor a amplitude - e por que as frequências mais altas possuem menor



alcance. Além disso, há os isolantes acústicos entre os equipamentos e o casco e a própria maquinaria está mais silenciosa. Isto serve para exemplificar que esta evolução tende a tornar ineficazes os sonares passivos para detecção de submarinos a longa distância num futuro não muito distante. Passaremos agora a analisar o sonar ativo.

O SONAR ATIVO

Histórico

Inicialmente, é interessante fazermos um breve histórico do sonar ativo para entendermos sua evolução.

Desde que, na Primeira Guerra Mundial, o físico francês Paul Langevin inventou o sondador ultra-sonoro, os equipamentos acústicos têm tido uma lógica evolução que experimentou uma aceleração na Segunda Guerra Mundial.

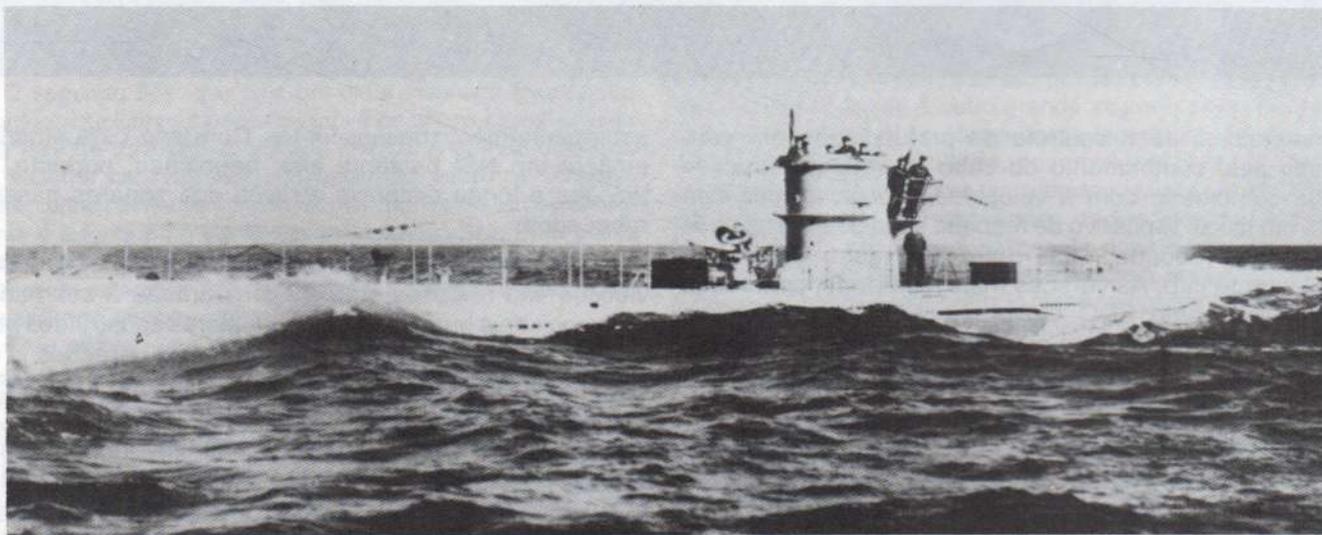
A Grã-Bretanha foi a nação que alcançou maior desenvolvimento na investigação e posterior construção de equipamentos sonar de utilização naval com o famoso ASDIC ("Anti-Submarine Detection Investigation Comittee").

"O temível ASDIC eliminaria a ameaça dos U-Boats", como eram conhecidos os submarinos alemães, afirmavam seus projetistas. Na realidade, essa afirmativa, como comprovado na prática, fora desastrosamente errada. Não há dúvidas que o ASDIC contribuiu de alguma forma para a vitória da Batalha do Atlântico, mas não que tenha ganho por si só, como afirmam alguns.

atenuação; o aumento da velocidade do som com a profundidade e o conseqüente encurvamento da onda para cima, à procura da região de menor velocidade. Com os transmissores trabalhando na faixa de 20-25 khz, esses dois fatores eram suficientes para inibir as distâncias de detecção. O problema quanto à falha na localização do alvo era devido ao fenômeno da profundidade de camada - mudança no gradiente da velocidade do som de isovelocidade ou positivo para negativo - que atua no feixe sonoro como um espelho acústico, impedindo-o de penetrar a maiores profundidades, em sua totalidade. Alguns poucos raios sonoros que conseguiam penetrar, devido ao ângulo de incidência, passavam a se encurvar para baixo. Assim sendo, era formada uma zona de sombra que protegia o submarino contra a detecção.

Um grupo de escolta composto por três fragatas levava em média quatro horas e dispndia 106 cargas de profundidade para destruir um submarino, cuja presença era indicada pela explosão de seus torpedos atingindo os alvos. A detecção inicial era normalmente visual, raramente pelo ASDIC.

No pós-guerra o ASDIC passou a ser conhecido como SONAR ("SOund NAVigation Ranging") e a inadequação de sua aplicação na detecção de submarinos foi investigada em detalhes pelas grandes potências. Modelos matemáticos de propagação do som na água foram rapidamente desenvolvidas, com a tática de sua aplicação dividida em dois campos: o desenvolvimento do submarino como um



O ASDIC possuía algumas limitações importantes. A primeira era o tempo para que os 360 graus fossem cobertos: 7,2 minutos. A segunda, a distância de detecção que fora estimada na fase de projeto em cerca de 5 milhas; na prática só alcançava de 1.000 a 3.000 jardas. E, finalmente, a manutenção do contato após a detecção. Os contatos desapareciam sem razão aparente e, em outras ocasiões, o ASDIC parecia não funcionar.

No início dos anos 40 alguns fatores físicos eram desconhecidos. Quanto maior a frequência, mais acurado era o lóbulo de transmissão, porém maior a perda por

submarino caçador-destruidor usando sonar passivo e a expansão do sonar ativo em navios de superfície usando frequências de trabalho mais baixas, maiores potências e superando os efeitos da variação da velocidade do som na água do mar pelo uso do sonar de profundidade variável (VDS).

Com o aparecimento do semicondutor, os complexos circuitos eletrônicos, ocupando grandes espaços, necessitando de grandes potências para funcionar e de um sistema de resfriamento para extração do calor gerado, reduziram-se a pequenas caixas.

A última inovação foi a substituição dos circuitos transistorizados pelos "PCB" e "microships", facilitando a transformação dos modelos matemáticos, agora bem desenvolvidos e compreendidos, em circuitos eletrônicos.

Após esse breve histórico, podemos depreender que o sonar ativo de casco continua tendo que vencer quase os mesmos óbices que seu antecessor, o ASDIC. Em que pese o bom entendimento dos problemas de propagação do som no mar, na verdade ainda não foram achadas soluções para contorná-los. Não há como evitar o encurvamento do feixe sonoro causado pelo perfil de temperatura e nem anular a perda por absorção. Já o VDS tem seu alcance limitado pelas dimensões, função da frequência de trabalho.

A Equação do Sonar Ativo

A equação do sonar ativo, na sua totalidade bem mais complexa que a do sonar passivo, pode ser expressa, na sua concepção mais simples, da seguinte forma:

$$NSE - NI = DR$$

O Nível de Sinal de Eco (NSE), produzido por um alvo após a reflexão da emissão, é função de três fatores: do nível da própria emissão, que é a quantidade de energia acústica irradiada para a água segundo um índice de diretividade do transdutor; da intensidade do alvo, que é a medida de como um alvo submarino reflete a energia acústica; e da perda da propagação sofrida pela emissão no caminho entre o transdutor e o alvo. A este último fator estão relacionadas as mesmas considerações relativas ao caso do sonar passivo, porém desde que o sinal percorra o caminho igual a duas vezes a distância entre o alvo e o emissor, o total da perda será o dobro em relação à perda referente ao caminho percorrido apenas uma vez.

O Nível de Interferência (NI) é tudo que é recebido pelo sonar que não seja o eco do alvo. Pode ser causado pelo ruído de fundo ou pela reverberação que estão sempre presentes nas operações do sonar ativo. Os efeitos relativos aos fatores que interferem nos ecos são função do equipamento empregado, das condições ambientais e da distância ao alvo.

Considera-se que um sonar ativo opera limitado pelo ruído de fundo sempre que este prevalece como interferência. Por outro lado, considera-se o sonar limitado pela reverberação sempre que esta é a interferência dominante.

O conceito de Interferência pelo Ruído de Fundo (RF-ID) é semelhante ao do sonar passivo já mencionado anteriormente.

A reverberação é a energia sonora refletida de volta para a fonte emissora, a qual provoca um eco não desejado, mascarando o eco desejado, isto é, do alvo. Há três tipos de reverberação:

- Reverberação de Volume causada por refletores em suspensão na água, predominantemente peixes e outros organismos marinhos, mas, também, sólidos, bolhas e até mesmo massas de água com significativa diferença de temperatura;

- Reverberação de Superfície causada pela irregularidade da superfície do mar que desvia o feixe sonoro incidente em todas as direções; e

- Reverberação de fundo provocada pela irregularidade do fundo do oceano e pelas multicamadas da estrutura do fundo que desviam o feixe sonoro incidente em diversas direções.

O conceito de Diferencial de Reconhecimento (DR), semelhante ao do sonar passivo, aplica-se à detecção de ecos na presença do ruído de fundo ou da reverberação. Os valores de DR são função do comprimento do pulso, do tipo de pulso (CW ou FM) e da apresentação (áudio, vídeo, etc).

Da equação do sonar ativo podemos depreender que:

- O NSE independe da condição de silêncio do alvo;
- A frequência de operação do sonar terá influência no alcance de detecção e no tamanho do transdutor devido ao ID; e

- O Desempenho do sonar depende da condição de silêncio da plataforma.

A grande desvantagem do sonar ativo em relação ao passivo é que a emissão não só revela a presença do navio A/S, como também permite a classificação da plataforma emissora pela frequência da emissão, comprimento e tipo de pulso por parte do submarino. Recentemente, os australianos desenvolveram, e já se encontra em fabricação na base de processamento de sinais em Sydney, um sonar interceptador de emissões para submarinos conhecido como PIPRS ("Ping Intercept Passive Ranging Sonar") capaz de obter, pelas emissões, a distância da plataforma emissora. Além disso, o sonar ativo não permite a classificação do alvo. Em contrapartida, permite a obtenção da distância do alvo com relativa precisão.

CONCLUSÃO

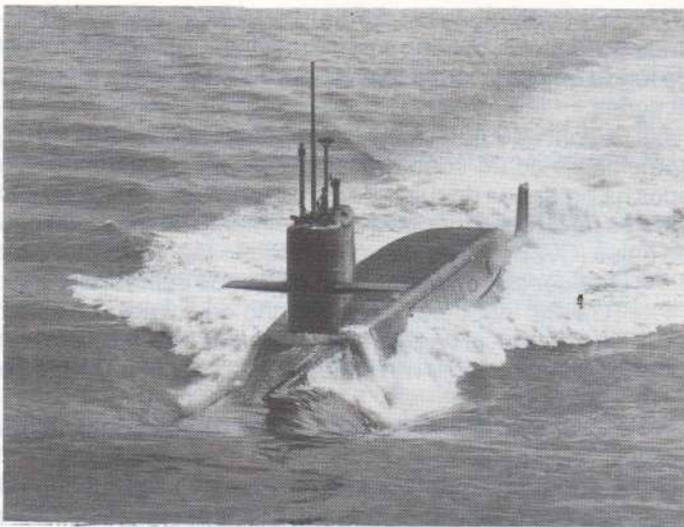
Não há dúvida de que a melhor plataforma sonar ainda é o submarino. Portanto, podemos vislumbrar que o equipamento sonar ideal para navios de superfície seria aquele que, em parte, pudesse reproduzir dentre outras, certas características do submarino como plataforma, quais sejam:

- ter a profundidade do transdutor/hidrofone variável a fim de poder tirar partido das condições ambientais em termos de propagação do som no mar, superando principalmente o efeito de "espelho" causado pela profundidade de camada e procurando, após análise acurada do perfil de velocidade do som, operá-lo na melhor profundidade de detecção; e

- produzir baixa interferência do ruído de fundo pela redução da parcela de ruídos próprios. Uma plataforma silenciosa é essencial para um bom desempenho do sonar, seja passivo ou ativo como visto anteriormente, seja montado no casco ou rebocado.

Além disso, este sonar ideal deveria operar a baixa frequência a fim de diminuir o efeito da perda por absorção e ter, conseqüentemente, seu alcance aumentado. Para tal, se faz mister o espaço necessário à obtenção de uma boa diretividade.

Quanto à questão do futuro dos equipamentos sonar dos navios de superfície, a resposta está na capacidade dos construtores de submarinos em reduzir o nível de sinal irradiado. Aos submarinos construídos recentemente é



dada extrema importância à redução de ruídos, mesmo por parte dos soviéticos, os quais vêm mudando sua filosofia de construção.

Na realidade, no momento atual, não se tem notícia da existência de um submarino "indetectável" por sonares passivos; todavia o desejável é detectar, classificar e atacar um submarino inimigo antes que este possa assumir uma condição de lançar seu armamento sobre a unidade que se quer proteger. É uma disputa — distância de detecção do submarino versus distância de alcance eficaz do armamento antinavio lançado por submarinos que, no estado atual da arte, pende a favor do submarino.

Num futuro não muito distante, os submarinos, incluindo os nucleares, poderão ser tão silenciosos que tornarão a detecção passiva inútil. Quando isto acontecer, e é totalmente previsível, a guerra anti-submarino, de uma maneira simplória, em termos de detecção acústica, retornará a 50 anos atrás.

Portanto, o futuro da detecção acústica em navios de superfície será através do sonar ativo, pelo simples fato de que este tipo de sonar, como vimos, independe do NSI do alvo.

Apesar dos submarinos terem sempre aproveitado a emissão sonar, tanto para classificação da plataforma emissora como dado para resolução do problema do tiro torpédico e mais recentemente para obtenção da distância, por outro lado um sonar ativo de longo alcance funciona como deterrência à aproximação do submarino.

A segunda questão é de como conseguir detecção por sonar ativo de longo alcance. A resposta está num sistema desenvolvido pela British Aerospace conhecido como ATAS (Active Towed Array Sonar). Trata-se de um transmissor rebocado com uma altura de dois comprimentos de onda relativa à frequência utilizada e um receptor com comprimento de trinta vezes o comprimento de onda. A variação de profundidade, a um máximo de duzentos metros, é assegurada pela combinação da velocidade de reboque com o comprimento de reboque do transmissor.

Uma frequência de trabalho de 1 KHz, que corresponde a um comprimento de onda de 1,5 metros, representa um transmissor com 3 metros de altura, uma massa de 1,25 toneladas e um receptor de 45 metros de comprimento. Esse valor de frequência limita a instalação de tal equipamento a uma plataforma do porte de fragata. Contudo, uma frequência de trabalho de 2 KHz, permite a instalação desse tipo de equipamento em navios de até 800 toneladas de deslocamento.

Uma vantagem adicional desse sistema, comparado com um sonar de casco, é que pode ser instalado na maioria dos navios com um mínimo de modificação na estrutura. Pode ainda operar em ativo e passivo simultaneamente. Embora o objetivo principal sejam os submarinos, não podemos descartar sua utilização em detecção além-horizonte de navios de superfície no modo de operação passivo, com possibilidade de classificação através de análise espectral.

Em recentes testes, o dispositivo de reboque provou sua capacidade de ser lançado e recolhido em condições de tempo até o estado do mar 6 na escala Beaufort e com altura das ondas até 3 metros, a partir de um navio de 800 toneladas, com o transmissor sendo rebocado a 900 metros da popa do navio rebocador e o receptor a 300 metros atrás do transmissor.

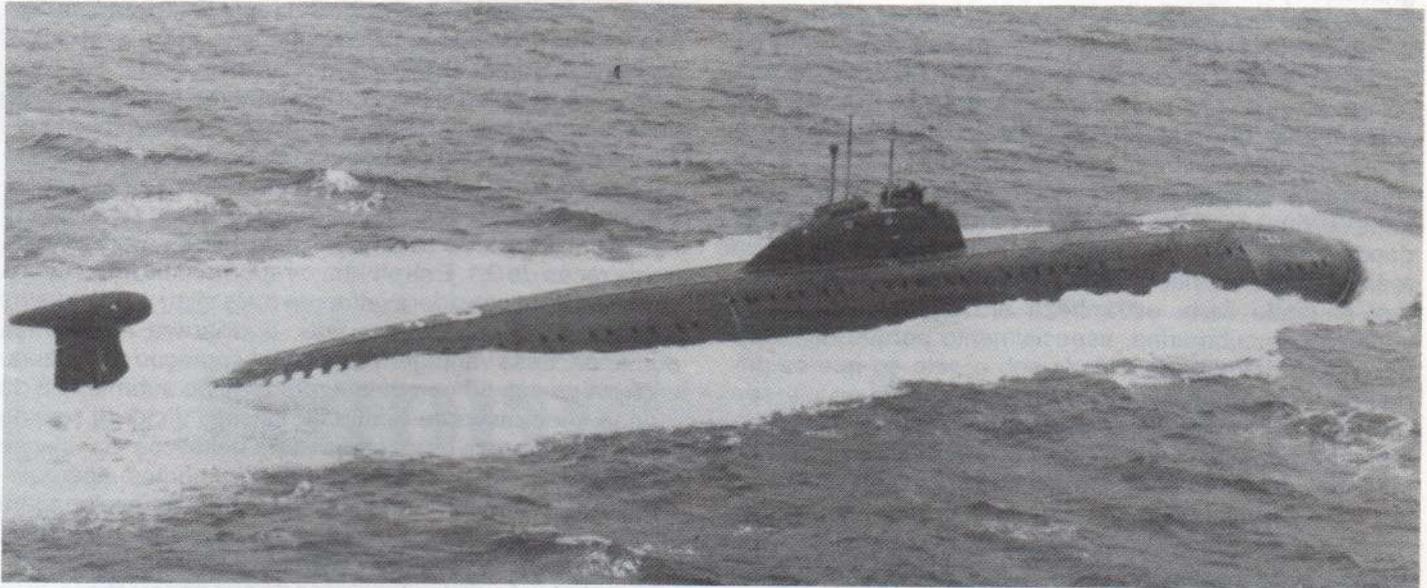
Tendo em vista o que foi descrito, conclui-se que um navio anti-submarino, em termos de detecção acústica, deverá ser dotado com:

- um sonar ativo de casco com média/alta frequência, de média potência para detecção de submarinos em águas rasas ou pousado no fundo; e
- um sistema do tipo ATAS de alta potência com uma frequência de trabalho a mais baixa possível, compatível com o porte do navio, para detecção de submarinos a longa distância.



O SSN-21 Seawolf Progresso, Problemas e um Toque de Paranóia

NAVY INTERNATIONAL MAIO/91
TRADUTOR: CC AFRANIO DE PAIVA MOREIRA JUNIOR



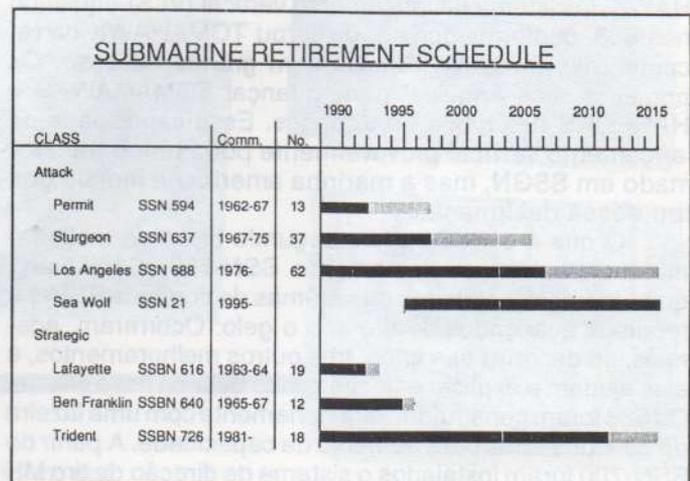
A Marinha dos Estados Unidos começou a construção de seu novo submarino nuclear de ataque há quase 20 anos: a classe "SEAWOLF" SSN-21. Ela é, sob todos aspectos, um significativo melhoramento sobre seu antecessor, o classe "Los Angeles" - SSN 688, iniciado em 1972, mas cujo projeto original remonta ao final dos anos 60. Embora os 688 tenham sido melhorados e modernizados muitas vezes, após duas décadas poucos questionaram a necessidade de um substituto.

Embora sendo um submarino melhor, o SSN-21 tem sido severamente criticado por seus constantes problemas de projeto, custos e talvez o pior de todos, por não ser adequado para enfrentar a futura ameaça soviética - sua principal razão de ser. Nórnam Polmar, editor do "Ships and Aircraft of the US Fleet", entre outros, sugeriu que o programa nunca deveria ter começado. Todavia, a Força de Submarinos está sacrificando seus outros programas para financiar o "SEAWOLF". A despeito desse sacrifício, com a diminuição dos orçamentos para a defesa, reduzindo-se a rate de produção para apenas um submarino SSN-21 por ano, a marinha dos Estados Unidos pode eventualmente terminar com uma força de submarinos de ataque de apenas 30 unidades, muito aquém de sua meta de 100 SSN. Muitos têm sugerido alternativas de mais baixo custo através dos anos para manter este número, mas tais "sugestões" não tem sido bem aceitas. O espírito do falecido Almirante Hymam Rickover está ainda bastante vivo e presente na comunidade de submarinistas da marinha dos Estados Unidos.

NECESSIDADES

Como mencionado, poucos questionaram a necessidade de alguma nova classe de SSN para a marinha americana. Existiam 3 razões básicas: aproximação da obsolescência das 2 classes mais antigas, capacidade reduzida para melhorar os 688 dos anos 70 e finalmente, a crescente ameaça soviética.

Como mostrado na tabela, a US Navy possui atualmente 3 classes diferentes de submarinos nucleares de ataque.





Essas são as classes "Permit" SSN 594, "Sturgeon" SSN 637 e finalmente as grandes 62 unidades da classe "Los Angeles" SSN 688 (o último submarino diesel foi retirado do serviço ativo em 1990, ficando apenas um submarino para experiências). Sete dos treze navios classe "Permit" construídos em meados da década de 60 já deixaram a ativa, com os remanescentes da classe programados para fazê-lo dentro de poucos anos. Embora os submarinos da classe "Permit" pudessem durar até meados dos anos 90, já se aproximava o fim de sua vida normal de 30 anos, assim, a decisão de dar baixa em outros nos próximos anos para economizar dinheiro, não é demasiada surpreendente. Entretanto, devido à redução do orçamento e a necessidade de liberar mais fundos para o SSN-21, os "Sturgeon", construídos no final dos anos 60 e início dos anos 70, que poderiam durar até o ano 2000, também estão dando baixa antes do programado, ou não estão sendo reabastecidos e modernizados como antes planejado. Isso tem causado certa estranheza em alguns setores da comunidade submarina, especialmente porque os "Sturgeon" têm melhor capacidade sob o gelo do que os primeiros "Los Angeles". Muito embora ambas as classes "Permit" e "Sturgeon" provavelmente pudessem ter sido mantidas por alguns anos, esses 40 navios estavam envelhecendo e ficando necessária a sua substituição.

A baixa dos "Permit" e "Sturgeon" ainda deixará 62 submarinos "Los Angeles", sendo aproximadamente 45 em operação e o restante em construção. Admitindo como de 30 anos a vida normal de um navio, os submarinos dessa classe, primeiramente incorporados em 1976, entrarão bem no século 21, ainda que sofram maior efeito de obsolescência em torno de 2010 - não tão distante do propósito do planejamento de construção. Ocorreram dois grandes blocos de melhoramentos nos 688 através destes anos, com três outras atualizações menores. O SSN 719 "Providence" e todas as unidades que se seguiram são um projeto "melhorado", algumas vezes designado de classe SSN 6881. Eles têm melhores recursos de eletrônica, sistema de direção de tiro e sonar avançados, tratamento especial para o casco e melhor capacidade sob o gelo. O mais importante é que eles foram equipados com um 12 VLS (sistema de lançamento vertical) para mísseis TOMAHAWK. O sistema de lançamento vertical (VLS) equipado nos 688, conforme consta, disparou TOMAHAWK na recente crise do Golfo Pérsico com grande sucesso. Os primeiros "Los Angeles" podem lançar TOMAMAWKS e HARPONS dos tubos de torpedos. Essa capacidade de lançamento vertical provavelmente pode tê-los transformado em SSGN, mas a marinha americana jamais gostou dessa designação.

O que é considerado o segundo bloco de melhoramentos, realizou-se a partir do SSN-752 "San Juan", quando foram instalados os sistemas de combate BSY-1 e recursos avançados de tiro sob o gelo. Ocorreram, ademais, no decorrer dos anos, três outros melhoramentos, e eles ajudam a explicar a necessidade de uma nova classe. Os 688 foram construídos originariamente com uma lazeira de 250 toneladas para aumento da capacidade. A partir do SSN-700 foram instalados o sistema de direção de tiro MK

117 e o sonar BQQ-5B, reduzindo essa lazeira para 200 toneladas. Com o SSN-716, o sonar BQQ-5C reduziu ainda mais a disponibilidade para 165 tons. As atualizações do SSN-6881 feitas no SSN-719, reduziram a folga para 75 toneladas. Com a segunda modificação feita no SSN-751, foi cortado essa reserva para apenas 30 tons. Essa Tolerância final de 30 tons deixou de existir a partir do SSN-771 com um melhoramento na planta de propulsão. Em resumo, após cinco diferentes melhoramentos e atualizações, não existia mais espaço para melhorar os 688 e uma classe mais avançada era definitivamente necessária.

A decisiva e talvez mais importante necessidade de uma nova classe, resultou do aumento de sofisticções das últimas classes de submarinos soviéticos. Como é bem conhecido, a enorme Força de Submarinos da marinha soviética com cerca de 350 unidades, é bem superior em número à Força de Submarinos da marinha americana, numa razão de 3:1. Entretanto, os submarinos americanos sempre foram consideravelmente mais silenciosos que os soviéticos, no que para muitos, equilibrava a diferença numérica. Essa vantagem qualitativa começou a mudar no início dos anos 80 com a incorporação de submarinos de ataque com casco de titânio da classe "Victor III", então "Mike" e "Sierra" bem como dos balísticos da classe "TYPHOON". Muitos desses melhoramentos aparentemente surgiram como resultado da rede de espionagem Walker, que revelou importantes dados à União Soviética. De acordo com todos os registros, os submarinos americanos ainda são mais silenciosos do que os soviéticos, mas que o outrora foi uma diferença significativa, está agora menor, assim, por causa de uma ação vil, uma grande vantagem competitiva de mais de 40 anos foi colocada em risco. Devido ao fato dos 688 já terem alcançado sua capacidade máxima e a fim de reobter a diferença qualitativa, uma nova classe foi julgada necessária.



O SSN-21

O programa SSN-21 (para o século 21), previsto para desenvolvimento em 13 anos, está agora em seu 9º ano. O programa começou em julho de 1982 tendo o projeto preliminar iniciado em dezembro de 1983 e o projeto final sido autorizado cerca de 18 meses mais tarde, em maio de 1985. A marinha usou dois estaleiros para projetar o "SEAWOLF", o Newport News Shipbuilding Company e o Electric Boat Division da General Dynamics Corporation. O Newport News é responsável pelo projeto completo e a Electric Boat pelo projeto do compartimento de máquinas e seus equipamentos. O desenvolvimento em escala natural começou em junho de 1985 com a autorização do projeto detalhado obtida em outubro de 1986. O protótipo foi autorizado em junho de 1988 com o contrato de produção liberado em janeiro de 1989. A Electric Boat ganhou o primeiro contrato e começou a construção do protótipo em outubro de 1989. A entrega estava originariamente prevista para novembro de 94, mas está agora atrasada de 6 meses, ficando para maio de 1995.

O SSN-21 será um grande submarino deslocando mais de 9.000 toneladas mergulhado, 353 pés de comprimento, 40 pés de boca, com uma velocidade de aproximadamente 35 nós. Para comparação, o classe "Los Angeles", desloca cerca de 7.000 tons, possui 360 pés de comprimento e 33 pés de boca, com uma velocidade superior a 30 nós. O "Seawolf" é quase duas vezes o tamanho do "Sturgeon" que desloca 4.780 tons, com 292 pés de comprimento e 32 de boca.

De acordo com a marinha, o "Seawolf" será um importante aperfeiçoamento, chegando mesmo a ser três vezes melhor do que mesmo os 688. Ele será o maior, mais silencioso e o mais bem armado submarino de ataque que a marinha já construiu. Comparado ao 688, o SSN-21 apresenta as seguintes vantagens:

- terá uma planta propulsora com mais potência por unidade;
- transportará mais armamento;
- será menos detectável;
- terá uma maior velocidade em manobras táticas;
- terá um hélice melhorado, chamado propulsor; e
- terá um novo sistema de combate.

Em resumo, a marinha acredita que o SSN-21 será um melhoramento de peso sobre as atuais classes e restabelecerá muito da diferença qualitativa perdida para os soviéticos nos últimos anos.

A maior parte das informações detalhadas dos SSN-21 é ainda mantida em sigilo, embora uns poucos detalhes tenham transpirado de depoimentos no congresso e de outras partes, todos eles parecendo validar as afirmações da marinha. Por exemplo, o SSN-21 será construído com o novo aço HY-100, o qual permite imersões a maiores profundidades. Os "Los Angeles" foram originalmente projetados com o HY-100, mas estão sendo construídos com o HY-80. A velocidade do "Seawolf" foi prevista como sendo de 35 nós aproximadamente, o que é provavelmente apenas um ligeiro melhoramento sobre os 688, entretanto, a velocidade "tática", ou seja, a maior velocidade na qual um submarino pode operar e ainda detectar inimigos potenciais

sem ser detectado, tem sido especulada como 20 nós. Embora muito se comente que os submarinos soviéticos dêem 40 nós, suas velocidades "táticas" são estimadas como inferiores a 10 nós. Talvez o mais importante no sentido de retomar a liderança competitiva é que o "Seawolf" será cerca de 15 decibéis (dbs) mais silencioso, de acordo com informações publicadas. Colocando isso em perspectiva, uma simples regra prática diz que reduções de 3 a 4 dbs podem reduzir à metade a distância de detecção, assim, 15 dbs importam um melhoramento bastante significativo.

Considerado crítico para o sucesso do SSN-21 é o novo sistema de combate AN/BSY-2. O BSY-2 é um sistema de detecção, classificação e acompanhamento auxiliado por computador com dois subsistemas importantes - sonares e controle de combate (direção de tiro e lançamento do armamento). Ele será mais automatizado e capaz do que o AN/BSY-1 dos últimos 688, usando um processamento integrado. O BSY-2 está projetado para melhorar as capacidades de tempo de resposta, operacionalidade e poder de fogo necessárias para a crescente ameaça submarina soviética. Do sensor passivo (sonar), que será montado no casco do SSN-21 é esperado fornecer uma incrementada capacidade passiva que permitirá ao sistema de combate determinar a localização dos alvos mais rapidamente e prover distâncias e análise do movimento do alvo mais precisas. A chave para o BSY-2 é aproveitar vantagem da significativa redução de ruídos esperada no novo SSN-21.

Os novos e maiores sensores acústicos do AN/BSY-2 devem melhorar significativamente a capacidade de detecção e fornecimento de dados dos alvos, com mais precisão do que aqueles anteriormente disponíveis. O sistema foi também projetado para melhorar o processamento de dados do navio e a capacidade de manobra. Por exemplo, outras tarefas tais como busca, detecção e acompanhamento de alvos, assim como o estabelecimento da ordem de disparo de várias armas são atualmente executadas manualmente ou com limitada capacidade de computador. O BSY-2 reduzirá o tempo que os operadores necessitam para executar essas tarefas porque ele incluirá computadores mais rápidos e capazes de novos modos de operação, "display" de dados e "software" adicional. Esses melhoramentos também permitirão aos operadores executar múltiplas tarefas, como acompanhar vários alvos simultaneamente; e processar dados táticos adicionais mais rápidos e com maior precisão. Coletivamente, essas capacidades devem reduzir o tempo de resposta entre a detecção inicial e o lançamento do armamento.

Finalmente, a carga do armamento crescerá com as mudanças no projeto, permitindo expansão para futuras armas. A capacidade de armamento crescerá de 38 para 50, cerca de 25% de aumento. E o SSN-21 terá tubos de torpedos maiores do que o velho padrão de 21 polegadas, permitindo algum aumento de tamanho para os torpedos mais sofisticados e mísseis de cruzeiro lançados do mar (SLCM).

PROBLEMAS

Como qualquer novo programa, o "Seawolf" tem vários



problemas, muito compreensíveis, tais como atrasos e custos acima do esperado. Alguns problemas são provavelmente sanáveis, mas outros mais sérios têm mesmo levado a Marinha a repensar o assunto. O real culpado, entretanto, é provavelmente o declínio no orçamento de defesa.

Muitos dos problemas estão associados com o que pode ser considerado as dificuldades crescentes "normais" de qualquer novo programa. Por exemplo, a entrega do primeiro navio foi adiada cerca de 6 meses, de novembro de 1994 para maio de 1995, mas nesse caso, quando atrasos são freqüentemente medidos em anos, isso parece de pequena monta. Os custos do protótipo cresceram das estimativas iniciais de aproximadamente 1,2 bilhão para 1,9 bilhão de dólares. Embora certamente não barato, numa era de bombardeios invisíveis B-2 de bilhões de dólares, isto também não deva ser tão surpreendente.

Existem problemas mais específicos em equipamentos. O mais sério é com o crucial AN/BSY-2, que está completamente desenvolvido para instalação no primeiro navio. O problema verificado pela Marinha está no software e não no hardware propriamente dito, mas é o soft que faz a diferença. O software é extremamente complexo, necessitando de 800 especialistas para desenvolvê-lo e integrar as muitas linhas de código, grande parte delas na nova linguagem de programa ADA. Um dos problemas tem sido encontrar pessoas para escrever os códigos em ADA.

Os problemas do BSY-2 levaram alguns no Congresso à acusação de que a Marinha não deveria ter desenvolvido ambos, um novo navio e um novo sistema de combate, concomitantemente. De fato, eles acusam a Marinha de estar na realidade violando a lei que proíbe efetuar maiores aquisições para defesa, avançando além dos limites de pequena produção até a conclusão dos testes operacionais e avaliação. Eles querem que a Marinha adie a construção de mais um SSN-21 até que o protótipo tenha sido totalmente testado. Isto, é lógico, atrasaria o início da construção de qualquer dos seguintes até no mínimo 1996, provavelmente ainda mais tarde. Na realidade, a maioria dos novos grandes sistemas e seus sub-componentes são desenvolvidos simultaneamente. Não faz sentido construir uma nova classe de navios com antigos sistemas de armas.

Tem havido, também, problemas com o novo aço. O SSN-21 deveria ser construído com o aço HY-130, mas problemas na fabricação, soldagem, etc levaram a Marinha a usar o HY-100, ficando o HY-130, programado para uma nova unidade, se construída. Todos esses problemas - atrasos, custos excessivos, processamentos de dados para o BSY-2, aço HY-130 e outros problemas de maquinária, enquanto sérios, parecem contornáveis ou no mínimo administráveis. Dois outros problemas não o são: as acusações de que o SSN-21 não é bom o suficiente e, em segundo lugar, o jogo dos números.

Inquestionavelmente, as mais sérias críticas contra o SSN-21 são suas capacidades frente aos soviéticos. Enquanto todos concordam que o SSN-21 é um melhoramento sobre os 688, as críticas são afetadas pelas tendências. Por exemplo, de acordo com Normam Polmar, os Estados

Unidos têm constantemente perdido a liderança nas 14 áreas críticas de tecnologia de submarino através, dos anos. Isso inclui itens como material do casco e projeto, redução de ruídos, sonar passivo e sistemas de armas. Em 1960, Polmar declarou que os Estados Unidos lideravam em 11 áreas, eram iguais em uma e os soviéticos lideravam em apenas duas. Entretanto, em 1980, a proporção favoreceu os soviéticos de 7 a 5, com empate em duas áreas; e no ano 2000, Polmar prevê que a vantagem quase reverterá a proporção de 1960, com os soviéticos liderando em oito, os americanos em apenas duas e se, igualando em quatro. Enquanto outros não são inteiramente pessimistas, muitos concordam com as tendências gerais.

O segundo maior problema são os números. A média de construção dos SSN-21 prevista inicialmente como sendo de 3 por ano, e que admitindo uma vida útil de 30 anos, manteria uma força de 90 submarinos de ataque, muito próximo do objetivo da Marinha de 100 unidades. Entretanto, devido a diminuição da ameaça soviética e especialmente orçamentos declinantes, a reite de construção foi reduzida nos últimos anos de três para dois por ano; depois três a cada dois anos e, já recentemente, um por ano. Assim, a menos que o orçamento de defesa e a reite de construção aumentem drasticamente, o que parece extremamente improvável, a Força de Submarinos se reduziria para cerca de 30 submarinos nucleares de ataque. Existem alternativas de baixo custo para manter os números, até alguns novos desenvolvimentos estimulantes, mais isto tem sido geralmente objeto de "tabu" na treinada Marinha nuclear de Rickover.

A PARANÓIA "SS"

Através dos anos, muitos têm sugerido que a US Navy deveria começar a construir submarinos não-nucleares, provavelmente submarinos diesel-SS. A principal justificativa são os custos mais baixos, que variam de 1/3 a 1/4 do valor do SSN, e o fato de que os submarinos diesel são mais silenciosos e poderiam ainda cumprir algumas missões úteis. A US Navy tem fortemente se oposto à construção de submarinos diesel citando que as responsabilidades de sua vasta missão são melhor atendidas por submarinos nucleares de ataque, além da necessidade de manter a superioridade qualitativa sobre os submarinos soviéticos. E, acentua que, enquanto silencioso utilizando as baterias, quando esnorqueando para recarregá-las, os SS são vulneráveis. O verdadeiro problema, levando à paranóia, foi o receio de que se tivesse começado a construir SS mais barato o Congresso jamais daria recursos para o SSNs.

Todos esses argumentos foram legítimos, mas os tempos mudaram. O preço mais alto do SSN-21, fez a vantagem do preço do SS ainda mais atrativa. Igualmente importante é o advento dos novos modos de Propulsão Independente de Ar (AIP), agora surgidos, o que permitiria submarinos não-nucleares permanecerem mergulhados por prolongados períodos sem recorrer ao vulnerável esnorquel. Tem havido até propostas para sistemas combinados, em freqüência apelidado de SSN, com apenas um pequeno reator para carregar as baterias. A despeito



desse novos e excitantes desenvolvimentos, a Marinha ainda resiste.

De fato, a Marinha não gosta até das chamadas alternativas SSN de baixo custo. Através dos anos, muitos propuseram a construção de tais navios mas a Marinha tem sempre insistido no melhor, porém isso pode estar mudando. Surgiram rumores no ano passado que a US Navy está finalmente olhando para alternativas SSN de baixo custo (embora não SSs). Mas se a história serve de exemplo, uma nova versão SSN, não importando qual a sua finalidade, seria cara. Uma possível excessão pode ser o programa combinado Estados Unidos - Reino Unido, com a Royal Navy forçando a US Navy a manter os custos baixos. É claro que um submarino nuclear de ataque de baixo custo provavelmente ampliaria ao invés de reduzir a margem de qualidade de submarinos entre os Estados Unidos e a União Soviética.

As mudanças nos requisitos das missões estão também aumentando a paranóia da Marinha. Se a União Soviética não é mais, ou pelo menos, é uma ameaça grandemente reduzida, precisariam realmente os Estados Unidos de muitos submarinos ou pelo menos, tipos sofisticados como o SSN-21? A Guerra Anti-Submarino (ASW), que no passado foi a mais alta prioridade na Marinha, caiu um ou dois pontos nos últimos anos. Um outro problema é a velha tendência do "serviço silencioso" em manter suas missões secretas. Para justificar a construção de submarinos, a Marinha tem evocado a recente proliferação de submarinos, torpedos, etc no Terceiro Mundo, mas provavelmente, não se precisa do AN/BSY-2 para combater um submarino líbio, o qual, casualmente, pode estar apenas em águas costeiras navegando com baterias.

COMENTÁRIOS

A comunidade submarinista está enfrentando uma crise real devido à sua insistência no apenas o melhor e "sigilo de missão". O SSN-21, embora um aperfeiçoamento, é simplesmente demasiado caro para construção em grandes quantidades com o orçamento atual e contexto das missões. Alguns SSN-21 devem ser construídos, mas provavelmente suplementados com submarinos diesel ou as novas alternativas AIP. Isso pode ser uma área perfeita para a cooperação aliada, visto que parece que eles têm a liderança na Tecnologia AIP. Um SSN de baixo custo não deve ser descartado, mas novos começos

são raramente baratos. Se o número de SSN tornar-se um problema, seria provavelmente mais fácil e mais barato simplesmente continuar a construir mais SSN-688, especialmente porque essa linha continua aberta.

Os problemas reais não são a falta de alternativas razoáveis, mas institucionais. Os Oficiais de nucleares treinados por Rickover agora dominam os altos escalões de US Navy. Por exemplo, quebrando uma tradição informal que costumava revezar o cargo de Comandante de Operações Navais entre as comunidades de superfície, aeronaval e de submarinistas, os três últimos "CON" têm sido todos submarinistas. Rickover já faleceu, mas um almirante mais antigo de quatro estrelas continua a existir reinando sobre o império nuclear. A Força Aérea não tem quatro estrelas responsável pelos motores a jato, ou o Exército um quatro estrelas, responsável pelas turbinas dos tanques, mas a Marinha possui um "Diretor de Propulsão Nuclear Naval". Um Diretor de Energia Nuclear Naval não está propenso a propor alternativas não nucleares.

A ironia da situação é o dano que está sendo infligido em sua própria corporação. Os problemas defrontados pela Marinha Nuclear já estão aparecendo na comunidade de submarinos estratégicos. Enquanto a Marinha em outra época operou 41 SSBN comandados por comandantes jovens, breve serão apenas 18 TRIDENTS SSBN comandados por antigos Capitães-de-Mar-e-Guerra. Durante anos, críticos têm dito que devem construir mais SSBN menores. Dentro de apenas poucos anos a Marinha perderá o Comando de 40 SSN, quando os "Permits" e "Sturgeons" derem baixa, e os da classe "Los Angeles" passarem usualmente para comandantes mais antigos. Não seria demasiado supreeendente ver os "Seawolf" comandados por Capitães-de-Mar-e-Guerra. É claro, comandos de Capitães-de-Corveta já se foram há longo tempo com a baixa de submarinos diesel, mas eles podem facilmente voltar com uma dúzia ou mais de AIPs. Embora a liderança da Marinha diga que o pessoal é sua prioridade mais alta, pode-se ficar em dúvida.

Devido aos grandes 62 submarinos da Classe "Los Angeles" construídos em quantidades durante os anos Reagan-Sehman, a Marinha tem uma abertura de 5 a 10 anos para mudar. Entretanto, se insistir na construção apenas de caros SSN-21 sem olhar as alternativas realísticas, essa abertura pode se fechar cedo.



Despistadores Para Submarinos

NAVY INTERNATIONAL-FEV 90

Tradução adaptada dos Oficiais do Submarino "Amazonas".

1.0 - INTRODUÇÃO

Atualmente, de uma maneira geral, há uma grande preocupação no desenvolvimento de armas para prover defesa anti-míssil para navios. No entanto, é de conhecimento de todos que os danos provocados por torpedos contra unidades de superfície ou submarina são bem mais comprometedoras para integridade desses.

Os navios ou submarinos, por construção, são extremamente vulneráveis às explosões submarinas, particularmente a impactos de torpedos, e conseqüentemente têm menores chances de sobrevivência.

Tecnicamente, pode-se dizer que os navios atuais possuem sistemas integrados com capacidade de detectar e empregar contramedidas eficazes, não só contra armas submarinas, mas também contra unidades aéreas e de superfície que possam empregar mísseis. Porém, uma das mais difíceis tarefas, ainda, é a de detectar e identificar a arma, localizá-la e ser capaz de definir qual será o alvo.

Assim sendo, evidencia-se a necessidade de se desenvolver um completo sistema integrado para defesa antitorpédica, similar ao usado para defesa anti-aérea.

Atualmente os sistemas de defesa antitorpedo são estruturados de duas maneiras distintas: aqueles projetados para destruir os torpedos que ameaçam o navio (ou submarino) e que são chamados de "HARD KILL", e os projetados para apenas desviar do navio (ou submarino) os torpedos lançados pelo inimigo ou "mascarar" o contato acompanhado pelos sensores inimigos, conhecidos por "SOFT KILL". O primeiro traz em seu bojo problemas relacionados com três importantes parâmetros: PRECISÃO, DETECÇÃO E REAÇÃO. Por exemplo, o sistema poderá, por falta de precisão, vir a explodir não muito próximo do torpêdo, o que dificultaria a ação de desviar o torpedo ou de inabilitar o seu sistema de direção, em virtude dos mesmos serem feitos de superfície irregular capazes de resistir à mudança de pressão e/ou ao choque decorrente do seu lançamento e, conseqüentemente, a explosão afastada. Podemos também citar a necessidade de uma detecção do torpedo o mais cedo possível capacitando uma reação em tempo suficiente para lançar qualquer medida antitorpédica de forma satisfatória.

O sistema "HARD KILL", quando pronto, deverá possuir um tamanho que lhe permita ser instalado em quase todos os tipos de navios e não se constituir um empecilho à manobra, quando rebocado.

Quanto ao segundo, "SOFT KILL", tem seu desenvolvimento limitado, quando se trata dos tipos de torpedos utilizados e em desenvolvimento. Hoje, a doutrina tática prevê manobras para evitar torpedos, e ao mesmo tempo, o uso de um bom número de tipo de DESPISTADORES que em presença de água do mar produzem nuvens de bolhas

(como tiro de bolha e composto químico), granadas para ensurdecimento, simuladores de esnorquel para submarinos, bóias para bloqueios das radiossônicas, geradores submarinos de ruídos, e os mais modernos como US SLD-25 NIXIE para navios de superfície e BAND FISH de origem inglesa para submarinos.

Deve-se ter em mente a restrição deste tipo de sistema, quando a ameaça se tratar de um torpedo de alta velocidade, grande discriminação do alvo e grande capacidade explosiva, como é o caso do torpedo soviético tipo 65 que possui uma velocidade máxima de 50 nós e capacidade de 2000 lbs de explosivos, que irá ignorar o DESPISTADOR; ou iniciará um procedimento para reataque e atacará o alvo.

Isto significa que o emprego eficaz dos despistadores depende, também, da detecção da plataforma lançadora do torpedo antes mesmo do torpedo ser lançado ou da capacidade de detectar o torpedo no espaço de tempo mais curto possível. No entanto, se a situação tática permitir, o emprego de um torpedo-despistador (basicamente um gerador de ruídos) pode ser utilizado, particularmente no caso do submarino, cabendo ressaltar que este tipo de despistador poderá revelar, inevitavelmente, a presença do próprio submarino lançador mesmo que não tenha sido detectado. Esta questão de empregá-lo ou não, é um tanto complexa já que não podemos assegurar quando o inimigo tem ou não nossa posição.

Em conjunto com o emprego do despistador é mandatório que o submarino inicie manobras evasivas, "clareando" sua posição.

2.0 - DESPISTAMENTO

Descreveremos, então, o que vem a ser Despistamento, e seu emprego, de uma forma mais teórica.

Despistamento é a ação de desorientar o inimigo mediante a disseminação de dados falsos de uma situação que lhe pareça possível. O êxito máximo do despistamento se alcança quando o inimigo crê com certeza numa posição falsa do submarino. Há êxito também se o inimigo tem dúvida, ou mesmo não tem mais que uma suposição. Assim, o despistamento consiste em oferecer dados que distorceriam a verdade.

O mar tem a capacidade de ocultar o submarino e só permitir um conhecimento incompleto de sua localização. Este conhecimento, quando o submarino se encontra submerso, é proporcionado pela capacidade emissora e refletora, inerente ao submarino ou as armas que ele lance.

O despistamento inclui ainda a ilusão do afundamento pelo envio de despojos, bolhas de ar e de combustível na superfície e o efeito provocado por uma manobra de



"JOELHO". Se as informações possibilitam intromissão nas emissões eletromagnéticas (comunicações entre unidades inimigas), seguida por bloqueio, é possível obter variações vantajosas no dispositivo das coberturas. Estes exemplos mostram a consequência da associação do despistamento classificado como Ativo (GERADOR DE SINAIS) e as manobras evasivas, estas consideradas como as mudanças de posição do submarino.

3.0 - DESPISTADORES

a) Despistadores Tipo Composto Químico

Dos diversos tipos citados, o despistador de composto químico é o de maior interesse para a Marinha.

Tal sistema é composto de um cilindro de alumínio hermeticamente fechado contendo nove latas menores abertas, também de alumínio, que contêm uma mistura de Hidreto de Lítio (LiH) e parafina (80/20 em peso).

Em estudo realizado pelo IPqM em dezembro de 1982, foi exposta a situação relativa a fabricação de despistadores do tipo composto químico, a partir das disponibilidades nacionais.

O Hidreto de Lítio (LiH) não é difícil de ser obtido. Há no país produção de cloreto de lítio e lítio metálico pela SALGEMA, com uso na indústria de graxas e fabricação de baterias (em ascensão).

Vê-se, então, que com tecnologia e a produção de matéria-prima existente é possível produzir LiH no país, muito embora seu consumo previsto não justifique por si só, razão para produzi-lo. O CNPq estuda em conjunto com a MB associar-se à indústria bélica nacional visando uma produção maior, para a exportação, o que se realizável, viabilizaria também o produto para nossa utilização.

A figura mostra a concepção de um despistador tipo composto químico.

b) Quanto a classe, os despistadores são agrupados em PASSIVOS e ATIVOS.

Despistadores Passivos

Podem ser lançados pelo tubo de torpedo ou pelo ejetor de sinais pirotécnicos e produzem nuvens de bolhas ou rebocam placas sólidas. Seu propósito é refletir os feixes dos sonares ativos dos navios A/S em sua busca. Pode ser obtido igual efeito mediante fortes guinadas do submarino, pois a turbulência feita pelo hélice propulsor tem permanência e capacidade refletora, com a desvantagem em relação aos dois mencionados anteriormente de possibilitar a detecção do trajeto real do submarino.

As bolhas e a turbulência ficam imóveis n'água, diferentes das placas rebocadas, porém leva tempo para o inimigo ter certeza da ausência de doppler, sendo dois ou três minutos adicionais suficientes para melhorar uma evasão.

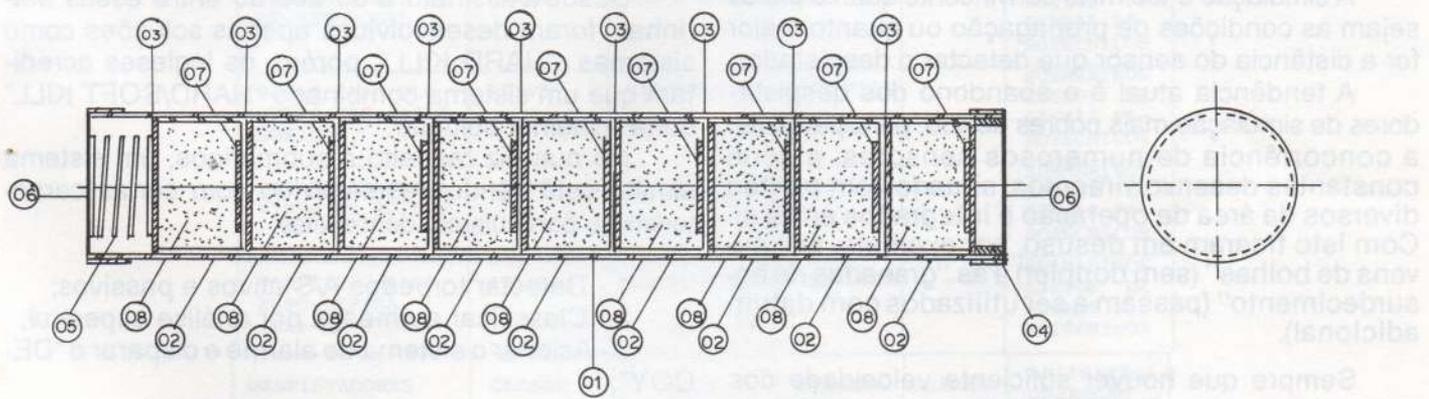
Despistadores Ativos

São lançados pelo tubo de torpedos, pelo ejetor de sinais pirotécnicos, pelo ejetor de lixo ou pelos suspiros dos tanques. Produzem ruídos ou vão a superfície. Muitos dispõem de auto-propulsão. Seu propósito é impressionar tanto os sonares passivos como os ativos e os receptores eletromagnéticos. Alguns são armados para destruição de torpedos ou navios A/S.

Entre os despistadores ativos, destacam-se:

1 - Torpedos para auto-defesa - São de corrida preestabelecida, deliberadamente indiscretos, cobrem uma área entre o atacante e o submarino, ou percorrem o trajeto profundo para um ponto afastado do lado oposto ao submarino, de onde retornam a pouca profundidade contra o navio A/S.

2 - Geradores submarinos de ruído - são de corrida preestabelecida, geram a emissão acústica pré-gravada, imitando a assinatura acústica dos submarinos e ruídos ca-



08	130	HIDRETO DE LITIO		
07	09	LASTRO		
06	02	TAMPA		
05	01	MOLA		
04	01	ESPAÇADOR		
03	09	DISCO DE SEPARAÇÃO		
02	09	COPO		
01	01	EMBALAGEM		

racterísticos de fechamento e abertura de comportas, suspiros dos acumuladores hidráulicos etc...

Respondem as emissões sonar que os alcançam;

3 - Simuladores de Esnorquel - São de corrida preestabelecida, vão à superfície depois de afastar-se, geram os ruídos de esnorquel e exibem refletores radar;

4 - Granadas para Ensurdimento - São de corrida preestabelecida e espoleta de tempo; e

5 - Bóias para Bloqueio - São lançadas em coordenação com os geradores de ruídos.

Quanto ao tipo de despistadores podemos dividi-los em:

- Mecânicos - englobam os FTC e FTS ("FALSE TARGET CAN ou SHELL")

- Constan de um agente químico que, em contato com a água, gera uma pequena cortina de bolhas. Não possuindo movimento próprio, apresentam doppler nulo ao navio A/S.

- Eletrônicos - (mais efetivos) - englobam, por exemplo, NAD SONAR BEACONS e os AN/BLQ. São auto-propulsores e ao receberem o PING do sonar inimigo emitem como se fossem ecos provenientes de um submarino, apresentando doppler e esteira.

c) Emprego dos Despistadores

Os despistadores só devem ser empregados se o submarino estiver dentro do alcance dos sensores inimigos, ou se for entrar nesse alcance, ou ainda se não dispuser de velocidade para sair desse alcance antes que o inimigo possa resolver seu problema de tiro.

A simulação é tão mais convincente quanto piores sejam as condições de propagação ou quanto maior for a distância do sensor que detectar o despistador.

A tendência atual é o abandono dos despistadores de simulação mais pobres devido, principalmente, a concorrência de numerosos sensores, e seus constantes desenvolvimentos, situados em pontos diversos da área de operação e integrados entre si. Com isto ficaram em desuso, por exemplo, as "nuvens de bolhas" (sem doppler) e as "granadas de ensurdimento" (passam a ser utilizados com datum adicional).

Sempre que houver suficiente velocidade dos submarinos e lhe for favorável a relação entre o alcance de suas armas e o alcance dos sensores inimigos, os despistadores são contra-indicados.

4.0 - CONCLUSÃO

Devido a contínua e rápida evolução do armamento em todo o mundo, também cresce, em consequência, a forma de negar ao inimigo o sucesso no emprego destas armas modernas, e maiores gastos

em pesquisas estão sendo canalizadas para seu desenvolvimento pelas Marinhas mais desenvolvidas. Portanto, os despistadores e Sistemas Integrados de Alarme e Defesa antitorpedo estão aumentando sua importância.

No entanto, para obter 100% de probabilidade de sucesso no emprego destas contramedidas, há necessidade de desenvolver um novo tipo de despistador.

Temos várias possibilidades que podem ser exploradas. Uma concepção poderia ser a de um sistema de tamanho relativamente pequeno e autônomo, capaz de posicionar-se em diversas profundidades, e se possível incorporar o bloqueio acústico com o despistamento do torpedo e a criação de um campo magnético.

Outra concepção seria um "Simulador de Submarino", que vem sendo desenvolvido pelos EUA, de alta velocidade, capaz de desviar o torpedo inimigo (cada vez mais veloz).

Quanto aos Sistemas Integrados de Alarme e Defesa Antitorpedo, vem sendo desenvolvido pelas Marinhas dos EUA e Inglaterra, desde outubro de 1988, um sistema para prover defesa de navios de superfície. O projeto prevê aos navios de superfície um completo sistema automático de defesa contra uma variedade de torpedos modernos. Este sistema deve ser composto por vários subsistemas, como: Controle e Comando, Detecção e Contramedida.

Desde a assinatura do acordo entre essas Marinhas, foram desenvolvidas apenas soluções como sistemas "HARD KILL", porém, os ingleses acreditam que um sistema combinado "HARD/SOFT KILL" seria a melhor solução.

No que diz respeito a submarinos, um sistema similar está sendo desenvolvido com certas características particulares, dentre elas:

- 1 - Detectar torpedos A/S ativos e passivos;
- 2 - Classificar a ameaça por análise espectral;
- 3 - Acionar o sistema de alarme e disparar o "DECOY";
- 4 - Atrair o torpedo para o "DECOY";
- 5 - Explodir o torpedo fazendo atuar as espoletas de influência; e
- 6 - Tempo de reação pequeno.

Certamente, esse sistema deverá prover os submarinos de um excelente acessório, que deverá aumentar as vantagens existentes para os submarinos, tornando-os mais eficazes e discretos no confronto com as unidades A/S.

Quadro Comparativo de Principais Despistadores Utilizados:

DESPISTADORES	CLASSE	TIPO	SISTEMA	ORIGEM	APLICAÇÃO/ OPERAÇÃO
AN/SLQ-25 NIXIE	ATIVO	ELETRÔNICO	SOFT KILL	E.U.A	NAVIO DE SUPERFÍCIE/ REBOCADO
GRASEBY G 1738 (RN type 182)	ATIVO	ELETRÔNICO	SOFT KILL	INGLA- TERRA	NAVIO DE SUPERFÍCIE/ REBOCADO
BAND FISH	ATIVO	ELETRÔNICA	SOFT KILL	INGLA- TERRA	SUBMARINO EJETOR DE SINAIS PI- ROTÉCNISOS
TORPEDO MK-46	ATIVO	ELETRÔNICO	HARD KILL	E.U.A	NAVIO DE SUPERFÍCIE/ SLT
TORPEDO MK-50 BARRACUDA	ATIVO	ELETRÔNICO	HARD KILL	E.U.A	NAVIO DE SUPERFÍCIE/ SLT
TORPEDO STINGRAY	ATIVO	ELETRÔNICO	HARD KILL	E.U.A	NAVIO DE SUPERFÍCIE/ SLT
DARPA	ATIVO	ELETRÔNICO	HARD KILL	E.U.A	NAVIO DE SUPERFÍCIE
ATC-1 RAFAEL	ATIVO	ELETRÔNICO	HARD KILL	E.U.A	NAVIO DE SUPERFÍCIE/ REBOCADO
NAE NEACON MK 3/2	ATIVO	ELETRÔNICO	HARD KILL	E.U.A	SUBMARINO EJETOR DE SINAIS PI- ROTÉCNISOS
FTC e FTS (FALSE TARGET CAN OU SHELL) (Nuvem de Bolha)	PASSIVO	MECÂNICO	SOFT KILL	E.U.A	SUBMARINOS EJETOR DE SINAIS PI- ROTÉCNISOS
SIMULADORES DE ESNORQUEL	ATIVO	ELETRÔNICO	SOFT KILL	E.U.A	SUBMARINOS EJETOR DE SINAIS PI- ROTÉCNISOS
BÓIAS PARA BLO- QUEIO DAS RADIO SÔNICAS	ATIVO	ELETRÔNICO	SOFT KILL	-	SUBMARINOS EJETOR DE SINAIS PI- ROTÉCNISOS
GERADORES SUBMA RINOS DE RUÍDOS	ATIVO	ELETRÔNICO	SOFT KILL	-	SUBMARINOS EJETOR DE SINAIS PI- ROTÉCNISOS
TORPEDOS PARA AUTO-DEFESA (EX: MK 37/3)	ATIVO	ELETRÔNICO	SOFT KILL	-	SUBMARINOS EJETOR DE SINAIS PI- ROTÉCNISOS
DESPISTADORES	CLASSE	TIPO	SISTEMA	ORIGEM	APLICAÇÃO/ OPERAÇÃO
TIRO DE BOLHA	PASSIVO	MECÂNICO	SOFT KILL	-	SUBMARINOS EJETOR DE SINAIS PI- ROTÉCNISOS
UNIFOXER	PASSIVO	MECÂNICOS	SOFT KILL	E.U.A	SUPERFÍCIE REBOCADO
T MK-6 FANFARE	PASSIVO	MECÂNICO	SOFT KILL	E.U.A	SUPERFÍCIE REBOCADO

Sistemas de Armas para Submarinos

CT RICARDO LUIZ DE NOVAES MONIZ DE ARAGÃO

Atualmente, na Força de Submarinos, temos oportunidade de presenciar uma mostra da evolução dos Sistemas de Armas para Submarinos desde a 2a. Guerra Mundial, observando as três Classes de Submarinos existentes (GUPPY, OBERON e IKL), que representam cada, uma nova geração de Sistemas de Direção de Tiro.

O contínuo avanço tecnológico traz os benefícios da redução do tamanho e peso desses sistemas, que permitem não só a miniaturização das novas classes de submarinos, como também prover às classes mais antigas condições de serem reequipadas com substancial aumento de sua capacidade de processamento de dados.

Em paralelo a este incremento da capacidade de resolução do problema de tiro, os sonares evoluíram rapidamente com o aparecimento do sonar de distância passiva, sonar de interceptação e sonar rebocado, que aumentaram a precisão das soluções de tiro. Além disto, outros sensores como o Radar, Periscópios e MAGE foram igualmente desenvolvidos aumentando a qualidade das informações.

Os modernos sistemas de armas têm uma enorme capacidade de redundância e flexibilidade, com múltiplos consoles, permitindo diferentes comandos e arranjos em função da situação tática. Possuem também como equipamentos auxiliares, novos sistemas de navegação (Inercial, Satélite, Omega, Giro e Odômetro) que são fundamentais na precisão das armas e na determinação dos elementos do alvo.

Dentre os vários sistemas de armas atualmente empregados nas Marinhas do Continente Europeu, destacam-se:

THOMSON SINTRA-FRANÇA

A Thomson Sintra desde a aquisição da firma Holandesa SIGNAAL, tem conseguido um grande desenvolvimento na área de sistemas de armas com o projeto do SUBICS, que é uma família de módulos de sistemas de combate constituídos de

sonar, optrônicos, MAGE, radar, "link de dados" e modernos "displays" táticos de processamento automático e contínuo de grande número de alvos. O sistema pode operar, ainda, contra-medidas do tipo anti - bloqueio.

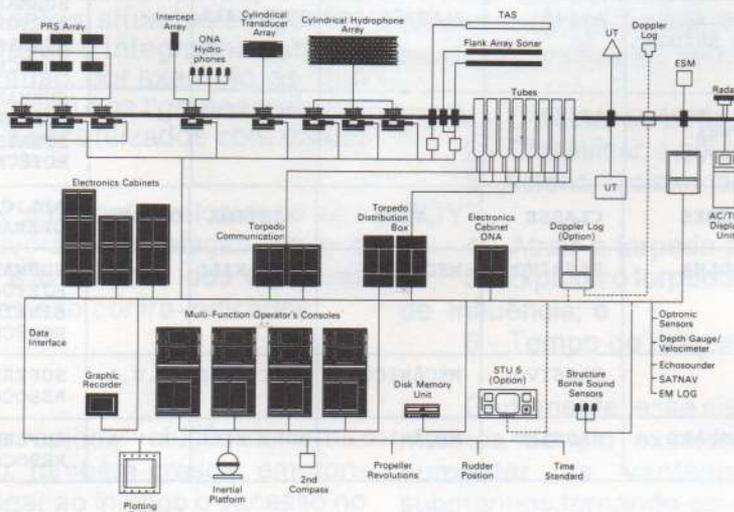
KRUPP-ATLAS-ALEMANHA

Os alemães têm desenvolvido através da Krupp Atlas um sistema integrado de direção de tiro e sonar para pequenos e médios submarinos conhecidos como OSID. Este sistema faz acompanhamento, análise e classificação dos alvos, sugerindo tipos de torpedos e permitindo o controle a fio através de um "display" com a apresentação geográfica torpedo/alvo.

O sonar possui arranjos hidrofônicos cilíndricos e de interceptação, além de um sofisticado subsistema de detecção de ruídos próprios com hidrofones e acelerômetros, estando associado a computadores algoritmos com detecção panorâmica em banda larga, detecção por pulso sonar, detecção dos ruídos próprios hidrodinâmicos e de maquinaria, análise áudio dos ruídos, pulsos sonar de banda larga, análise DEMON e análise LOFAR.

Também está desenvolvido pela KRUPP o moderno sistema ISUS, disponível em diversas configurações para os submarinos IKL alemães, e que permite aplicações variadas no campo tático. Tal sistema é composto de consoles multifunção com apresentação "display" colorida, transferência digital de dados via "barra de dados", completamente integrado aos principais sensores: sonar de ataque, sonar rebocado, "flank array sonar", sonar de interceptação, periscópios, MAGE, radar e equipamentos de navegação, o que propicia capacidade automática de acompanhamento e análise dos alvos.

O sistema integra os dados provenientes dos diversos sensores apresentando a melhor solução do problema de tiro nos "displays" dos consoles.





SNA e DATAMAT-ITALIA

Os Submarinos da classe SAURO estão sendo desenvolvidos pela SMA e DATAMAT e incorporam o SACTIS, um sistema integrado que provê organização das informações e controle de disparo dos torpedos. Os dados dos sensores são fornecidos para o sistema automaticamente. Ao mesmo tempo, qualquer outra informação relevante pode ser injetada manualmente. O sistema passa então a apresentar nos "display" os dados processados ou não, em quatro diferentes configurações: quadro geral da situação não filtrada, quadro tático, página tempo x marcação e análise do movimento do alvo.

O sistema também calcula a previsão de alcance sonar próprio e dos sonares inimigos esperados, e apresenta o perfil batitermográfico local.

O equipamento compreende dois subsistemas principais e dois grupos de "displays", controlados por um computador ROLM MSE 14 com memória de disco.

FERRANTI-INGLATERRA

A firma inglesa desenvolveu o DCC para os submarinos da classe "UPHOLDER" da RN. O DCC (assim como o SACTIS italiano) é um sistema integrado de organização de informações e controle de torpedos. O sistema é composto por dois computadores FM 1600 que controlam um conjunto de três consoles.

O DCC possibilita um alto grau de redundância, uma vez que apenas um dos computadores é necessário para controlar os três consoles. O sistema é operado por três homens (um em cada console) e possibilita que a mudança de funções e apresentações nos "displays" seja feita rápida e facilmente, assegurando um alto grau de flexibilidade de operação.

O comando pode selecionar "displays" para o controle de torpedos guiados a fio, mísseis lançados em imersão ou salvos.

SINGNAAL-HOLANDA

A Signaal, que atualmente faz parte da empresa francesa Thompson CSF, produz dois sistemas: O SINBADS que é um sistema integrado de combate e processamento de dados e o GIPSY, um sistema de processamento de dados e controle de armas.

Os dois são bastante distintos entre si. O SINBADS é um sistema de armas bem compacto e digitalizado, desenvolvido para pequenos submarinos costeiros, e está atualmente operacional em submarinos da Argentina, Equador, Grécia, Indonésia, Peru e Turquia. É operado por apenas um homem num dos três "displays" (um gráfico para a avaliação do alvo, um geográfico torpedo/alvo e um alfanumérico para introdução de dados). Este sistema acompanha automaticamente 5 alvos e controla simultaneamente 3 torpedos guiados ou não. Os sinais são processados por um filtro "Kalmam".

O sistema GIPSY foi desenhado especificamente para o submarino de ataque classe "WALRUS". Ele possibilita ao operador um controle total do arranjo sonar, apresentação TEMA, classificação de contatos através de um banco de dados, TMA ("Target Motion Analysis"), "displays" táticos e um quadro geral da situação.

O SISTEMA NORUEGUÊS

O sistema MS1-90U foi desenvolvido especialmente para

os submarinos tipo 211 da Marinha Alemã e os submarinos classe ULA noruegueses. Ele é baseado num computador da novíssima geração tipo KS 900F com consoles de múltiplas funções e alta redundância em caso de falhas.

BOFORS-SUÉCIA

A BOFORS ELETRONICS vem desenvolvendo o sistema NEDPS (Nackem Eletronic Data Processing System) para os submarinos da classe "NACKEN" e "VASTERGOTLAND". O sistema integra o controle de disparo de armas e organização de informações automaticamente. Compreende dois consoles de multifunções para apresentação tática e controle de armas. Em emergência, um console pode suprir ambas as funções permitindo um alto grau de redundância. A apresentação vídeo é alfanumérica e a interação homem/computador se faz através de teclado e "tracker ball".

O sistema pode acompanhar automaticamente cinquenta alvos, com solução para até dez e, simultaneamente, o computador atualiza os dados de controle de fogo para disparo das armas, bem como o controle automático pós-lançamento de torpedos guiados a fio, com possibilidade de controle simultâneo e independente de até doze torpedos!

Os recentes avanços ocorridos, principalmente nos últimos cinco anos, na capacidade de processamento, apresentação vídeo e gráfica demonstrados nos exemplos acima de sistemas de armas para submarinos, parecem indicar que a essência da guerra submarina vem sofrendo uma ponderável mudança. A idéia do clássico engajamento submarino versus navio de superfície ou versus outro submarino, com a conseqüente execução do ataque torpédico está, a mercê de toda esta capacidade tecnológica, evoluindo e necessariamente levando os submarinistas ao estudo de novas aplicações táticas.

Na nossa própria Força de Submarinos temos presenciado a evolução dos sistemas de armas, a partir do TDC, passando pelos desenvolvimentos de "Hard" e "SoftWare" do TIOS, e finalmente chegando ao KAFS, este último no mesmo patamar dos mais avançados sistemas europeus.

Para fazer valer este novo binômio, submarino + sistema de armas, há necessidade cada vez mais presente de preparar o homem - o submarinista - que a despeito de toda a alta tecnologia empregada predominará sobre a máquina e, acertando ou não, definirá a prioridade dos alvos e o instante de disparo.

É certo, no entanto, que várias indagações se apresentam:

- Como o Comando do Submarino (e a EDA) deve interagir com o sistema de armas para obter a solução mais rápida e confiável?

- Como obter o mais eficiente uso dos sensores, levando-se em conta as características do cenário tático?

- Como maximizar a rate de dados a serem introduzidos no sistema de armas, antes e após o disparo?

Estas e outras questões vêm sendo respondidas através de avaliações operacionais, adestramentos no mar e nos simuladores de ataque. Desafiam, e assim precisa ser, a mente dos que no mar terão não só o privilégio mas o dever de decidir acertadamente num exíguo espaço de tempo ... valendo lembrar que por mais sofisticado que seja o torpedo, quem vai levá-lo ao encontro do inimigo será o sistema de armas, mas com a ajuda competente do homem.

Subics: Um Verdadeiro Sistema de Combate Integrado

ENG. JEAN - CLAUDE CONSTANTINO (THOMSON - CSF)

INTRODUÇÃO

Com o emprego de sensores cada vez mais eficazes, é de se esperar que, para manter a vantagem tática, novas funções se tornem necessárias. Elas constituem uma ajuda efetiva à integração dos dados para o estabelecimento de uma situação tática clara, sem sobrecarga excessiva dos operadores, em especial nos seguintes casos:

- detecção e rastreamento automáticos
- associação/fusão de dados
- defesa antitorpedo

As funções que permitem esta integração dos dados pressupõem um nível de automação adequado e perfeitamente adaptado à realidade das características de desempenho do ser humano.

Os processos de definição, que possibilitaram assegurar sua coerência funcional, permitiram igualmente assegurar sua autonomia, de tal sorte que essas funções podem ser oferecidas independentemente para fins de modernização.

O SISTEMA SUBICS

SUBICS é uma família modular de sistemas de combate integrados desenvolvida para adequar-se aos requisitos de desempenho exigidos pela maioria das marinhas modernas e prover um potencial de expansão para atender à novas exigências, em caso de modernização ou de novos programas de construção de submarinos.

SUBICS é um sistema realmente integrado, o que significa dizer que todos os três principais recursos, quais sejam ferramentas de manuseio, módulos de software de processamentos de dados e módulos de hardware foram integrados.

Os resultados do emprego da agora clássica integração do manuseio, isto é, o uso de Consoles Comuns Multifunção (MECC) para qualquer tarefa, foram dobrados: primeiro, conseguiu-se otimizar o desempenho individual de cada operador graças a um acesso mais fácil ao sistema; segundo, foi possível adaptar precisamente o número de operadores de acordo com os requisitos das diversas fases de uma missão.

Uma melhoria adicional neste setor está sendo introduzida nos consoles dos modernos sistemas de combate. Eles não somente incluem os controles tradicionais e as ferramentas usuais no processamento da imagem, mas também tiveram a capacidade de processamento dos dados incrementada de tal ordem, deixando de fato de serem apenas consoles, que passaram a ser verdadeiras "work stations". Os resultados dessa evolução são igualmente dobrados: primeiro, um maior desempenho com os comandos locais graças às várias funções assistidas por computador, que permitem um apuro nas soluções do sistema



através de processos iterativos; segundo, uma melhor disponibilidade do desempenho do sistema, tendo em vista que a "work station" é a primeira ferramenta no caso dos sistemas mais seguros com arquitetura distribuída.

Os resultados da integração hardware, isto é, o uso de um mesmo tipo de processador para tratamento de sinal e dados, tanto a nível de sensores quanto a nível de sistema foram, obviamente: primeiro, uma minimização dos custos do ciclo de vida útil do material através de uma drástica redução das quantidades de componentes e sobressalentes; segundo; uma redução dos custos e dos equipamentos e uma maior eficiência no desenvolvimento do software com um reduzido número de tipos de hardware.

O terceiro e menos trivial aspecto da integração, que representa de fato uma característica única somente encontrada na família SUBICS, é a integração de dados. O resultado dessa característica é conseguido não somente pela clareza da situação tática da forma como é apresentada, mas também pelo fato dela poder ser gravada por longos períodos sem choques de redundância e reutilizada durante a missão.

Para oferecer essa característica, que sempre foi reconhecida como sendo desejável desde a introdução das técnicas de "multiarrays", multisensores e multiprocessamento, tornou-se mister desenvolver um nível de automação definido com precisão. Precisamente definido, em relação às habilidades específicas do homem e da máquina, para assegurar, com a maior eficiência possível, a repartição das tarefas entre eles e permitir aos operadores e ao comando ocuparem-se das tarefas mais nobres, ou seja, tomando decisões rápidas e acuradas, melhor do que



executando tarefas óbvias e repetitivas, tais como seleção e associação de dados.

Este nível preciso de automação foi obtido com a família SUBICS, tanto a nível de sensores como a nível de sistema.



Pelo lado dos sensores, principalmente, um conjunto de funções automáticas já foi testado no mar, entre as quais:

- detecção automática (em meio perturbado por ação de "jamming"),
- rastreio inicializado automaticamente (junto com inicialização feita por operador para ser usada em caso de situação complexa excepcional).
- análise automática do movimento do contato (junto com um TMA interativo para afinar as soluções de trajetória, obtidas dos processos automáticos, ou para resolver situações de ambigüidade, nos casos de perda dos parâmetros de entrada).
- associação automática de trajetórias com simultânea fusão de dados (junto com processos iterativos para acrescentar ou suprimir falsas associações).
- funções de pós-lançamentos automáticas para guiagem de torpedos.

Na mesma linha de evolução, uma outra característica exclusiva atualmente sob avaliação, poderá ser oferecida futuramente com o nível de automação da família SUBICS MK 2: defesa, incluindo funções de alerta multisensores; planos de evasão; controle das operações de interferência eletrônica e de despistadores.

Por outro lado, parcialmente a nível de sensores e de sistema, um conjunto de funções assistidas por computador já é usado a bordo de vários submarinos (em complemento àquelas acima citadas para controlar ou apurar as soluções automáticas) tais como:

- identificação e classificação interativa (usando um banco de dados especialmente formatado para assinaturas acústicas, reais ou supostas, podendo ser expandido e atualizado em terra ou a bordo).
- funções de determinação das ameaças (usando um banco de dados relacionado com registros relativos ao

desempenho de contradetecção, comportamento habitual, desempenho das armas... etc, das possíveis ameaças),

- funções de planejamento de ataque e evasão (usando funções de simulação integradas para escolha e decisão da reação mais apropriada em bases quantitativas).

Para concluir, podemos dizer que o Conceito de Projeto de Integração, o qual tem sido de fato o resultado da bem conhecida técnica (mas raramente trazida a níveis operacionais práticos) "Top-down", teve precedência no desenvolvimento do sistema, cujas principais características são eficiência de combate e flexibilidade desde que os seus vários elementos:

- reduzido conjunto de componentes de "hardware" (única maneira de reduzir os custos do ciclo de vida útil dos equipamentos);
- conjunto compreensivo de funções coerentes (única maneira de manter a necessária vantagem técnica); e
- conjunto ergonômico dos componentes de manuseio e de funções (única maneira de assegurar a eficiência global da equipe homem-máquina);
- possam ser oferecidos todos juntos dentro de um Sistema de Combate Integrado ou, separadamente, na modernização de sistemas do tipo "federados" existentes.



STATUS DO PROJETO:

SUBICS MK1 : desenvolvimento terminado, subconjuntos já testados em provas de mar, sistema operacional na Marinha Nacional Francesa.

SUBICS MK2 : novo desenho, incluindo características "upgrade" do projeto MK1 e algumas outras do sistema SPECTRUM/SEWACO da THOMSON SIGNAAL APPARATEN.

Projeções para os Anos 90

CT MARCOS SILVA RODRIGUES

As mudanças na situação mundial nos últimos tempos têm sido surpreendentes. A guerra no Golfo Pérsico, o colapso da União Soviética, o desmonte do Pacto de Varsóvia e a democratização do leste europeu, nos levam a crer que o conflito leste-oeste terminou. Mas, ao mesmo tempo, a instabilidade em muitos países do mundo continua, não só em decorrência da diminuição da influência militar e política soviética sobre eles como da disputa por interesses no campo econômico, que podem levar nações ao conflito armado.

A década de noventa será marcada pela disputa regionalizada, em que a característica principal será a de uma guerra limitada sem os contornos de uma guerra fria. Parece bem razoável supor que os Estados Unidos e seus aliados, ou ainda forças militares soviéticas, possam vir a intervir nessas situações beligerantes ou mesmo ser um dos envolvidos nos diversos tipos de conflitos, tais como: rebeliões, revoluções, atentados e disputas armadas internacionais; objetivando logicamente, a defesa de seus interesses.

Não nos resta dúvida que o ambiente em que ocorrerão esses conflitos será o dos países do Terceiro Mundo. No cenário que ora se delineia, o emprego do submarino, no campo do poder marítimo, continuará a ser uma arma atual. Por suas qualidades de onipresença e por negar ou dificultar ao inimigo o uso de uma área, os submarinos continuam a produzir nas forças de oposição um grande efeito psicológico, que poderá ser decisivo em acordos políticos ou numa tomada de posição futura por uma das nações beligerantes.

Nesse contexto o submarino nuclear ou convencional, sendo o último empregado em maior número, é o que de melhor se enquadra no emprego estratégico/tático, como uma resposta rápida às situações de crise em todas as áreas do oceano.

Na guerra do Golfo mais do que nunca, ficou comprovada a fala de Karl Von Clausewitz, que disse: "A guerra é determinada pela natureza das armas disponíveis". É previsível, portanto, que as armas submarinas serão adequadas a uma filosofia de desenvolvimento, que levem em consideração a atual época de austeridade e ao ambiente das guerras do Terceiro Mundo: águas rasas e regras de batalhas baseadas nos objetivos políticos e econômicos. No que tange ao armamento a ser empregado nos submarinos, a tendência para a próxima década mostra-nos o seguinte quadro:

1. Míssil Balístico de uma única cabeça de combate:

Tendo um grande alcance e sendo altamente preciso, este tipo de míssil poderá definir uma guerra, limitando a sua duração ou impedindo que outra nação utilize o seu armamento nuclear, tendo em vista que um número crescente de países começam a possuir capacidade de ter armas nucleares.

Uma agressão nuclear pode parecer uma solução estranha, mas para os países desenvolvidos poderá ser a única forma de trazer alguma sanidade para as guerras limitadas. Além do mais, esta hipótese só ocorrerá se a situação tornar-se totalmente desfavorável para eles, como por exemplo, a guerra se desenvolvendo num meio hostil como numa floresta tropical ou onde a mobilização logística para o conflito fique inviável, o que justificaria uma tomada de posição desgastante em relação a opinião pública mundial.

2. Torpedo eletro-acústico guiado a fio:

Apresenta o melhor custo benefício quando utilizado contra outro submarino. Esta afirmativa é baseada no fato de que um conflito ocorrendo será predominante em águas rasas, ambiente barulhento de fortes reverberações, anomalias costeiras e uma intensa vida marinha. O torpedo empregado nessa área deve ser tão oculto em sua trajetória quanto a sua plataforma, e deve ser equipado com baterias de alta densidade, possibilitando a arma o desenvolvimento de grandes velocidades. Um torpedo de propulsão térmica de ciclo fechado poderia ser aplicável, mas o seu custo de desenvolvimento parece ainda fora de cogitação. Os torpedos elétricos com alta velocidade são bastante praticáveis, pois os seus barulhos próprios de cavitação e de turbilhonação são minimizados, e por conseguinte sua busca é maximizada quando operando no modo passivo. Esses torpedos devem ser equipados com um sonar panorâmico para operação no modo ativo e passivo, que possibilite a resolução do problema de profundidade.

3. Míssil antinavio:

Por suas características de alcance, alta velocidade subsônica associada a uma trajetória "sea skimming", um sistema de busca combinado ativo e passivo e levando uma boa quantidade de explosivo, esta arma representa uma boa opção contra navios de superfície. Na escolha da arma a ser utilizada, os mísseis têm a seu favor, se comparados aos torpedos, vários pontos: o meio de deslocamento, o alcance de seu sistema de busca e, o mais importante, a sua capacidade de absorver um maior erro na solução do problema de tiro.

Hoje em dia, a tática utilizada pelos meios de superfície baseia-se em pernadas com períodos não maiores do que dois minutos e guinadas de pelos menos de 150°. As buscas anti-submarinas passaram a ser feitas com maior intensidade por aeronaves e sonobóias; a essa ação os submarinos reagiram obtendo a solução dos dados do alvo e o lançamento de seu armamento a longas distâncias.

4. Míssil de Ataque:

É a arma mais efetiva em um ataque litorâneo, quando lançada de um submarino longe da costa e distante



da batalha em terra. Além de ser seguramente empregado com um grau de surpresa, o seu sistema de governo pode ser tão apurado em alcançar alvos em terra, que atuações políticas decisivas podem derivar na destruição de objetivos de alto valor. A utilização de ataques por aviões contra alvos semelhantes leva o risco político de perda da tripulação militar, com isso a utilização de aeronave, em conflitos de baixa intensidade, representa um risco desnecessário que pode ser perfeitamente contornado. Quando o emprego de aviões se torna inevitável, a solução proposta seria a aplicação dos mísseis de ataque tipo "TOMAHAWK", por exemplo, antecedendo as aeronaves, com o objetivo de suprimir as defesas aéreas e desorganizar o controle do inimigo. Tal ação, em última análise, visa reduzir as adversas implicações políticas com a perda de tripulação.

Para tornar o míssil de ataque mais flexível para os conflitos dos anos 90, torna-se necessário que os mesmos

sejam menos custosos que os atuais. Aceitando-se alguns compromissos, pode-se torná-lo mais aplicável para um conflito do Terceiro Mundo, por exemplo; desenvolvendo-se um controle de trajetória simplificada, menos contramedidas na arma e um sistema de direção por inércia com um contínuo e apurado suprimento de posição por dois satélites fixos.

Conclusão

Não resta dúvida que as limitações impostas pelo cenário atual levarão a transformações no emprego das armas submarinas e no desenvolvimento das mesmas com o intuito de reduzir os seus custos.

Deve ser dito, entretanto, que nenhum desses torpedos e mísseis seria eficaz ou eficiente sem um sistema de direção de tiro completo. Precisa exatidão na identificação e solução do problema de tiro significarão que menos armas serão necessárias para neutralizar um único alvo.

Imprensa Naval

buscando qualidade a preços acessíveis

A IMPRENSA NAVAL, visando a um melhor atendimento às necessidades dos serviços gráficos do Ministério da Marinha, de outros órgãos públicos e demais serviços extra-Marinha, entrou na era da editoração eletrônica, acompanhando o ritmo acelerado da tecnologia e a evolução do mercado gráfico, para proporcionar a seus clientes produtos de qualidade a preços acessíveis. Contando com mão-de-obra e maquinário especializados para projetar, desenvolver e produzir livros, jornais, revistas, boletins, formulários contínuos, cartões sociais e outros impressos, a IMPRENSA NAVAL, também, oferece a seus usuários assessoramento técnico, quanto à editoração de suas publicações, desde a entrega dos originais até o produto final.

Seu parque gráfico, em constante processo de modernização, está equipado com:

- sistema modular MCS-8400, de fotocomposição
- microcomputadores, softwares Página Certa e PageMaker, impressora a laser (que permitem o recebimento de textos em disquetes, gerados no editor de textos Carta Certa, para efetuar a diagramação eletrônica, troca simultânea de corpos e fontes de letras com alta qualidade de impressão)
- impressoras offset (a traço, chapado e policromia), para serviços de grandes tiragens, e tipográficas
- encadernadora, guilhotina e grampeadora
- impressora, dobradeira e alceadeira de formulários contínuos, em até 4 vias, carbonados ou autocopiativos.

Estamos prontos para atender à demanda de serviços gráficos, também, em escala industrial, das Organizações Militares, de outras entidades públicas e de empresas.

A IMPRENSA NAVAL faz um convite a você:

"Venha conhecer-nos e certificar-se de que atenderemos suas necessidades em artes gráficas a preços e prazos competitivos."



IMPRENSA NAVAL
Rodovia Washington Luiz, Km 124 Tels: 391-7720, 771-8416 e 771-5499
Duque de Caxias — Rio de Janeiro FAX: (021) 771-8190



Sistemas de Navegação Inercial: última fronteira da indiscrição de um Submarino

CMG RONALDO FIUZA DE CASTRO

INTRODUÇÃO:

As operações de submarinos sempre estiveram limitadas pela sua taxa de indiscrição que, no passado, era função direta da necessidade de carregar baterias para propulsão ou renovar oxigênio para a tripulação. O advento da propulsão nuclear e conseqüente abundância de energia disponível, proporcionou ao submarino uma grande independência da superfície, tanto para mobilidade quanto para habitabilidade e, portanto, reduziu drasticamente a sua taxa de indiscrição. Esta taxa não está reduzida a zero pela necessidade, que ainda hoje existe, de obter informações externas e, portanto, expor-se para poder navegar com precisão. A solução final deste problema está no Sistema de Navegação Inercial (SNI), na sua concepção ideal, o único capaz de navegar independente daquelas informações.

1.0 Histórico

A necessidade de conhecer sua posição é o mais velho desafio de um marinheiro e as soluções que foram sendo encontradas ao longo da história estão diretamente relacionadas com o estágio de desenvolvimento tecnológico alcançado pela humanidade. A precisão com que esta posição é obtida muitas vezes separou a vitória da derrota e o sucesso do desastre.

Para um submarinista, que tem na sua discrição a chave da sua sobrevivência, obter a posição de seu navio sempre foi um exercício difícil e perigoso; difícil pois tinha que acrescentar às dificuldades naturais de seu companheiro de superfície aquelas advindas de uma plataforma normalmente solitária, de tamanho exíguo, cujas informações fluíam através de periscópios ou de antenas, nem sempre adequadas à arte de navegar; perigoso porque o fato de expor qualquer parte de sua estrutura é um convite à detecção e mais ainda se esta exposição é feita em horas certas como os crepúsculos ou passagens meridianas de astros ou satélites artificiais.

Se a posição de um submarino era importante para o seu deslocamento com segurança ou posicionamento adequado para ataque ao tráfego marítimo inimigo, tornou-se essencial quando, assumindo dimensão de dissuasão nuclear estratégica, ele foi equipado com mísseis balísticos. Não bastava, nesse caso, conhecer-se a posição do submarino, era preciso identificar também o tamanho do erro cometido ao determiná-la, transferir tudo para o míssil, com uma precisão compatível com o emprego esperado da arma.

Outra razão importante para o grande esforço científico e tecnológico, empreendido pelas nações mais adiantadas na procura de um sistema de navegação para submarinos, que fosse independente da superfície, foi a transferência do provável cenário de emprego desses meios para o Oceano Ártico. O emprego do submarino em águas congeladas e

muitas vezes abaixo da calota de gelo obriga, por questões de segurança, a um esforço extraordinário em manter sua posição atualizada, ao mesmo tempo que impede a utilização da maioria dos auxílios externos à navegação.

A solução para todos os problemas e necessidades apresentadas acima já era conhecida há muito tempo, bastava ter um sensor capaz de medir acelerações e saber orientá-lo convenientemente no espaço. A aceleração medida seria duplamente integrada no intervalo de tempo considerado e assim seria obtida a posição.

A implementação dessa solução levou quase um século entre os primeiros estudos teóricos e a sua realização prática. Seus fundamentos remontam ao século XVII quando NEWTON formulou as leis básicas da mecânica, mas seus princípios só foram estabelecidos por LEON FOUCAULT em 1852 ao demonstrar que o plano de oscilação de um pêndulo permanece invariável no espaço. A observação dessa mesma propriedade no plano de rotação de um giroscópio deu a FOUCAULT um sensor capaz de se orientar convenientemente no espaço. O acelerômetro, sensor capaz de medir acelerações lineares, já era bastante conhecido na época, graças aos estudos de NEWTON.

Esta descoberta permaneceu esquecida por quase meio século, esperando um desenvolvimento mais apurado do giroscópio. Em 1908 o inventor alemão ANSCHUTZ-KAEMPFE construiu o primeiro giroscópio capaz de medir a velocidade angular de rotação da Terra com precisão e portanto orientar-se para o norte verdadeiro que, como sabemos, é a direção deste vetor velocidade angular pela velha e conhecida regra da mão direita, dos saudosos tempos da EN.

Infelizmente, a agulha giroscópica desenvolvida só funcionava corretamente se o navio não guinasse, isto é, se não sofresse nenhuma aceleração. Somente dez anos mais tarde o professor alemão MAX SCHULER conseguiu resolver esse problema e os navios puderam usar o primeiro sensor inercial — o giroscópio — como um auxílio à navegação, ainda não era um sistema de navegação inercial, mas caminhava-se para tal. Este só apareceu, também na Alemanha, no final da Segunda Guerra Mundial, com os mísseis V-2. Ainda eram muito rudimentares mas capazes de dar as informações necessárias para o míssil atingir a cidade de Londres.

Mas foi nos EUA, graças a equipe do professor CHARLES S. DRAPER, que o SNI atingiu um estágio capaz de assumir as funções do navegador ideal que tanto se precisava. Aliando uma rara capacidade de liderar cientistas, engenheiros e técnicos a uma inteligência privi-legiada, pôde o professor DRAPPER superar as intermináveis e bizantinas

discussões, que aconteciam na Europa e mesmo no Departamento de Física do MIT, universidade onde ele era catedrático no Departamento de Engenharia Aeronáutica, a respeito da impossibilidade teórica de implementação de um SNI, tendo em vista o princípio da equivalência de EINSTEIN. As soluções encontradas por DRAPER para esse e outros problemas serão apresentadas adiante.

O QUE É...

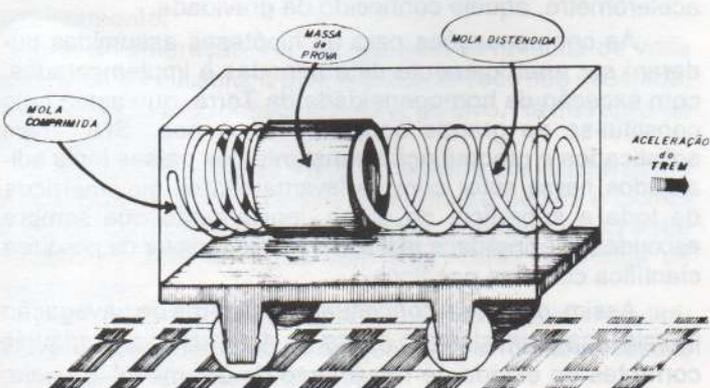
Para entender melhor o que é um Sistema de Navegação Inercial (SNI) começaremos com um exemplo simples e didático. Vamos imaginar que o nosso problema seja determinar a posição do trem que se desloca numa via férrea única e conhecida.

Inúmeras são as formas que poderiam ser usadas para resolver esse problema, um simples mapa com pontos conspícuos do terreno em volta da ferrovia e a correlação visual feita pelo maquinista já definiria com bastante precisão a posição do trem. Sensores colocados sobre os trilhos que sentissem a passagem do trem identificariam perfeitamente a sua posição. Qualquer método eletrônico tais como LORAN, OMEGA ou até mesmo com auxílio de satélites artificiais, como o NAVSAT ou GPS, também poderiam ser usados. Em todas essas soluções haveria uma coisa em comum — a necessidade de informações externas — ou seja, de alguma forma de informações, não obtidas internamente ao sistema trem, precisariam ser colhidas para que fosse possível obter a sua posição.

Para determinar a posição do trem e usar apenas informações internas ao sistema, seria preciso obter a distância que o mesmo percorreu na via férrea. Nesse caso, apenas um dado seria necessário — a distância que o trem está de uma determinada origem — por exemplo, uma estação. A distância do trem para esta estação, ao longo da via férrea, definiria perfeitamente a posição do trem.

Para obter diretamente essa distância será necessário algum tipo de odômetro, possivelmente algo associado ao número de rotações de suas rodas ou coisa semelhante, ou então medir a velocidade instantânea do trem por algum sensor de pressão do arrasto aerodinâmico e integrá-la para obter a distância percorrida.

Constatamos que em qualquer dos casos a imprecisão seria muito grande, pois, ou se estaria desprezando distâncias percorridas com as rodas deslizando, ou aceitando a velocidade em relação a massa de ar como sendo a velocidade do trem no solo.



Se ao invés de tentar medir diretamente a distância percorrida ou a velocidade do trem se procurasse medir a aceleração desenvolvida na direção de seu movimento, poder-se-ia determinar também a sua velocidade e distância percorrida, por simples processos de integração.

Esse processo traz a grande vantagem de poder usar, para medir a aceleração, a propriedade inercial de uma massa; ou seja, a imprecisão dos parâmetros medidos depende apenas da sofisticação do sensor de aceleração. Para um trem basta um acelerômetro fixo e alinhado ao seu eixo principal para medir sua aceleração e um integrador para obter sua velocidade e posição.

Esta forma de obter a posição do trem funcionaria perfeitamente se o mesmo trafegasse sempre em regiões planas, se tentasse porém subir ou descer qualquer ladeira o acelerômetro daria uma indicação errada da aceleração específica, isto é, indicação errada da aceleração que contribui para o seu deslocamento. Essa indicação aparentemente errada acontece porque, ao inclinar-se, o acelerômetro "sente" também a aceleração da gravidade. É necessário, portanto, implementar algum mecanismo que impeça o sensor de indicar essa aceleração indesejável. A solução mais simples é colocar-se o acelerômetro sobre uma plataforma estabilizada permanentemente no plano horizontal. Consegue-se dessa forma que o acelerômetro não "sinta" a aceleração da gravidade.

O grande problema da solução acima reside na determinação desse plano horizontal. Qualquer tentativa de obtê-lo usando o conhecido "fio de prumo" esbarra exatamente na aceleração específica que desejamos medir, pois o prumo seria "desviado" pela ação dessa aceleração. Assim sendo, não é possível usar a implementação "pendular" para a horizontalização da plataforma estabilizada.

A solução para esse problema está em se montar sobre a plataforma estabilizada dois acelerômetros com eixos perfeitamente ortogonais. Um dos acelerômetros deverá ser mantido sempre na vertical "lendo", a cada instante, o valor exato da aceleração da gravidade, o outro assim ficará imune a essa aceleração e poderá nos indicar a aceleração específica que nos interessa.

O problema com a implementação apresentada acima é que precisamos conhecer o valor exato da aceleração da gravidade em qualquer ponto da trajetória do trem. Evidentemente que esse não é um problema trivial e sua solução depende da precisão que desejamos para a posição do trem.

A solução mais simples será considerarmos um valor único para a gravidade na superfície da Terra. Esta opção, facilmente implementada, faria, por exemplo, o acelerômetro vertical "ler" sempre a aceleração de 9,81 metros por segundo ao quadrado, que é a gravidade média na superfície da Terra. Este acelerômetro estaria acoplado ao motor de controle da plataforma estabilizada que providenciaria a sua rotação sempre que a leitura defasasse do valor previsto.

Assim, adotamos essa solução adotamos três grandes hipóteses, por enquanto aceitáveis:

- a Terra está parada;
- a Terra é esférica;
- a Terra é homogênea.

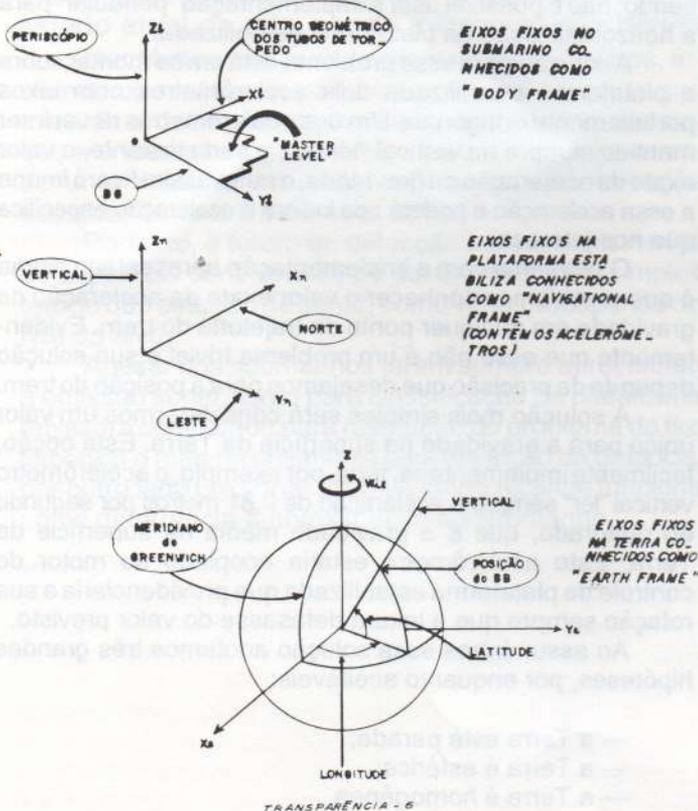


No exemplo acima aproveitamo-nos do fato de um trem só possuir um grau de liberdade e portanto ter sua posição perfeitamente definida com apenas uma dimensão. Poucos são os móveis na natureza que se comportam que nem um trem, o mais comum é que tenham dois graus de liberdade como um navio de superfície ou até três graus como o avião, o míssil e o submarino.

Para esses móveis o processo de navegação é bem mais complexo, pois exige a criação de um sistema de eixos coordenados com origem e orientações conhecidas e, pelo menos, uma medida para cada grau de liberdade do móvel. A propriedade inercial de uma massa em rotação é a forma usada para a criação dos eixos coordenados e sua estabilização no espaço, o que permite construir um sensor capaz de manter um eixo fixo no espaço e, o que é mais importante, medir a velocidade angular desse eixo em relação a outro eixo ortogonal, velocidade angular que, como grandeza vetorial, tem intensidade, direção e sentido. Ou seja, por pura aplicação das Leis de NEWTON, podemos construir dois tipos de sensores inerciais, o primeiro para medir acelerações lineares e o segundo para medir velocidades angulares. Chamamos ao sensor que mede aceleração linear de acelerômetro e o que mede velocidade angular de giroscópio.

Para escolha dos eixos coordenados e sua origem aparece o segundo dos grandes problemas de um SNI, pois queremos navegar na Terra que, ao girar no espaço, retira a qualidade inercial de qualquer referencial que a ela seja solidário.

EIXOS DE REFERÊNCIA NO SNI



A solução encontrada para contornar esse problema foi escolher os eixos de tal forma que minimizem os erros introduzidos, ao mesmo tempo que procura-se compensar tais erros pelo conhecimento do seu modelo analítico, ou seja, escolhamos os eixos coordenados de tal forma que um deles seja o próprio eixo de rotação da Terra e os outros tenham velocidade angular conhecida.

Esse truque permite que se considere o sistema de eixos, centrado no centro da Terra e a ela solidário, orientado nos sentidos POLO NORTE-MERIDIANO de GREENWICH e o complemento que produza um triedro direto, como pseudo-inercial. Os outros movimentos da Terra poderão ser ou compensados ou esquecidos, dependendo da precisão desejada para o SNI.

Uma vez fixados os eixos de referência, será preciso colocar sobre suas projeções os acelerômetros que medirão a aceleração linear do móvel na direção de cada um dos eixos. Aqui aparece o problema já descrito anteriormente, pois queremos medir aquela aceleração na superfície da Terra, que é sujeita a aceleração da sua gravidade bem como a de todos os outros astros do universo. Ou seja, queremos medir acelerações resultante de forças de contato num ambiente em que existem acelerações resultante de forças de campo.

O estudo prático da implementação de um SNI sofreu grandes contestações quando EINSTEIN publicou o seu famoso princípio da equivalência em que demonstrava ser impossível separar as forças de campo das de contato, ou seja, não importava quão sofisticado fosse desenvolvido o acelerômetro, que seria sempre impossível distinguir as forças e conseqüentes acelerações que movimentavam o submarino, daquelas, como a gravidade, que não interferem no seu movimento.

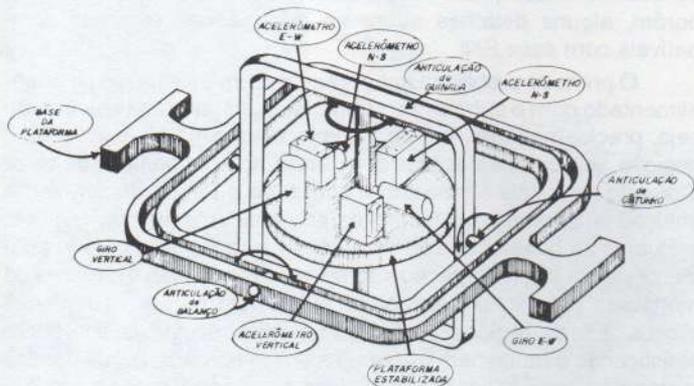
As discussões teóricas sobre o problema acima hoje fazem parte da história da Física e demonstraram claramente como uma necessidade eminentemente militar pode provocar e estimular imaginações criativas como a do professor/engenheiro CHARLES S. DRAPPER do MIT que, ao contrário de seus colegas europeus que continuaram discutindo a validade do princípio de EINSTEIN ou a impossibilidade física da implementação de um sistema de Navegação Inercial, assumiu a hipótese da Terra esférica, homogênea e parada, assim podendo ter um valor para aceleração da gravidade de módulo constante e direção sempre conhecida, bastaria então subtrair, vetorialmente, ao valor registrado no acelerômetro, aquele conhecido da gravidade.

As compensações para as hipóteses assumidas puderam ser analiticamente determinadas e implementadas, com exceção da homogeneidade da Terra, que ainda hoje constitui-se na grande causa de erros nos SNI mais sofisticados e preocupação constante dos países mais adiantados nesse setor com os levantamentos gravimétricos de toda a superfície do globo, logicamente que sempre escondendo a finalidade real sob o manto protetor da pesquisa científica com fins pacíficos.

Assim, podemos conceituar um sistema de navegação inercial como um sistema capaz de determinar as variáveis correntes do estado de movimento de um móvel, ou seja,



posição, velocidade e atitude, usando para tanto as propriedades inerciais de uma massa.



COMO FUNCIONA...

Como foi visto anteriormente, para implementar um SNI é preciso fazer algumas concessões às leis da física, aceitando portanto, "a priori", alguns erros que se refletirão na sua precisão de navegar. O gerenciamento correto dessas concessões gera um número grande de possíveis soluções e portanto de tipos diferentes de SNI.

Está claro que ao projetar um SNI para ser colocado num míssil balístico intercontinental, onde peso, volume e consumo de energia são variáveis que precisam ser minimizadas, existem requisitos e portanto implementações totalmente diferentes daqueles SNI projetados para um NAe. Estas grandes diferenças no seu funcionamento farão com que nos limitemos a explicar sucintamente a implementação de um SNI naval para emprego em submarinos.

Para poder entender melhor o funcionamento de um SNI naval daremos uma olhada rápida na origem e propagação de seus erros. A primeira e mais importante constatação é de que esses erros crescerão sempre com o tempo como o resultado natural do processo de integração.

Por mais perfeito que sejam os sensores inerciais e por mais completas que sejam as equações que definam a implementação analítica do modelo matemático da navegação, sempre haverá um resíduo de erro que irá se acumulando a cada integração, resultando num erro sempre crescente. Esta é a razão por que é definido o erro de um SNI em posição como o Erro Circular Provável (ECP) dessa posição ao final de um determinado tempo, ao contrário do que acontece nos outros sistemas de navegação onde esses erros são apresentados como ECP puros.

As fontes primárias de erros num SNI são as imprecisões de seus sensores inerciais, sobressaindo aquelas introduzidas pelos giroscópios. Esses erros são classificados como:

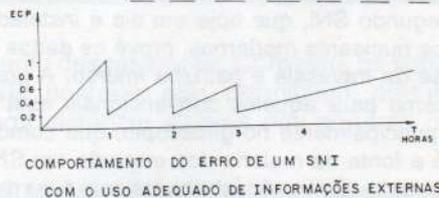
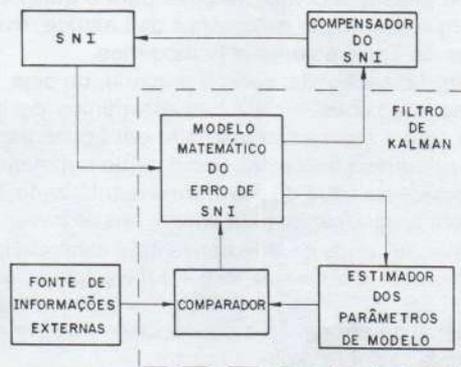
- compensáveis na fábrica;
- compensáveis no sistema em utilização; e
- não compensáveis.

Os erros de um SNI compensáveis na fábrica são aqueles cuja propriedade de repetência independe do móvel no qual está instalado, ou seja, são erros que se repetem independentemente do regime de acelerações que sofrerá o

móvel. Esses erros, tanto a nível de sensor quanto a nível de sistema, normalmente são corrigidos por software e são transparentes para o usuário.

Os erros não compensáveis são aqueles impossíveis de serem modelados física ou matematicamente tanto pela indeterminação da relação causa-efeito quanto pela dificuldade de expressá-los analiticamente; esses erros constituem o desafio da Engenharia Inercial e o pesadelo dos usuários que com eles são obrigados a conviver.

Os erros compensáveis no sistema são aqueles que o estado da arte identificou suas relações causa-efeito e suas expressões analíticas, podendo então serem transformados em tantas equações diferenciais do primeiro grau quantas sejam as variáveis de estado do modelo matemático identificado. Será então possível sintetizar-se um Filtro de Kalman que, usando informações externas ao SNI, possa eventualmente determinar os valores dessas variáveis e portanto compensar os erros do SNI durante sua operação normal.



Nesta apresentação não entraremos nos detalhes intrincados da modelagem dos erros de um SNI nem daqueles da síntese de um Filtro de Kalman. Limitaremos-nos a dar uma idéia de sua implementação num SNI para submarinos modernos.

O SNI PARA O SUBMARINO

O detalhe mais importante de um SNI para submarinos é que o mesmo irá operar na plataforma móvel mais estável já construída pelo Homem. Essa característica condiciona e permite uma simbiose perfeita entre o SNI e a plataforma. Não só o submarino precisa imensamente de um sistema de navegação auto-suficiente, como o SNI precisa imensamente de uma plataforma estável. Essa simbiose se traduz em que os maiores avanços no campo da Engenharia Inercial se deram em favor dos SNI para aplicação em submarinos, muito embora pouca coisa transpareça desses avanços, escondidos que são pelo segredo da pesquisa classificada.

A estabilidade da plataforma apresentada pelo submarino só aparece efetivamente quando o mesmo está



imerso, normalmente aumentando com a cota na medida que o submarino se afasta da superfície. Esta peculiaridade faz com que os SNI para submarinos modernos sejam na verdade dois sistemas independentes mas que trocam informações entre si.

O primeiro sistema, usado apenas na superfície, é constituído de plataforma estabilizada e sensores inerciais do tipo convencional. Sua tarefa é fornecer informações sobre a navegação para um submarino naqueles raros momentos em que transita na superfície, normalmente nas entradas e saídas de porto.

Sua implementação convencional permite que receba informações externas de velocidade do odômetro e de posição de sistemas eletrônicos de auxílio à navegação tais como LORAN, DECCA, OMEGA etc, ou mesmo de sistemas de satélites tais como NAVSAT e GPS, usando antenas convencionais de superfície. Seu erro, como SNI puro, situa-se na faixa de meia milha por hora, podendo ser compensado para uma milha a cada seis horas com o uso de um Filtro de Kalman que utiliza normalmente de doze a vinte variáveis de estado na modelagem de seus erros. Esses SNI possuem compensações para o efeito de rotação da Terra, com a introdução automática da Latitude, mas aceitam as hipóteses da Terra esférica e homogênea.

A "inicialização" desse SNI primário, ou seja, o estabelecimento das condições iniciais dos algoritmos de navegação, é realizada com o submarino atracado em águas tranquilas. Seus eixos de referência são estabelecidos, no submarino pela instalação judiciosa da base da plataforma estabilizada, nos sensores inerciais por programação (software) e nos de navegação por uma fase de "ereção" onde o plano horizontal é estabelecido pelo acelerômetro vertical e o meridiano é estabelecido pelos giroscópios NORTE e LESTE, "lendo" respectivamente a aceleração da gravidade no local de atracação e a velocidade angular de rotação da Terra projetada sobre o plano horizontal.

O segundo SNI, que hoje em dia é instalado apenas nos submarinos nucleares modernos, provê os dados de navegação para a fase de travessia e patrulha imerso. A grande diferença deste sistema para aqueles convencionais está nos sensores inerciais, principalmente no giroscópio, que como vimos anteriormente é a fonte da maioria dos erros de um SNI. Para esses sistemas os giroscópios são fabricados com suas massas girantes em forma de esferas, sustentadas por um campo eletrostático e giradas por um campo eletromagnético.

Esse processo de levitação da massa girante de um giroscópio permite anular praticamente todo o atrito, fonte dos torques indesejáveis que perturbam e precessionam os sensores convencionais. A solução introduz, no entanto, entre outros novos problemas, uma limitação muito acentuada no espectro de vibrações e portanto de acelerações que o giroscópio pode aceitar sem danos. Esta é, portanto, a razão porque um SNI que use giroscópios eletrostáticos só pode ser instalado em submarinos, que é uma plataforma muito estável quando submerso.

O giroscópio eletrostático é uma das mais sofisticadas peças de engenharia mecânica já desenvolvida pelo Homem, e os detalhes de sua construção são cuidadosamente guardados por quem os possui. O pouco que aparece na literatura ostensiva nos mostra que esse sensor praticamente não possui erros não compensáveis, ou seja, os poucos erros que ainda apresentam podem ter suas causalidades identificadas e portanto modelados de tal maneira que um Filtro de Kalman possa ser sintetizado para convergir com razoável rapidez.

Para esse SNI que usa um giroscópio tão sofisticado, não teria sentido uma implementação que pudesse introduzir qualquer

outro tipo de erro, portanto os seus detalhes são levados a extremos tais que permitam a plena utilização da potencialidade do giro-eletrostático. Pouparemos o leitor de sua descrição, mesmo porque na maior parte nos é desconhecida, apresentaremos, porém, alguns detalhes sobre as informações externas compatíveis com esse SNI.

O primeiro problema enfrentado por um SNI que só pode ser alimentado com o submarino submerso é a sua "inicialização", ou seja, precisamos informar ao sistema suas condições iniciais de posição, velocidade e atitude sem ter o ambiente benigno de estar atracado num cais conhecido e com todo o tempo disponível. A solução para esse problema foi estabelecer uma ou mais regiões, próximas às bases dos submarinos, mas com profundidade suficiente para a sua navegação submersa, sensoriadas e capazes de monitorar, calcular e informar ao submarino as suas condições iniciais. Essas regiões atuam como raias acústicas altamente sofisticadas e muito bem guardadas por meios A/S, pois é um dos momentos mais vulneráveis de um submarino moderno à detecção pelo inimigo.

Superada a primeira fase de grande necessidade de informações externas que foi a "inicialização", continuará a necessidade periódica de novas informações externas para compensar o pequeno resíduo de erro, que sempre restará, e, como vimos, irá se acumulando com o tempo. Para tanto, várias soluções são possíveis, mas sempre guardadas com muito segredo, pois implicam necessariamente numa indiscrição, e portanto, na vulnerabilidade do submarino. A solução mais conhecida e com mais literatura ostensiva é a que usa o sonar para obter informações do relevo submarino sendo o mesmo comparado, num computador, com a "carta eletrônica" previamente levantada e armazenada na memória desse computador, num processo conhecido como "correlação de terreno".

A periodicidade com que são obtidas ou necessárias essas informações externas é outro grande segredo muito bem guardado pelos países possuidores dessa tecnologia. Apenas como um exercício de especulação, podemos inferir que o intervalo entre duas informações, para um submarino nuclear classe "OHIO", que queira manter sua capacidade de lançamento de mísseis "contra força", não deverá passar de doze horas. Nos outros "boomers" provavelmente esse intervalo será menor. Já para um submarino de ataque, por exemplo numa campanha A/S estratégica, esse intervalo poderá ser bem maior chegando a alguns dias.

PERSPECTIVAS E CONCLUSÕES

Procuramos mostrar nesta apresentação a enorme utilidade que um SNI tem para os submarinistas e talvez, entramos, em demasia, em alguns detalhes que nos pareceram importantes, mesmo para um usuário, sobre os seus aspectos teóricos. Pretendíamos que ficasse uma idéia das possibilidades e limitações de um SNI e principalmente o enorme fosso tecnológico que nos separa das nações mais adiantadas neste campo particular da ciência.

Não poderia ter sido em melhor auditório que se levantasse, pela primeira vez no setor operativo da Marinha, um problema tão importante para manter a credibilidade na discussão que o nosso programa de construção de um submarino nuclear virá a apresentar.

Os primeiros passos na direção pretendida estão sendo trilhados no IPqM e na COPESP. Seus frutos somente serão colhidos num futuro distante, mas "a marcha de mil quilômetros começa no primeiro passo" (MAO-TSE-TUNG).



Análise e reconhecimento automático de sinais acústicos submarinos

CC (QC-CA) JOSÉ ROBERTO MOTTA DA SILVA M.C.

RESUMO

Propõe-se emular o ouvido de um operador de sônar passivo, através de uma experimentação em laboratório e de métodos utilizados para classificação de padrões encontrados na literatura sobre o assunto. O trabalho desenvolvido é em duas fases: uma de análise dos sinais e preparo dos padrões, outra de reconhecimento de sinais por comparação com os padrões.

Na primeira fase, os sinais são armazenados em fitas cassete, com nível de ruído reduzido pelo sistema DOLBY NR tipo C: em seguida, opera-se a transformação dos espectros, utilizando como modelo a Lei logarítmica de Weber-Fechner, e a transferência, como sinais discretizados, para uma memória em disquete, a fim de compor os "carinfos" (*) de um espaço p-dimensional, com $p=33$ (terços de oitava). A fim de encontrar estruturas homogêneas e "bem comportadas" utilizou-se a técnica de agrupamento (clustering). Elaboram-se, assim, os C padrões obtidos com médias de n valores, $i=1,2,\dots,k$, onde k indica o número de observações mais marcantes em cada C.

Na segunda fase utiliza-se como quantificador de comparação a distância (euclideana e quadrática) entre um vetor sinal e os padrões, a menor distância sendo adotada como critério de classificação.

As aplicações do método mostraram bons resultados em cerca de 2/3 dos casos. O controle através de operadores experimentados conduziu a resultados ligeiramente diferente, porém, na média, com o mesmo índice de acerto. Considerando que apenas duas das três dimensões do sinal acústico foram levadas em conta, tais resultados parecem perfeitamente normais e compatíveis entre si.

INTRODUÇÃO

Historicamente, as profundezas dos oceanos evocavam um modelo de silêncio. Entretanto, esta lenda deixou de constituir um fato, pois os níveis sonoros encontrados, mesmos nas regiões cuidadosamente protegidas nestes locais, ainda apresentam valores comparáveis aos dos parques ou jardins. Milhares de sons, cujas intensidades variam no tempo, podem ser identificados. No presente trabalho, conceitua-se como som qualquer sinal sonoro portador de um conteúdo informativo (inclusive os emitidos por cetáceos), e como ruído, qualquer sinal sonoro desprovido de um conteúdo informativo.

RUÍDOS DAS PLATAFORMAS MÓVEIS

As plataformas móveis carregam sistemas de grande complexidade a fim de manter o controle dos respectivos governos, propulsão e habitabilidade. Tais sistemas são compostos por máquinas alternativas ou rotativas, com

propulsão convencional ou nuclear. Quando estas máquinas entram em funcionamento, geram vibrações, que dão origem as ondas de pressão acústica, cujo espectro ocupa uma larga faixa de frequências, propagando-se em todas as direções. As vibrações mais importantes (porque apresentam níveis de sinais mais intensos, que se superpõem aos demais a partir de certa velocidade da plataforma) são provocadas pelos hélices propulsores e pelas máquinas motrizes.

As máquinas motrizes são sistemas complexos e, quando em funcionamento, produzem vibrações. Essas vibrações tem como causa as pequenas oscilações geradas por torques e forças necessárias para a produção de trabalho mecânico.

Destaca-se neste trabalho, o atrito mecânico em mancais de deslizamento. Os mancais de deslizamento, quando são mal lubrificados ou estão avariados, podem gerar vibrações altas e desconfortáveis, cuja ressonância destaca-se por produzir tons agudos.

O hélice propulsor é composto por pás torcidas cujo propósito é de gerar uma força propulsiva através de efeitos hidrodinâmicos. Sua rotação produz inúmeros tipos de sons, dependendo das condições mecânicas na operação.

Um sinal muito importante, e objeto de estudo neste trabalho, é a vibração das pás induzida por ressonância, partindo do reconhecimento de que cada pá do hélice produz um escoamento hidrodinâmico, cujas frequências, em grande número, diferem de seção, em virtude das variações radiais da velocidade relativa de escoamento hidrodinâmico, como também da espessura do bordo de fuga.

RUÍDOS E SONS BIOLÓGICOS

Os ruídos e sons produzidos por organismos biológicos no mar são muitos e diversos. Destacam-se neste estudo, os gerados pelo camarão-estalo e pela baleia.

O camarão-estalo emite ruído ao estalar suas pinças (como se alguém estalasse o polegar e o indicador). As baleias produzem sons ao assoprar o ar através da voz emitida por suas laringes.

TÉCNICAS MATEMÁTICAS DE REPRESENTAÇÃO DO SINAL

Neste estudo, escolheu-se o espectro de frequência (método de análise temporal), como técnica de representação do sinal, permitindo a decomposição do sinal em análise, ao representar, para as frequências de interesse, as intensidades definidas pela transformada discreta de Fourier da função amostrada (DFT).

Como o passo seguinte do estudo seria o reconhecimento ou classificação, e estando a classificação intima-



mente ligada à geração de configurações, deve-se, então, justificar a pesquisa a partir de que o problema central no estudo do reconhecimento de configurações é o processo biológico ou mental através dos sinais externos que estimulam, sendo dotados de significado. Segundo a lei de Weber-Fechner, a sensação varia logaritmicamente em função do estímulo. Em consequência, a relação natural entre duas frequências é de natureza logarítmica.

ANÁLISE DOS SINAIS E PREPARO DOS PADRÕES

Inicia-se pela coleta e transformação de sinais acústicos em sinais elétricos, armazenamento em fitas cassetes com sistema de redução de ruídos "DOLBY NR" tipo C, existente no gravador de trabalho. Os ruídos e sons em estudo foram agrupados em posições por classe e dispostas em duas fitas e nos dois lados. Os ruídos das plataformas móveis compõem a fita nº 1, "helicocct" (ruído de hélice), lado A e "eixococct" (ruído de eixo), lado B e biológicos, a fita 2, "balecocct" (som de baleia), lado A e "camacocct" (ruído de camarão), lado B. Cada informação é identificada pelo lado A ou B da fita correspondente e o número do contador digital linear.

Em seguida, cada informação é digitalizada utilizando a teoria da amostragem e processos de quantificação dentro de uma certa configuração a ser manipulada pelo computador, utilizando como modelo a Lei de Weber-Fechner.

Dando continuidade a técnica, procura-se interpretar os parâmetros que compõem a informação a fim de elaborar os padrões. A palavra padrão procura expressar o conceito de um modelo ideal de um conjunto (de objetos ou de estruturas). Essa idéia de perfeição surgiu a partir das estruturas perfeitas da filosofia de Platão, cujo conjunto implicava em estruturas imperfeitas no mundo real. Um meio que auxilia na resolução deste problema é o emprego do conceito de espaço de padrões que compõem o conjunto que define a dimensão, de forma que o padrão possa ser considerado como um ponto desse espaço p-dimensional.

A fim de criar uma medida de similaridade, é necessário introduzir o grau de aproximação entre observações, normalmente expresso em distância em um espaço vetorial p-dimensional. Assim, um agrupamento na pesquisa, foi representado por uma matriz $n \times p$ denominada z, que contém informações de diversas gravações de uma mesma classe de sinal, onde cada linha corresponde a um vetor denominado vetor de "carinfos" que contém informações sobre a

energia do sinal nas 33 sub-bandas, distribuídas ao longo da faixa em 1/3 de oitava.

O processo é completado com a avaliação do vetor médio de "carinfos" das observações escolhidas pelo observador como as mais marcantes entre si, as "n" observações existentes em cada classe.

RECONHECIMENTO DE SINAIS POR COMPARAÇÃO COM OS PADRÕES

Introduzindo-se o grau de aproximação entre observações, pode-se buscar uma medida de similaridade. Dois métodos para avaliação desta similaridade foram utilizados: a distância euclideana e a distância quadrática (ou de Mahalanobis).

Pelo método da distância euclideana, a medida de similaridade é igual ao menor valor obtido entre um vetor de teste ou informação desconhecida e os quatro vetores médios de cada classe. Apresenta como característica básica, sensibilidade aos valores dos componentes do vetor de "carinfos" e insensibilidade à localização da origem. Exige, a fim de reduzir a quantidade de valores falsos, o emprego de uma conveniente normalização.

CONCLUSÃO

Devido as dificuldades computacionais, somente o método de distância euclideana obteve sucesso. Apesar de que o percentual de acerto do método e de alguns operadores de sonares passivos da Marinha do Brasil (com mais de vinte anos de experiência) apresentados foram diferentes, na média geral alcançaram o mesmo índice.

Desta forma, no presente trabalho ficou constatada pela experimentação, assim comprovando os trabalhos publicados sobre as observações acústica e sobre a estimação do espectro de sinais acústicos submarinos, que a representação tridimensional do sinal (e não o espectro empregado) aliada à extração de "carinfos" utilizando como modelo a lei logaritmo de Weber Wechber, modificada por meio de um submúltiplo da oitava, preferivelmente igual ou inferior a 1/3, provavelmente permitirá um aumento acentuado no grau de acerto do reconhecimento.

Nota do autor:

(*) Palavra elaborada a partir da abreviatura de "características informativas", com o intuito de traduzir a palavra "feature", empregada correntemente na teoria de reconhecimento de padrões.



Propulsão para Submarinos: mudanças e desenvolvimentos

REVISTA NAVAL FORCES, Nº V/1989
TRADUTOR: CT ARTHUR LUIZ A. MOURA

Um sistema de propulsão de submarinos convencionais constitui-se basicamente dos seguintes componentes:

- Fonte de energia, através das baterias principais para a propulsão e para a força auxiliar;
 - Um meio de recarregar suas baterias, através dos diesel-geradores (conjunto MCP-GEP);
 - O motor elétrico propriamente dito;
 - Sistemas de controle, operação e monitoragem da propulsão;
 - Quadros e painéis de controle, operação e monitoragem da força auxiliar (carga Hotel).
- A seleção e a arquitetura destes componentes devem satisfazer determinados requisitos que são:
- Baixo nível do ruído irradiado;
 - Alta eficiência;
 - Capacidade de absorver falhas, por meio de redundâncias;
 - Pequeno volume e peso;
 - Alta resistência ao impacto;
 - Possibilidade de suportar grandes inclinações;
 - Capacidade de manter-se operando sob altas temperaturas e umidade;
 - Mínima influência magnética.

CONCEPÇÃO DOS ANOS 70

Este sistema teve seu arranjo baseado em quatro baterias parciais, quatro diesel-geradores, motor a propulsão de corrente contínua com dupla armadura e quadros de controle de disjuntores e contadores de menor porte, a semelhança do IKL 209 (submarino "TUPI").

A sub-divisão das baterias e dos MEPs permite diversos arranjos, que basicamente irão definir os estágios de velocidade. Para tanto, são necessárias chaves especiais, como os disjuntores. Estes assumem as funções de fechamento remoto e proteção para excessos de corrente. A linha adotadas nos IKL 1400 é a dos disjuntores "3 WR 3673" e "3 WR 2673" da firma Siemens, devidamente militarizados. O fechamento remoto é comandado por pulsos de 60 V, aplicados à solenóides que irão liberar ar comprimido para fechamento dos contatos propriamente ditos. A proteção contra sobre-corrente se compõe basicamente de elementos bimetálicos nas próprias chaves, bem como a utilização em série de fusíveis retardadores de aumento de corrente.

Visando diminuir o potencial e tornar a operação do sistema mais segura, especialmente quando o arranjo utiliza as baterias em série, estas são aterradas em seu ponto central, diminuindo o risco de uma falha ou mesmo de que uma baixa de isolamento venha a se tornar incontrollável.

Quanto ao motor da propulsão, este é formado por dois motores idênticos montados no mesmo eixo. Seu resfriamento é a ar, que é forçado através de resfriadores circulados por água salgada e por ventiladores específicos. A excitação é fornecida

por alimentação direta da bateria, controlada por um reostato de porte compatível ou por um conversor especial, dito conversor de excitação.

Dentro de um estágio a rotação é ajustada por meio do campo de excitação, aumentando-se ou diminuindo-se seu efeito frenante. Os estágios são definidos de duas maneiras: ou pela posição de um volante, que comanda um eixo de cames, ou pela posição de um transmissor de ordens de rotação micro-processado, que também controla o conversor de excitação.

Este circuito básico foi sendo adaptado aos requisitos de diminuição de ruído irradiado, eficiência e diversificação em termos de redundâncias, utilizando ainda as facilidades da informática, notadamente no campo da automação. Podendo isso ser expresso em:

- Alternadores síncronos sem escovas, com retificadores integrados, como geradores e conversores;
- Sistemas digitais de controle; e
- Conversores "Thiristorizados" de pequenas reites.

CONCEPÇÃO DOS ANOS 80

Motivado basicamente pelo refinamento dos métodos de detecção acústica, onde a redução do nível de ruído irradiado e a negação de características espectrais são fundamentais, o objetivo principal dos desenvolvimentos voltou-se para esta área.

No motor elétrico, um desenho especial dos pólos do estator reduzirá o ruído da excitação magnética, produzindo uma variação de fluxo mais silenciosa. Um arranjo especial de escovas limitará, ou até mesmo, negará este ponto do espectro ao inimigo. Outra possibilidade é um sistema de resfriamento em circuito fechado, visando diminuir o ruído do arrastamento de ar.

Quanto aos circuitos de excitação, a grande inovação é a utilização de módulos alternadores estáticos, chamados "CHOPPERS", que utilizam circuitos a base de thistores, sendo notável o ganho em eficiência, já que as perdas térmicas na excitação são praticamente anuladas, aumentando-se a "endurance" mergulhado. Isto já é perfeitamente viável para pequenas reites. Os desenvolvimentos na área dos semicondutores indicam que em pouco tempo estarão também disponíveis "CHOPPERS" para altas correntes de descarga.

No que se refere as baterias principais, será notável o aumento do número de células nas baterias parciais, assim como a maior capacidade dos elementos, através de uma solução de compromisso que permita aumentar a matéria ativa de sua área exposta ao eletrólito, sem que isso acarrete aumento da resistência interna do elemento. As baterias ditas dos anos 80 conseguiram este incremento em capacidade empregando o arranjo tipo "Double-deck", ou seja, dois conjuntos de placas montados eletricamente em para-lelo e fisicamente um sobre o outro. Quanto a resistência interna, ao ganho relativo aos conjuntos de placas a serem montados em paralelo, se somou

a maior utilização de cobre nas placas que sustentam a matéria ativa.

O aumento da capacidade individual e do número de células implementará uma maior reserva de energia aumentando o raio de ação, a velocidade máxima e, principalmente, a faixa de rotação dentro de um mesmo estágio. Isto reduzirá a necessidade de operação dos disjuntores e, por conseguinte, uma redução de ruído gerado quando estes são operados.

Sistemas de controle e monitoragem utilizarão tecnologia informatizada em grande escala, para automação.

A redundância, requisito fundamental para manutenção da capacidade operativa na presença de avarias ou faltas instantâneas, será provida em dois níveis. O primeiro relativo aos sistemas de controle pela utilização de dois sistemas idênticos, um mestre e um escravo, este último responsável pelo monitoragem em operação normal e capaz de absorver todas as funções do mestre, em caso de falha do material. E o segundo pela divisão da planta (baterias, disjuntores e MEP) em partes idênticas e consistentes, responsáveis individualmente por 50% da potência total, e capazes de suprir as deficiências da outra, sem que haja considerável perda de potência ou manobrabilidade.

É previsto ainda que a automação e o comando remoto seja aplicado em equipamentos auxiliares tais como ventiladores, resistores de partida, contatos reversores, de excitação em emergência, etc.

CONCEPÇÃO DOS ANOS 90

As presentes pesquisas e desenvolvimentos indicam que o submarino desta década será um navio híbrido, utilizando em conjunto com as baterias chumbo ácido sistemas de geração de energia independentes do ar (as células de energia alemã, o motor stirling sueco, o motor de combustão de ciclo fechado em desenvolvimento na Itália e até mesmo reatores nucleares de baixa potência, em estudo pelos canadenses), diminuindo ou quase que dispensando o "esnórquel" para recarregar suas baterias, aumentando bastante a discrição do submarino.

Além disso é esperado que, com o grande emprego da automação e de sistemas microprocessados, as estações de controles de governo e profundidade sejam fundidas com as de controle da propulsão, da força auxiliar e da geração de energia, sendo totalmente operadas por apenas dois homens.

Na área da propulsão, propriamente dita, as seguintes inovações são esperadas: o motor elétrico utilizará tecnologia de ímãs permanentes (terras raras) e "CHOPPERS" de corrente para altas e pequenas reites, gerando uma expectativa de aumento de eficiência elétrica, diminuindo a relação peso potência, reduzindo as dimensões físicas e, principalmente, negando os parâmetros de assinatura acústica, magnética e elétrica.

Atualmente, já se fazem experiências com o Motor "Permasyn", uma máquina síncrona com excitação de ímãs permanentes montados no rotor, inversores integrados e monitoragem lógica de circuito fechado. Existe a informação da operacionalidade de uma dessas unidades de 100 KW, como motor de propulsão de um caça-minas na Alemanha.

Seguem-se algumas características deste tipo de motor, para ser aplicado em submarinos:

- menor volume e maior eficiência para uma mesma potência bruta, permitindo que com o mesmo volume de um motor comutado de corrente contínua, obtenha-se uma rotação menor para a mesma potência do eixo, permitindo o projeto de um hélice maior que permita melhor rendimento do sistema e menor ruído irradiado;

- eliminação da quase totalidade das perdas de excitação;

- rotor constituído de um cilindro oco, onde são montados os ímãs permanentes em direção à periferia;

- resfriamento por contato direto com a água, isto se refere as partes eletrônicas e aos enrolamentos propriamente ditos do estator, já que não circulando corrente pelos ímãs é praticamente nula a geração de calor no rotor dispensando-se o uso de ventiladores e eliminando-se o ruído gerado pelo arrastamento de ar;

- enrolamento multi-fásico no estator, com arranjo alterado, buscando manter operando o motor com pequena perda de potência e desbalanceamento, no caso de falha de um dos enrolamentos;

- inversores integrados com módulos de potência, módulos reversores e reguladores de corrente, aterrados a carcaça do motor, de forma a reduzir o ruído interno gerado;

- controle automático de velocidade utilizando dois processadores, um mestre e um escravo, trabalhando de forma hierárquica, integrada e exercendo controle e monitoragem mútua e do sistema em si; e agindo de forma automática ao reconhecer uma falha, isolando, reduzindo, limitando a potência da planta e até mesmo, quando constatado necessário o sistema inoperante; e

- a comunicação com os diversos pontos de medição e com o próprio controle do sistema será por um arranjo serial.

Outras fontes de energia se somarão aos diesel-geradores e as baterias principais, como as obtidas nos diversos sistemas de geração independente de ar.

O arranjo elétrico da propulsão proverá a existência de dois conjuntos de barras principais idênticas, capazes de suportar sozinhos toda a potência de sistema, assim como os sistemas auxiliares de suporte do motor elétrico principal.

A arquitetura do quadro de força principal será particularmente simples, já que dispensará os disjuntores de mudança de configuração das armaduras, restando apenas os das baterias. Isto diminuirá o número de estágios, tornando a operação mais simples e elástica, o espaço ocupado e o ruído irradiado.

Os displays de controle serão apenas "LINKS" entre os operadores e os computadores de controle do motor. Utilizando um sistema de "LOOP" fechado de controle.

A transferência de dados entre os processadores locais e do console se dará por interfaces seriais, de forma a reduzir a cabeção, trafegando tanto ordens de propulsão como medições efetuadas. Canais paralelos estarão presentes apenas na monitoragem dos pontos críticos e ordens de emergência, para os quais não é admissível o sistema ter que aguardar o tempo morto para ter acesso ao canal normal. E por fim, como último recurso redundante por razões de segurança no caso de falha dos computadores do console do motor, será prevista a operação do sistema através de uma estação de emergência, com redução de potência e elasticidade.



Controle de Submarinos em altas velocidades

CC FERNANDO H. GONÇALVES PINTO

O Problema de Estabilidade do Submarino

As velocidades desenvolvidas na guerra moderna são diretamente proporcionais à proliferação das armas e dos sistemas de armamento, que vêm aumentando em número, capacidade e tipos. Disso originou-se um problema que reside no controle da trajetória dos submarinos em imersão, quando manobrando em altas velocidades. Estudos a este respeito foram iniciados em 1954, quando o submarino experimental de pesquisa "ALBACORE" (USS 569) começou a operar. Oficialmente descrito como um veículo de teste hidrodinâmico, teve seu casco projetado em "forma de gota", o que lhe proporcionou uma baixa resistência ao avanço, e foi dotado de uma bateria de alta capacidade obtendo assim uma velocidade acima de trinta nós em imersão. Com previsão considerável, os projetistas dotaram o "ALBACORE" de um sistema de controle de governo e profundidade (CONGOP) guarnecido por um único homem que poderia pilotá-lo como uma aeronave voando em alta velocidade e cujos modos de controle poderiam variar do manual ao totalmente automático.

seu artigo, o Sr. Payne apresentou as características do fluxo d'água em torno do casco, vela e lemes, e da geração de rodamosinhos causados por águas turbulentas. Segundo ele, tais rodamosinhos resultam do movimento dos submarinos através da água, e são a causa principal da incapacidade destes manobrar submersos, tal qual uma aeronave na atmosfera. Em complemento a este artigo foram incluídos desenhos da forma do fluxo de fumaça produzida durante o teste de túnel de vento de um modelo em escala 1:75 do SKIPJACK (SSN 585) que, tal qual o "ALBACORE", também possui um casco em "forma de gota". Tais desenhos mostraram, perfeitamente, pontos de atuação de pressões diferenciais significativas atuando ao longo do casco do modelo e conseqüentemente causando-lhe desvios nos três eixos, afetando-lhe tanto o controle de cota quanto o de rumo. O Sr. Payne disse: "com uma altura de vela superior a 60% do diâmetro do casco, seu momento de giro sozinho a uma velocidade de 20 nós, pode ser de vários milhões de pés-libras". Forças dessa magnitude não podem ser negligenciadas se todo o nosso interesse se encontra na manutenção da estabilidade.



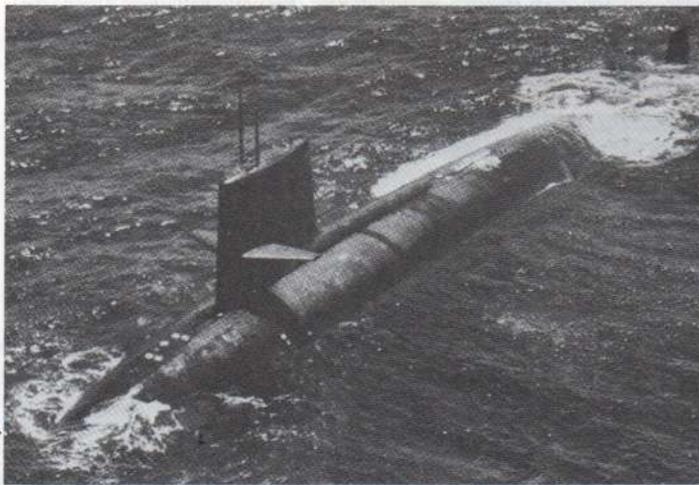
O "ALBACORE" apresentou uma esplêndida performance quando navegando submerso em rumo constante, porém foi descoberto que o seu projeto permitia um casamento de forças descoordenadas capazes de lhe provocar inclinações de casco e desvios de rumo consideráveis quando guinava em alta velocidade. Na SUBMARINE REVIEW de janeiro de 1988, Henry E. Payne III abordou o assunto do problema da instabilidade de submarinos durante as manobras em alta velocidade. Ele descreveu uma situação dramática em que se encontrou o timoneiro de um submarino moderno, em alta velocidade, tentando guiná-lo muito bruscamente, tendo como resultado uma inesperada banda no submarino que lhe fez ficar suspenso por seu cinto de segurança e perder várias centenas de pés em profundidade numa velocidade de descida reduzida. Em justificativa ao

Em um artigo posterior (SUBMARINE REVIEW, jan./1989), o Sr. Payne confirmou o problema de instabilidade do "ALBACORE". Ele declarou ter ouvido rumores de que o submarino veio à superfície "com a ajuda de Jesus Cristo", pois a tripulação quase ficou de cabeça para baixo presa apenas pelos seus cintos de segurança após uma guinada de 30 graus em alta velocidade. Esta atitude assumida pelo submarino não foi bem entendida mas, em todo caso, ficou claro que o seu sistema de controle dinâmico foi ineficaz no combate à instabilidade ocasionada.

Várias alterações na versão original do casco do "ALBACORE" foram introduzidas num período de dezoito anos. Dentre elas, a mudança da configuração convencional dos LLHHAR e LV por um único em "X", novo hélice instalado por ante-a-ré destes lemes, recebendo por estas duas

modificações uma nova popa; o sentido de rotação do eixo propulsor passou a ser anti-horário; dez freios hidráulicos de imersão foram instalados ao redor do casco a meia-nau e um novo domo de sonar foi introduzido em sua proa. Recebeu também um LV dorsal e teve os seus LLHH da vela transferidos para o casco. Mesmo assim, tais modificações não conseguiram resolver o problema da instabilidade do "ALBACORE" até o seu descomissionamento em 1972. Adicionalmente foram levantadas algumas dúvidas quanto à conveniência de se depender de sistemas de controle automáticos em submarinos.

Quando a energia nuclear foi introduzida na propulsão de submarinos, a Marinha Americana enfatizou o emprego das altas velocidades submersas. Por isto a forma de casco de baixa resistência ao avanço, em "forma de gota", foi aplicada ao projeto do submarino de ataque, mesmo com os problemas de instabilidade e de controle encontrados no "ALBACORE". O SKIPJACK (SSN 585), com essa configuração, foi lançado em maio de 1956 seguido pelo THRESHER (SSN 593) e o STURGEON (SSN 637). Em 1972, o LOS ANGELES (SSN 688), submarino que designou a sua classe, foi também lançado com o mesmo tipo de casco.



SNOOK (SSN 592)

1964, United States Navy



SCULPIN (SSN 590)

1967, United States Navy

As pesquisas dos problemas de estabilidade e de controle continuaram. Por exemplo, Ken Hart (SUBMARINE REVIEW, julho/1988) reportou experimentos de sistema de controle automático conduzidos com o LOS ANGELES no começo de 1977. Os seus comentários foram ampliados por Alfred J. Giddings (SUBMARINE REVIEW, JAN./1989). Com o acúmulo de experiência operacional advinda de sucessivos testes com esses submarinos, várias medidas foram tomadas para se aprender ainda mais sobre as causas do problema da instabilidade, assim como os meios para corrigi-las. Tais medidas incluíram estudos, análises e testes com várias configurações de casco e sistemas de controle. As ações corretivas recomendadas incluem a adição de um estabilizador de quilha para balancear as forças atuantes na vela, a melhora na forma hidrodinâmica da vela, a adição de uma aba de controle no extremo de ré da vela junto ao casco, colocando "spoilers" e fazendo orifícios sobre as superfícies externas ao casco para afetar o fluxo da água, variando a configuração dos lemes de ré e outros. As alterações foram feitas em alguns casos como, por exemplo, o reposicionamento dos lemes horizontais da vela para os bordos do casco, e a forma cruciforme dos LLHHAR têm sido usados.

Parece que os submarinos americanos de alta velocidade não são os únicos com problemas de instabilidade. Em artigo na SUBMARINE REVIEW de abril de 1988, W.J. Ruhe descreveu o que parecem ser progressos no projeto do TYPHOON para minimizar a formação de rodadoiros nas áreas dos LV, LLHH, vela e convés principal. Ele também comentou que no projeto do VICTOR III, o formato de "garrafa de Coca-Cola" foi usado para melhorar o fluxo laminar, e um revestimento polimérico foi aplicado para mudar as condições de fluxo na superfície de contato. Baseados nestes e em outros artigos sobre projetos de submarinos, as aberrações de controle e passos dados para encontrar soluções, torna-se claro que o problema de controlar submarinos em manobras em altas velocidades ainda não está solucionado.

O Problema Básico de Controle do Mergulho

O controle da cota dos submarinos diesel-elétricos da época da Segunda Guerra Mundial, tipo FLEET, era de operação puramente manual. O oficial de águas recebia a informação necessária para o controle da cota observando o manômetro de profundidade, os indicadores de bolha, os indicadores de ângulo de leme, indicadores de velocidade de descida e variações de rumo mostradas pelas repetidoras da agulha giroscópica. Baseado nestas informações dava ordens aos timoneiros dos LLHHAV e LLHHAR, e aos operadores dos pianos de ar de alta e trimagem. Nas velocidades menores que nove nós, (quase todas as operações foram realizadas com velocidades inferiores a cinco nós), as forças exercidas pelos LLHHAV e LLHHAR, e pequenos ajustes na compensação eram suficientes para o controle da cota e do trim. Os Oficiais de Águas tornaram-se razoavelmente competentes em manter o controle da cota em mares calmos após alguns meses de treinamento. No entanto, o mergulho a 200 pés ou mais, para evitar ataques aéreos, e o controle da cota ordenada quando navegando em águas turbulentas



na cota radar ou periscópica, realizando uma aproximação para o ataque, foi realmente problemático. Em baixas velocidades, devido às respostas lentas às ordens de lemes, tornou-se muito difícil o controle da bolha. Tal desconrole foi acentuado em virtude do desconhecimento por parte dos Oficiais de Águas do real ponto de atuação das forças que atuavam no casco externo. Somente percebiam que as variações de cota e bolha respondiam muito lentamente às ações empreendidas pelo quarto-de-serviço. Como agravante desta situação, cita-se a limitação de tempo de treinamento dos Oficiais de Águas durante a guerra. Como consequência da não automação e falta de padronização dos procedimentos adotados pelos Oficiais de Águas para executarem uma imersão, poucos chegaram a familiarizar-se com a intensidade das forças externas que causam os desconroles de cota. Por exemplo, quando o PIKE (SS 1) excedeu a oito graus de bolha para baixo, a compressão no castelo de proa fez com que este ângulo aumentasse ainda mais. O único recurso foi dar máquinas atrás a toda força e uma bolha de ar no TLP (Tanque de Levantamento de Proa).

O controle de cota chegou a ser um problema ainda mais sério quando o "ALBACORE", e os submarinos nucleares, entraram em operação, já que as altas velocidades em conjunto com o casco em "forma de gota", somavam-se uma grande área de vela associada a forças desordenadas atuando subitamente sobre o casco quando grandes ângulos de leme eram aplicados nas guinadas. Sem conhecimento da magnitude e momentos destas forças, os Oficiais de Águas não podiam saber que ações tomar para manter a estabilidade dinâmica, resultando no problema grave descrito acima.

Limitações de Controle Impostas pelo Cérebro Humano

Sem aquele conhecimento, o Oficial de Águas de um submarino em alta velocidade está em piores condições do que aquele de um submarino tipo FLEET. Mesmo se estas taxas tivessem sido continuamente avaliadas por um sistema de sensores, ao cérebro humano faltaria a capacidade da rapidez necessária para poder continuamente computar os momentos resultantes das forças tridimensionais internas e externas, integrá-los num momento resultante, selecionar os equipamentos de controle para contra-agirem a ele e ao mesmo tempo programar mentalmente o rumo, as mudanças de banda e cota. Posto de uma forma simples, o cérebro humano não opera com a velocidade da luz e, conseqüentemente, não pode cumprir estas tarefas com tempo hábil para manter uma atitude estável durante uma manobra em alta velocidade.

A Proposição de Manobrabilidade Total

A instabilidade dinâmica de veículos em movimento é causada por forças desbalanceadas. Se um submarino é para ser "navegado por um piloto como em uma aeronave em alta velocidade", duas coisas devem ser feitas: os aspectos inerentes ao projeto do navio que produzem momentos desordenados devem ser alterados para reduzi-los; e o desenvolvimento de um sistema de controle capaz de criar, automaticamente, os adequados e oportunos momentos contrários.

A redução de momentos desordenados é uma tarefa para os hidrodinamicistas e engenheiros projetistas de submarinos.

Sua tarefa é dobrada; isto é, modificar o projeto do casco para reduzir os momentos desordenados e desenvolver melhoramentos nos equipamentos de controle capazes de criar maiores momentos contrários. Os causadores dos momentos desordenados são a vela e os rodamosinhos formados pelo fluxo de água. A redução destes momentos pode ser melhor alcançada pela redução do tamanho da vela, melhorando sua forma hidrodinâmica no casco, e adotando outros aspectos e artifícios minimizadores de rodamosinhos. Deve ser assumido um compromisso entre o tamanho da vela e requisitos para a escotilha de acesso, antenas, periscópios e redes. Grande habilidade de engenharia é requerida para fazer uma redução considerável das forças nesta área. O desenvolvimento de equipamentos capazes de exercer maiores momentos contrários é justamente uma simples tarefa de engenharia.

O desenvolvimento de meios para a medida contínua das forças que atuam no casco externo é uma necessidade. Isto é uma tarefa para hidrodinamicistas e engenheiros de instrumentação. O conceito para a compreensão das pressões externas pode ser exemplificado imaginando-se um casco externamente dividido em seis ou oito seções laterais. Cada uma destas seções divididas em quatro outras subseções para representar as áreas do topo, fundo, bombordo e boreste do casco. Cada subseção é instrumentada com sensores de pressão, exceto a vela que é instrumentada separadamente.

Finalmente, os engenheiros devem desenvolver um sistema de computação para o controle automático. Com base em experiências de manobras de Oficiais de Águas e informações de dados provenientes dos sistemas de medidas de pressão externa, os equipamentos do sistema de controle devem atuar em máquinas para executar uma manobra estabilizada no espaço tridimensional.

Em suma, o sistema de controle recebe instrução de manobra do Oficial de Águas e corre um programa seguro de ângulos de banda, bolha e desvios de rumo necessário para fazer a manobra. Num processo contínuo, o sistema percebe as forças externas, calcula seus momentos e combina-os com as forças internas de trabalho no submarino. O sistema então computa as forças contrárias requeridas para estabilizar o submarino enquanto ele manobra, seleciona e atua em máquinas de controle para gerar tais forças contrárias. Um sistema de controle automático deve desempenhar as seguintes funções simultaneamente e continuamente para proporcionar tal capacidade:

- * proporcionar uma integração com o Oficial de Águas para: receber suas ordens de manobra e apresentar-lhe informações de "status" das forças externas e internas, os momentos, a atitude do navio e o progresso da manobra em termos de rumo, ângulos de banda, de bolha, cota e velocidade;

- * computar o programa de banda, bolha e desvio de rumo para cumprir a guinada desejada mais as mudanças de cota e velocidade;

- * sentir a atuação da pressão da água no casco de maneira a permitir que as forças externas e seus momentos sejam calculados;

- * calcular e resolver todos os momentos de forças externas que atuam no submarino decompostas em três eixos ortogonais ao redor do centro de gravidade, referenciados ao norte verdadeiro, eixo vertical e a superfície do mar; e

* atuar sobre os mecanismos de controle para proporcionar a estabilidade dinâmica enquanto completa a manobra ordenada.

Um conceito de projeto para um sistema de controle é composto de três importantes subsistemas: um Subsistema de Controle Automático de Atitudes; um Subsistema Sensor; e um Subsistema de Manobra Automática.

O Subsistema de Manobra Automática

Este subsistema possui um Elemento de Integração Homem/Máquina para proporcionar ao Oficial de Águas valores significativos para definir a manobra desejada. O Oficial de Águas insere as instruções de manobra, por exemplo, 500 jardas de diâmetro tático de guinada a 25 nós e a profundidade constante ou uma guinada de 25 graus de leme carregado para boreste com aumento de cota para 450 pés. A integração também fornece ao Oficial de Águas dados em atitude do submarino e "status" de manobra.

Um Elemento Programador de Manobra para gerar um programa de tempo relacionado a ângulos de banda, bolha, desvios de rumo é também uma parte deste subsistema, o qual transmite os dados programados ao Subsistema de Controle de Atitude Automática.

O Subsistema Sensor

Como previamente descrito, este subsistema capta a pressão do mar sobre o casco externo e a transmite ao Subsistema de Controle de Atitude.

O Subsistema de Controle de Atitude Automática

A principal função deste sistema é a de manter automaticamente a estabilidade dinâmica enquanto o submarino realiza a manobra desejada. Ele possui três elementos componentes: Elemento de Referência Inercial, Elemento de Computação e Elemento de Controle de Atuação.

O Elemento de Referência Inercial possui um sistema de referência ortogonal independente para as medidas dos ângulos de banda, de bolha, de desvio de rumo e de suas "rates" de mudança.

O Elemento de Computação realiza todos os cálculos requeridos, manipulando dados, memória, armazenando e apresentando as funções para todo o sistema. Ele supre o Elemento de Atuação de Controle com os dados necessários à sua operação.

O Elemento de Atuação de Controle é o responsável pela movimentação dos equipamentos de operação de lemes e estabilizadores.

Os momentos causados pelas forças durante as manobras são monitorados pelo Subsistema de Controle de Atitude para assegurar que esses não ultrapassem valores previamente estabelecidos para as forças desordenadas durante os testes de desenvolvimento do sistema.

CONCLUSÕES

* O desenvolvimento futuro de submarinos de ataque e da Guerra Anti-Submarino (ASW) requererá uma elevada

segurança nas manobras em altas velocidades. Um esforço prioritário para resolver o problema do controle dinâmico do submarino permitiria uma despreocupação com o valor absoluto da velocidade e enfatizar-se-ia sua controlabilidade;

* As pressões geradas pelo fluxo d'água ao longo do casco causam forças súbitas e variáveis de altas magnitudes tal que o modelo de fluxo muda durante as manobras. O conhecimento dos pontos exatos de atuação dessas forças permitirá o desenvolvimento de um sistema de controle capaz de permitir guinadas cada vez mais rápidas com o submarino desenvolvendo altas velocidades;

* O projeto dos novos cascos devem evoluir para verdadeiros submarinos, sendo as dimensões da vela reduzidas ao máximo para minimizar os momentos de desestabilização, buscando-se com isto a redução do modelo de fluxo experimental. Modificações no casco em forma de gota podem ser introduzidas se isto facilitar o problema de controle com o aumento da estabilidade;

* O homem não possui capacidade cerebral capaz de manter o controle eficaz do submarino quando manobrando em altas velocidades, devido ao elevado número de processos de pensamento envolvidos. No entanto, um sistema de controle totalmente automatizado deve possuir como requisito fundamental a inteira confiabilidade, para que as manobras por ele conduzidas sejam o retrato do que foi programado pelo homem que o opera, sendo capaz de gerar momentos contrários aos criados pelo conjunto de forças desordenadas oriundas das manobras em altas velocidades;

* É de extrema importância o desenvolvimento de um Sistema Sensorial capaz de suprir o sistema computacional dos dados necessários ao cálculo daqueles momentos de forças indesejáveis, com a requerida precisão;

* O sistema de controle deve fornecer ao Oficial de Águas a possibilidade de introduzir suas ordens de manobra. Esta "interface" entre o homem e o sistema deve também fornecer como dados de saída para seu operador a atitude do submarino, a situação da manobra e os alarmes necessários, visuais e sonoros, quando as forças desordenadas atuantes atingirem valores considerados perigosos;

* A estabilidade durante as manobras em altas velocidades deve ser tal que a tripulação tenha liberdade de movimento, e que, por perda de materiais e equipamentos, não venha ser desalojada de seu local de descanso. Uma quilha estabilizadora adicionada não poderia eliminar a inclinação de casco apropriada para as manobras a altas velocidades;

* Um Sistema de Controle Automático permitirá a padronização das táticas de manobras submarinas, apresentando como vantagem a redução do tempo necessário para treinar um habilidoso Oficial de Águas; e

* Não existe alternativa quanto ao requisito confiança em um sistema de controle automático, devendo ser a maior possível. Para tal seu desenvolvimento e sua produção devem ser pautadas na alta confiabilidade do material empregado, detecção e correção de erros de computação, intensificação de testes, e estar sempre submetido a um minucioso e rigoroso processo de controle de qualidade.



Modernização dos Submarinos IKL tipo 206

MARITIME DEFENCE SET 90
TRADUTORES: Oficiais do S. "Bahia"

Em termos de capacidade, os submarinos IKL tipo 206 da Marinha Alemã, projetados pela INGENIEUER KONTOR LUBECK (IKL) e construídos pela "HOWALDTS WERKE — DEUTSCHE (HDW) em KIEL e RHEINSTAH NORD-SEEWERKE (atualmente THYSSEN NORDSEE WERKE — TNSW) em Emden, representaram um considerável avanço sobre os primeiros submarinos da classe WW2 da Alemanha — o tipo 205.

A IKL também tinha a vantagem da experiência, obtida arduamente, no desenvolvimento de aço magnético de alta capacidade de extensão, métodos de construção por seção e principalmente em soldas, tendo sido pioneira nos primeiros submarinos.

Assim, quando os 18 submarinos tipo 206 entraram em serviço entre 1973-75, representavam o resultado de um projeto contratado em 1964 e refletiam o nível tecnológico daquela época. Porém, assim como na classe anterior, eles eram de dimensões limitadas pelo Tratado pós-guerra (WEA) a um deslocamento na superfície de 450 tons. Eles eram inadequados mesmo para submarinos operando no mar Báltico e seu arranjo geral causava dificuldades para sua operação eficiente. Até mesmo para padrões de 25 anos atrás, suas acomodações eram deficientes.

As três maiores deficiências constatadas na classe 206, que se tornarão cada vez maiores com o passar desta década, e que necessitam de melhoramentos são:

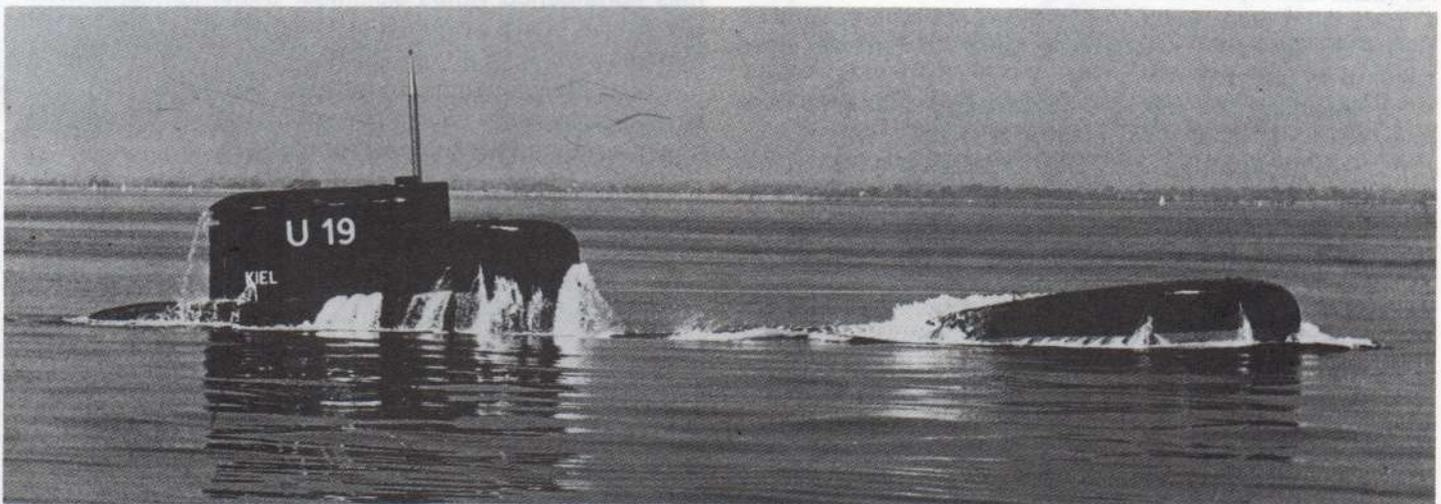
- assinaturas acústicas e térmicas, que eram boas quando os submarinos foram lançados, mas fora dos padrões para os sistemas e os métodos de detecção modernos;

- capacidade de detecção limitada, geralmente nas faixas de baixa frequência; e

- falta de capacidade de processamento para solução dos complexos problemas de direção de tiro.

Infelizmente, somente a última das dificuldades acima citadas pôde ser totalmente solucionada pelo programa de modernização.

Evidentemente, um submarino maior e mais novo para desempenhar um papel operacional mais amplo está se tornando uma necessidade urgente. O Tipo 208, que havia sido projetado, foi cancelado por "riscos técnicos", enquanto o Tipo 211 o foi devido a problemas orçamentários. Já o Tipo 212, que dizem ser parecido com o TNSW TN 1700 construído para e na Argentina, parece estar ultrapassado. Dos doze Tipo 212/2000 ton projetados, os sete primeiros não



Após a modernização, mesmo tendo-se obtido avanços como a miniaturização de componentes eletrônicos e a redução de equipamentos devido a automação, o espaço interior desta classe de submarinos é ainda muito restrito.

A despeito dos custos de modernização, que inegavelmente são elevados, tanto que foi descartado o projeto dos novos periscópios, o espaço interno é provavelmente o aspecto mais crítico a ser atacado neste programa.

estarão disponíveis antes de 1991, e de acordo com as atuais circunstâncias, não é difícil visualizar que este prazo será postergado, não devendo o primeiro navio da classe estar operacional antes do final da década.

Assim sendo, os classe 205 remanescentes e os classe 206 não modernizados, que seriam substituídos pelos primeiros da classe 212, terão de continuar em serviço por mais alguns anos.



Os primeiros doze submarinos da classe 206 a serem modernizados, seis pela HDW e seis pela TNSW, tiveram iniciado seus programas em julho de 1987 com o término previsto para 1992.

A inspeção estrutural nos Tipo 206 a serem modernizados revelou cascos magnéticos em boas condições, e que se não apresentassem problemas inesperados de engenharia, poderiam ser mantidos a baixo custo. Portanto, ficou estabelecido que a modernização se daria sem o corte do casco resistente, e que o posicionamento das anteparas seria mantido. Uma considerável restrição seria criada onde houvesse necessidade de substituição de antigos equipamentos por novos.

Outras questões a serem respondidas pelos técnicos dizem respeito às máquinas principais e auxiliares, equipamentos elétricos, eletrônicos e sistemas de armas. Seriam eles adequados? E o mais importante: poderiam ser eles mantidos de forma econômica?

Não foi necessária muita investigação para mostrar que, na segunda metade da década de 80, os sobressalentes já estavam se tornando difíceis e dispendiosos de se obter, enquanto os custos de manutenção, mesmo em avarias localizadas, eram excessivos e aumentavam rapidamente.

Isto aplica-se, particularmente, aos sistemas e equipamentos eletrônicos adquiridos na década de 60, que ligam os sensores aos compartimentos de comando e de torpedos, onde surpreendentemente vários níveis de tecnologia foram empregados. Além do mais, enquanto torpedos DM1 ("SEESCHLANGE") E DM2 A1 ("SEAL") estão atualmente em uso, é antecipado que eles serão substituídos pelos DM2 A3 (SEEHECHT) necessitando algumas outras modificações. O DM2 A3 é uma evolução que incorpora uma cabeça de busca de selenium, enquanto o DM2 A4 terá um novo sistema de propulsão.

Resumindo-se, o programa de reaparelhamento deve levar em conta as seguintes considerações:

- a substituição dos sistemas incapazes de continuarem sendo mantidos logisticamente;
- ajuste à situação da ameaça (que foi diminuída consideravelmente desde que o programa foi iniciado);
- melhoria das condições de trabalho no compartimento do Comando;

— melhoria das condições de habitabilidade da tripulação;

— alterações no armazenamento do armamento.

A Marinha e a indústria alemã trabalharam juntas para conseguir uma solução para a modernização, mantendo-se as despesas nos níveis menores possíveis. Isto, inevitavelmente, levou a uma solução de compromisso, recorrendo-se ao emprego de sistemas prontos e conhecidos, para se ter um dispêndio mínimo em desenvolvimento e adaptação.

Inevitavelmente, o avanço dos sistemas eletrônicos marcou mais intensamente o compartimento de Comando; entretanto, também afetou as acomodações da tripulação, aumentando-lhe o conforto.

Mudanças nos sistemas de comunicações, de reconhecimento a longa distância, de navegação na superfície, de imersão e dos sistemas de armas, levaram a um reposicionamento dos mastros e antenas. Eles foram deslocados de sua posição, indo para boreste, na direção oposta diagonalmente aos periscópios.

Uma versão do esnorquel e da antena radar estão sendo instalados no passadiço. Isto fez com que se conseguisse o conceito de comunicações desejado e, ao mesmo tempo, possibilitou ao Comandante ficar melhor instalado durante os ataques, encurtando, assim, o tempo de reação. Sempre que possível as engrenagens de içamento dos mastros estão sendo reutilizadas a fim de reduzir-se os custos.

A performance das novas unidades redesenhadas permite uma densidade de integração consideravelmente mais alta, com verificação de informações e funções adicionais abrangendo vários sistemas. Como inúmeros exemplos dos novos sistemas já estão sendo utilizados pela Marinha alemã, os problemas logísticos ficaram facilitados.

Os equipamentos removidos dos locais habitáveis serão parcialmente substituídos por equipamentos eletrônicos que não necessitam de manutenção.

Novos sistemas sonar KAE estão para ser instalados a fim de otimizar a operação acústica e, somente as dimensões do antigo arranjo de hidrofones circular permanece.

Os submarinos modernizados levarão a designação de classe 206 A.



Exercícios de Salvamento em Submarinos

NAVY INTERNATIONAL NOV 89

TRADUTOR: CT LUIZ CLAUDIO PEIXOTO DE AZEVEDO

INTRODUÇÃO:

Seja qual for o ano em que cursarmos, ou a classe em que qualificarmos, nós submarinistas aprendemos em nossas primeiras aulas, na Escola de Submarinos, que todo submarino tem pequena reserva de flutuabilidade, quando na superfície, devido à sua possibilidade de navegar submerso. Além disso, que sua estabilidade é comprometida pela sua borda livre, pequena e voltada para dentro. Sabemos, então, que mesmo em tempo de paz, navegar em submarinos envolve bastante perigo. Prova disso, tivemos conhecimento, nos últimos anos, de acidentes com submarinos soviéticos ao longo da costa da Noruega e do naufrágio do submarino "Pacocha" da Marinha de Guerra Peruana. (1)

Todavia, lamentavelmente, constata-se que, até mesmo no âmbito naval, os problemas de segurança são, em geral, os primeiros a serem deixados de lado quando se tem que realizar cortes orçamentários ou estabelecer prioridades para os problemas a considerar. De forma que, há que ressaltar a importância das medidas relativas à segurança, entre as quais destacamos as relacionadas ao salvamento da tripulação de um submarino sinistrado.

Na solução de um problema desse gênero, já existe uma classificação que considerava a diferença entre o que chamamos de resgate (em inglês, "rescue") e salvamento propriamente dito ("escape"). (2) O salvamento vem a ser a possibilidade dos tripulantes abandonarem o submarino sem ajuda de agentes externos. Resgatê significa retirada de pessoal com a ajuda de aparelhagem exterior (seja um navio com sino de mergulho ou um minisubmarino especial) que entrará em contato com o submarino, possibilitando o transbordo de seus tripulantes. As possibilidades de ocorrer um resgate ou um salvamento propriamente dito dependerão dos recursos existentes no submarino, da situação em que ele se encontra e dos meios externos disponíveis. Ou seja, de alguma forma, estão ligadas aos recursos financeiros disponíveis nele aplicados. Na faina de resgate é possível obter sucesso a profundidades muito além das quais se pode tentar um salvamento, mas a operação é de custo elevado.

A Marinha Britânica, recentemente, planejou um grande exercício de resgate e salvamento, "Operação Sedge-more", que deveria ser o coroamento de um ano de intenso trabalho de pesquisa nessa área.

Entretanto, a primeira parte da Operação, um exercício de salvamento em águas profundas norueguesas, foi adiado pela impossibilidade de se contar com o submarino escalado para o treinamento. E, embora se pretenda realizá-lo tão logo possível, isso poderá ocorrer daqui a mais de um ano devido à intensa operação dos submarinos convencionais britânicos.

Neste artigo falaremos sobre exercícios realizados pela Marinha Britânica, em especial, sobre a "Operação Sedge-more".

SALVAMENTO INDIVIDUAL

O último exercício de salvamento em águas profundas, da Marinha Britânica (3), envolvendo salvamento individual (utilizando guarita de salvamento) foi realizado em 1987. O treinamento foi encerrado antes do previsto depois que um dos dois homens que testavam a saída a 180m apresentou sério mal estar, tendo que ser imediatamente medicado. Depois desse evento, foi determinado pelo Comando da Força de Submarinos Britânicos, que 150 m deveria ser considerado, face aos testes efetuados, como a máxima profundidade para realização com segurança desse tipo de salvamento.

Desde então, após o exercício mencionado, muitas pesquisas têm sido feitas sobre o funcionamento do sistema de salvamento dos submarinos e, nos exercícios que foram adiados, pretendia-se demonstrar a eficácia das modificações introduzidas. Mesmo com esse adiamento, não há dúvidas que o sistema em uso nos submarinos britânicos é um dos melhores. Essa confiança levou a Marinha Sueca a adquiri-lo para seus submarinos convencionais mais modernos.

Apesar da primeira parte da "Operação Sedge-more" ter sido protelada, os demais eventos continuaram a ser foco de atenção do pessoal das Marinhas Ocidentais ligado aos problemas de salvamento.

SUBMERSÍVEIS PARA RESGATE

Na Marinha Britânica, o meio disponível para resgate das tripulações de submarinos é o minisubmarino LR5, construído para efetuar trabalhos no fundo do mar e posteriormente adaptado para essa finalidade. Foi alugado para assistir aos submarinos brasileiros em caso de acidente e operar, a princípio, a partir de um navio de apoio a submarinos, o HMS

Challenger. Caso esse navio não esteja disponível o LR5 poderá ser lançado por uma embarcação da British Telecom's (especializada em cabos submarinos de comunicação) chamada "Alert", ou ainda, por qualquer uma das três embarcações de socorro, classe "Salmoon" do Serviço Portuário Britânico.

No "Challenger", o lançamento é feito a partir de uma treliça em forma de "A" montada sobre a proa do navio, podendo ser realizado até a condição de mar 6. Essa limitação também é válida quando utilizado o "Alert". No entanto, em se tratando das embarcações classe "Salmoon", o lançamento é feito por meio de guindaste de um dos bordos do navio e somente até a condição de mar 3. De forma que a opção de usar um "Salmoon" como embarcação de apoio fica muito limitada. Por outro lado, elas contribuem positivamente quanto ao aspecto de suas localizações permanentes em cada uma das costas leste, oeste e sul da Grã-Bretanha.



A Marinha Americana dispõe de dois submersíveis para resgate, denominados DSRV ("Deep Submergence Rescue Vehicle"). O "Mystic" e o "Avalon", ambos com 21 anos de idade, estão normalmente prontos nas costas oeste e leste dos Estados Unidos da América, respectivamente. Esses mini-submarinos, de cerca de 15m de comprimento, são construídos a partir de três câmaras esféricas de pressão, cada uma com pouco mais de 2m de diâmetro, as quais são ligadas de modo a formar um casco resistente. A maior parte de seus sistemas mecânicos está localizada fora desse casco, de forma que o espaço interno disponível é suficiente para o resgate e transporte, com relativo conforto, de 24 pessoas.

Os sistemas de navegação e os sensores desses submersíveis são muito sofisticados, sendo que o "Mystic" foi recentemente revisado. Após essa revisão, passou a ser o mais moderno submersível para resgate do mundo. Eles podem operar a uma profundidade máxima de 5.000 pés (1524 m) apoiados por um navio de socorro de submarinos classe ASR21 ou tendo um "submarino mãe" de suporte. Todos SSNs (4) americanos têm condição de operar apoiando um DSRV, ou seja, funcionar como "submarino mãe".

Os navios de apoio transportam, lançam e recolhem o DSRV por meio de uma abertura existente nas obras vivas

denominada "moon pool". Já os SSNs realizam o transporte em berços colocados sobre seus conveses, permitindo o lançamento e o recolhimento com o submarino mergulhado. Essa facilidade permite que o DSRV possa operar, sem interrupções, sob qualquer condição de tempo.

Já o LR5, que só pode operar até a profundidade de 1.500 pés (457 m), tem sua ação limitada pelo estado do mar e capacidade de recolher 9 pessoas de cada vez em condições nada confortáveis. Concluímos, desta forma, que o LR5 é menos eficiente, além de ser menos sofisticado que o DSRV. Por outro lado, é muitíssimo menos dispendioso, sendo seu custo quase dez vezes menor.

Ambos são operados e controlados de modo similar. O sistema de propulsão consiste de um hélice (5) protegido por uma cobertura e propulsores que permitem um sensível controle tridimensional. A trimagem e a compensação são feitas por tanques específicos localizados a vante e a ré, sendo que os DSRVs também utilizam tanques envolvendo o casco resistente.

CONFRONTO: DSRV X LR5

Na "Operação Sedgemore", o DSRV e o LR5 foram utilizados lado a lado pela primeira vez, proporcionando a oportunidade ideal para comparar dois caminhos para a solução de um mesmo problema.

O transporte do "Mystic" para a Europa, com suas 36 toneladas, e mais outros equipamentos de apoio, exigiu a utilização de três aeronaves "Galaxy". Cuidados especiais devem ser tomados quando o DSRV é colocado em terra, de modo que seu transporte, embora não seja muito lento, é trabalhoso. Para o exercício, o equipamento foi via aérea até o aeroporto de Glasgow e daí para Coulport, base dos SSBNs (6) britânicos, na costa oeste da Escócia. Na Marinha Britânica, apenas os SSBNs foram adaptados para operar com o DSRV, de modo que a doutrina de utilização dessa classe de submarinos mantém sempre um deles pronto para desempenhar o papel de "submarino mãe".

O submarino utilizado no exercício foi o HMS "Opussum", da classe Oberon (7), pousado no fundo a cerca de 400 pés (122 m) de profundidade.

O exercício durou sete dias durante os quais os submersíveis estiveram operando praticamente todo tempo. Nesse período, o "Mystic" e o LR 5 proporcionaram a 250



peças a experiência de um resgate, em um total de 320 pessoas envolvidas no treinamento.

Embora as condições de tempo tenham contribuído favoravelmente ao desenvolvimento de todo o exercício, esta parte da operação foi considerada um sucesso, por ter provado a eficiência dos dois submersíveis.

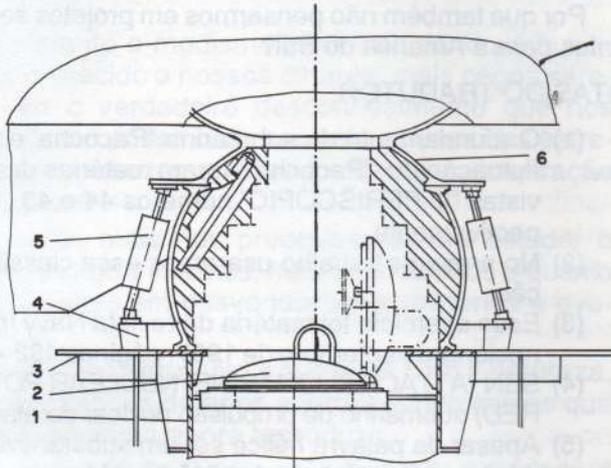


FIG. 1 - ACOPLAMENTO DSRV

- | | |
|--------------------------------|-------------|
| 1 - Saia da escotilha superior | 4 - Anel |
| 2 - Escotilha superior | 5 - Suporte |
| 3 - Convés | 6 - DSRV |

ESTUDO DE SITUAÇÕES MAIS REAIS

A maioria dos acidentes com submarinos envolve alagamento. Devido ao volume de ar ser limitado pelo casco resistente, o alagamento será quase que invariavelmente acompanhado por um aumento de pressão na atmosfera do submarino. Se o alagamento for incontrolável, o abandono deverá ser feito o mais rápido possível, utilizando-se os sistemas disponíveis a bordo.

Se o alagamento for controlado e a situação permitir a espera de ajuda externa (resgate), essa ajuda deverá levar em consideração o controle da pressão do submarino. Nos exercícios de salvamento (o LR5 realizou seu primeiro resgate com o HMS "Seallon" em 1987 e o DSRV já havia realizado, em duas ocasiões anteriores, treinamento com a Marinha Britânica) a simulação de um resgate com um sub-

marino pressurizado jamais havia sido realizada. Esse era um dos propósitos da "Operação Sedgemore".

Tanto o DSRV, como o LR5, se unem ao submarino sinistrado através de uma escotilha especial, cuja particularidade basicamente consiste de uma placa lisa plana ao redor da mesma. (8) Os submersíveis são equipados com uma câmara rígida situada abaixo de seus cascos resistentes, a qual é denominada "transfer skirt" (saia de transferência). Ela é projetada para funcionar como um tunel entre os cascos resistentes do submersível e do submarino sinistrado. A borda inferior da saia de transferência possui um selo de borracha. Quando o mini-submarino se posiciona sobre a escotilha, o que se busca é estabelecer o contato com a placa plana e conseguir uma pequena selagem decorrente do contato com o selo de borracha. Daí a importância dessa placa ser mantida sempre lisa.

Em seguida, a pressão no interior da saia de transferência é aliviada para dentro do submersível. Nessa ocasião a pressão do mar, agora maior que a no interior da saia de transferência, vai fazer com que o submersível fique fortemente ligado ao submarino. Obtemos, então, uma selagem forte. (figura 1).

A comunicação entre os dois será feita através de sonares especiais que são chamados telefones submarinos. Todos os submarinos, normalmente, são equipados com telefones desse tipo. Ficam localizados nos compartimentos de salvamento e podem ser alimentados com baterias.

Uma vez obtida a forte selagem a tripulação do submarino drena a água da saia de transferência para seu interior. Em seguida, já com as pressões igualadas (a pressão da saia, submarino e submersível estarão iguais) a escotilha do submarino poderá ser aberta. Ao se abrir, também, a escotilha do submersível, estará feita a ligação entre os dois submarinos. Há que ressaltar que essa forte selagem é garantida, simplesmente, pela diferença entre a pressão do mar e a pressão no interior da saia. Essa diferença poderá ser de várias atmosferas.

Na pior das hipóteses, a pressão interna no submarino acidentado pode ser igual a do mar. Se isso ocorrer não há possibilidade do submersível prender-se ao submarino já que não poderemos obter a necessária diferença de pressão. Vemos, então, um limite de operação: de acordo com a pressão interna no submarino e a pressão do mar correspondente a profundidade em que está situado, poderemos ou não realizar o acoplamento.

A vantagem de treinar essa operação com o submarino pressurizado está não na realização do exercício próximo ao seu limite, o que seria arriscado, mas simplesmente em provar que os diversos estágios da manobra podem ser conduzidos com pressão a bordo.

RESULTADOS DA OPERAÇÃO "SEDGEMORE"

Durante os exercícios nos quais os submarinos foram pressurizados, a pressão no compartimento de salvamento foi mantida em 1,6 bar. O submersível e o "submarino mãe" operaram nessa mesma pressão. Esse valor foi escolhido de modo que fosse suficiente para testar os procedimentos e

sistemas sem sujeitar os homens envolvidos ao risco da doença descompressiva.

A participação do DSRV nesta fase da operação foi limitada. Ele se fixou, com sucesso, sobre o "submarino sinistrado" e, em seguida, sobre o submarino de apoio. Esperava-se que o DSRV prosseguisse e realizasse a transferência de pessoal, mas por razões administrativas a manobra não foi realizada.

Em consequência da relutância da Marinha Americana, o mérito de ser o primeiro a efetuar um resgate na situação de "sob pressão" foi conquistado pelo LR 5 que realizou duas transferências.

A impressão deixada pelos submersíveis durante a operação foi muito boa. Foram os mais severos exercícios a que foram submetidos. O LR 5, até então, nunca havia operado com sua máxima capacidade: 9 homens e 2 tripulantes.

Desde que o DSRV é capaz de se fixar na maioria dos submarinos existentes e ainda, se estiver disponível, de ser transportado para diversos lugares do mundo; não foi surpresa que, nesta rara presença em água europeias, tivesse atraído grande parte da atenção internacional. Entre os que estiveram assistindo "in loco," estavam observadores navais suecos, holandeses e espanhóis, além de oficiais superiores ingleses e americanos.

O FUTURO

A Marinha Britânica vem estudando a substituição do LR 5 por outro mais novo e tem levado aos membros da OTAN a idéia de criar uma instituição para resgate de submarinos na Europa. O Setor de Salvamento e Resgate da OTAN levou o projeto ao Estado Maior que, ainda este ano, deverá conduzir um estudo preliminar.

352 Acredita-se que a França, embora fora do círculo militar da OTAN, esteja trabalhando em projeto semelhante. A Marinha Sueca, que comprou equipamentos de salvamento ingleses, demonstrou muito interesse na concretização dessa idéia. Cogita-se que até a União Soviética poderá fazer parte dessa organização que, sem dúvida, será muito importante para os países europeus.

Por que também não pensarmos em projetos semelhantes para a América do Sul?

NOTAS DO TRADUTOR:

- (1) O afundamento do submarino "Pacocha" e a refluência do "Pacocha" foram matérias das revistas "O PERISCÓPIO" números 44 e 45, respectivamente.
- (2) No presente trabalho usaremos essa classificação.
- (3) Esse exercício foi matéria da revista Navy Internacional de setembro de 1987, páginas 482-484.
- (4) SSN (ATTACK SUBMARINE, NUCLEAR POWERED) submarino de propulsão nuclear de ataque.
- (5) Apesar da palavra hélice ser um substantivo feminino é tratado, por tradição na Marinha, como masculino.
- (6) SSBN (BALLISTIC MISSILE SUBMARINE, NUCLEAR POWERED) submarino de propulsão nuclear com mísseis balísticos.
- (7) Mesma classe dos submarinos "Humaitá", "Toneleiro" e "Riachuelo", da nossa Marinha.
- (8) Os submarinos da classe "Guanabara" e "Tupi" possuem essa placa lisa, que acompanha a circularidade da abertura da escotilha. Em breve, todos os submarinos da classe "Humaitá" também vão dispor desse recurso.

REGULADOS DA OPERAÇÃO "SEDGEMORE" Durante os exercícios nos quais os submarinos foram pressurizados, a pressão no compartimento de salvamento foi mantida em 1,8 bar. O submersível e o "submarino mãe" operaram nessa mesma pressão. Esse valor foi escolhido de modo que fosse suficiente para testar os procedimentos e

ESTUDO DE SITUAÇÕES MAIS REAIS A maioria dos acidentes com submarinos envolve alagamento. Devido ao volume de ar ser limitado pelo casco resistente, o alagamento será quase que inevitavelmente acompanhado por um aumento de pressão na atmosfera do submarino. Se o alagamento for incontornável, o abandono deverá ser feito o mais rápido possível, utilizando-se os sistemas disponíveis a bordo.

Se o alagamento for controlado e a situação permitir a espera de ajuda externa (resgate), essa ajuda deverá levar em consideração o controle da pressão do submarino. Nos exercícios de salvamento (o LR5 realizou seu primeiro resgate com o HMS "Sealion" em 1987 e o DSRV já havia realizado, em duas ocasiões anteriores, treinamento com a Marinha Britânica) a simulação de um resgate com um sub-



Mini-submarinos e operações especiais

Este artigo se propõe a analisar, sucintamente, tarefas de Operações Especiais conduzidas a partir de submarinos e o impacto que inovações tecnológicas atualmente disponíveis poderiam ter sobre a condução dessas Operações.

OPERAÇÕES ESPECIAIS A PARTIR DE SUBMARINOS

Operações Especiais a partir de submarinos — ações com Mergulhadores de Combate — podem ser divididas basicamente em dois grupos de tarefas, em função do grau de oposição inicial esperado.

As ações do primeiro grupo de tarefas têm como característica comum a possibilidade de se otimizar compromisso entre:

- a oposição anti-submarino;
- as peculiaridades da batimetria da área de operações;
- a própria viabilidade física de evolução dos mergulhadores;
- a distância e a oposição esperada durante o trânsito; e
- a aproximação final ao objetivo.

No segundo grupo estão as tarefas que envolvem ações de submarinos com mergulhadores de combate em que, durante o planejamento, não há flexibilidade de escolha da área de operações.

TAREFAS COM FLEXIBILIDADE DE ESCOLHA DA ÁREA DE OPERAÇÕES

O primeiro grupo de tarefas engloba:

- reconhecimento de praia para forças anfíbias ou outras forças de ataque;
- desembarque, apoio e retirada de agentes, sabotadores e/ou apoio e guerrilhas;
- demolição de obstáculos naturais ou artificiais, limpeza de portos, canais e praias;
- despistamento tático; e
- operações psicológicas.

Com um planejamento adequado, consegue-se conciliar os fatores condicionantes e chegar a pontos que permitam o lançamento e o recolhimento dos mergulhadores de combate pelos métodos de "convés seco" — com o submarino na superfície — ou "convés molhado" — com o submarino em semi-imersão.

Apesar do rigor dos treinamentos e da natural seleção imposta, MEC, SEAL, Nageurs de Combat, etc., são apenas humanos e há limitações que têm de ser consideradas no planejamento de missões de Mergulhadores de Combate:

— embarcações pneumáticas a motor, o alcance máximo que se tem notícia, recente e não oficial, refere-se a lançamentos de botes dotados de equipamento GPS — Global Posi-

tioning System — realizados com relativo sucesso a 40 milhas náuticas da costa, pelos US Navy SEAL;

— em embarcações pneumáticas a remo, sem considerar os efeitos do vento, maré ou de correntes, um alcance de cerca de 5 milhas náuticas, a uma velocidade não superior a 2 nós, é uma estimativa entre razoável e otimista;

— sem meios de propulsão e com equipamento completo, o alcance médio para evolução de um Mergulhador de Combate pode ser estimado em cerca de 3 milhas, com velocidade não superior a 1 nó — sem considerar os efeitos de maré ou de correntes;

— a autonomia de um Mergulhador de combate submerso, com pequenas variações devidas ao tipo de equipamento utilizado nas diferentes Marinhas, pode ser assumida em cerca de 4 horas — supondo 1 hora para a ação na área do objetivo, restam apenas 3 horas para o trânsito mergulhado de ida e volta.

Sem levar em consideração contingências como fogo inimigo, feridos, condições meteorológicas adversas, etc, há ainda que normalmente não são levados em conta durante a fase de planejamento tais como cansaço, fome, sede, frio, que existem no "mundo real".

Assim, supondo uma missão fictícia de retirada de um agente infiltrado, uma patrulha MEC (normalmente 7 homens) é lançada a 15 milhas da costa de um país inimigo, em uma embarcação pneumática a motor, pelo método "convés molhado", no crepúsculo vespertino, protegida pela escuridão, nossa patrulha fictícia toma o rumo magnético da praia onde o agente a espera ansiosamente. Aparentemente muito simples. Basta que o contorno da costa seja um pouco mais recortado, como é, por exemplo a face externa da Ilha Grande, para que a identificação da praia correta, à noite se torne um verdadeiro jogo de adivinhação. Em uma situação real, chegar à praia errada é um erro que certamente vai se pagar, pelo menos, com a vida dos membros da patrulha e daquele a quem se quer resgatar.

Mas a nossa patrulha fictícia é uma patrulha "high tech". Graças a um GPS, a posição da embarcação é atualizada a intervalos nunca superiores a 5 minutos, o que permite ao Comandante da patrulha facilmente determinar a intensidade e direção reais dos efeitos causados pela corrente e vento locais — que por algum capricho da natureza nunca são os mesmos usados no planejamento — em tempo hábil de fazer correções ao rumo magnético para o objetivo. A noite sem lua permite a aproximação da embarcação até uma posição a cerca de 1 milha do objetivo, a favor da corrente, agora conhecida. A partir daí o Comandante da patrulha decide ir a remos para não comprometer a discrição da missão. A 500 jardas da arrebentação, ainda a favor da corrente, 2 duplas de MECs deixam a embarcação e se dirigem a nado à praia. Os 3 homens restantes aguardam na embarcação. Ao chegar à praia, após um rápido conhecimento do terreno, uma dupla monta segurança enquanto a

CT CLÁUDIO JOSÉ COSTA DE LIMA



outra sai em busca do agente (como a missão é fictícia, o agente está no lugar combinado e até conhece a senha). Retornando à praia, é feita a sinalização à embarcação para que se aproxime para o recolhimento. O agente recebe um colete inflável e é rebocado, na superfície, até a embarcação pelas 2 duplas de mergulhadores. A uma distância segura de terra, é acionado o motor de popa para o trânsito de volta. Com o valioso auxílio do GPS, no horário previsto a embarcação está no ponto exato de recolhimento. Missão cumprida com sucesso.

Apesar do aspecto quase cinematográfica, é algo perfeitamente factível e com muito poucas variações de procedimento, seja pelos US Navy SEAL, seja pelo GRU-MEC desde que de disponha dos meios adequados.

TAREFAS SEM FLEXIBILIDADE DE ESCOLHA DA ÁREA DE OPERAÇÕES

No segundo grupo, as tarefas seriam as seguintes:

- destruição de forças e/ou instalações inimigas na costa ou próximas dela; e
- ataques a forças navais e navios de guerra ou mercantes, atracados ou fundeados e plataformas.

A característica comum a unir as ações deste grupo de tarefas é, agora, a dificuldade de se compatibilizar uma forte oposição anti-submarino, batimetria e a viabilidade de evolução dos mergulhadores com a distância mínima e uma também forte oposição esperada durante o trânsito e aproximação final dos mergulhadores ao objetivo. O planejamento normalmente chegará a pontos que permitam apenas lançamento, trânsito e recolhimento em imersão dos mergulhadores de combate — desde que o submarino lançador tenha esta capacidade — o que não é exatamente a tendência dominante nos submarinos de projeto mais recente. Ainda que o submarino tenha essa capacidade de lançar mergulhadores quando em imersão, teria que se aproximar perigosamente do objetivo — 3 a 4 milhas no mínimo.

Assim, após a "guarita", com equipamento completo, as duplas de mergulhadores guarnecem suas pranchetas de combate — que aqui ou em qualquer outra Marinha contém apenas bússola, profundímetro e cronômetro — e partem a nado, na superfície, ou mergulhados, com velocidade média em torno de 1 nó, em direção ao objetivo — sem ter como avaliar efetivamente o efeito de maré ou de correntes que venham a ser diferentes do valor assumido durante o planejamento. Com bastante sorte e muito treinamento, é até possível chegar ao objetivo. Adicione-se a este cenário a possibilidade de oposição por parte do inimigo — alguma vigilância e munição real — e tem-se uma viagem sem volta.

Se o risco da aproximação por parte do submarino for julgado, uma alternativa, teoricamente plausível, seria o lançamento em imersão de uma embarcação pneumática a uma distância do objetivo um pouco maior. Na prática, sabe-se que motores de popa têm o péssimo hábito de teimar em não funcionar quando em contato "muito íntimo" com a água, por mais que se sente impermeabilizá-los. Recentemente começou a ser comercializada uma nova versão de motor de popa que se auto esgota caso venha inadvertidamente a

deixar a superfície. Quanto ao utilíssimo GPS então, nem pensar. Assim, o planejador deverá prever, após a "guaritada" dos mergulhadores e preparação da embarcação pneumática, o trânsito a remos da embarcação, a partir de cerca de 5 milhas náuticas do objetivo, a 2 nós, sem considerar vento, maré ou correntes, confiando apenas na navegação estimada. E torcer para que, desta vez, a corrente determinada pelo submarino na cota periscópica tenha a mesma intensidade e direção da corrente na superfície (às vezes acontece). Supondo que tudo dê certo durante o lançamento e na fase inicial de seu trânsito, quando a proximidade do objetivo tornar muito arriscada a continuidade do emprego da embarcação, as duplas de mergulhadores entram n'água totalmente equipadas, afundam a embarcação e partem, como anteriormente descrito, para uma missão sem retorno, mesmo que tenham sucesso.

Desde a Segunda Guerra Mundial, os japoneses já haviam percebido esta peculiaridade neste tipo de missão. O "Kaiten", torpedo japonês, não previa viagem de regresso. Os italianos, menos drásticos mas não menos práticos, em suas ações no Mediterrâneo, preferiam não explodir junto com seus torpedos tripulados: tinham um muito conveniente apoio em terra para fuga e evasão dos mergulhadores após o cumprimento da missão. Novamente não havia trânsito previsto de retorno. Esta era a única concepção viável para este segundo grupo de tarefas, desde cerca de há 50 anos até muito pouco tempo atrás.



A CONCEPÇÃO ATUAL

Veículos de Inserção MEC "molhados", isto é, minisubs abertos, dotados de carenagem de proteção, ao invés de um casco resistente, são uma idéia extremamente simples, sendo o padrão já consagrado por diversas Marinhas, dentre as quais a US Navy, com seus muito bem guardados Swimmer Delivery Vehicles — SDVs — para inserção e extração de mergulhadores de combate. Um minisub "aberto" não é exatamente confortável, porém é discreto e adequado para trânsito, saídas e reentradas em águas fortemente vigiadas pelo inimigo. Durante o trânsito, uma vez que um minisub aberto é permanentemente alagado, os seus tripulantes e as duplas de Mergulhadores de Combate que

transporta utilizam equipamento de mergulho de circuito semi-fechado orgânico da embarcação, durante todo o trânsito e até o início da aproximação final ao objetivo, evitando assim o limite de 7 metros de profundidade imposto pelos equipamentos a oxigênio puro. Alie-se a tudo isso um sofisticado sistema de posicionamento, provavelmente inercial, e tem-se, em linhas gerais, a descrição de um SDV MK 8, o modelo atualmente usado pela USN em seus dois SDV Teams, um em cada costa. Além de 2 tripulantes e 2 duplas de mergulhadores de combate, o que carrega exatamente cada SDV é de conhecimento restrito apenas àqueles que lidam diretamente com sua operação e manutenção. Sua propulsão é 100% elétrica.

O SDV é transportado até uma distância do objetivo que possibilite o ataque, em geral acoplado externamente a um submarino maior. Pode ser lançado em imersão ou em convés molhado. Seu raio de ação é obviamente, sigiloso; o grau de precisão de seus equipamentos de navegação permite levar as duplas de mergulhadores literalmente até o objetivo. Só então, com os mergulhadores já agora utilizando os tradicionais equipamentos autônomos de circuito fechado, se dá a saída do SDV e início da ação no objetivo, propriamente dita — em geral a colocação de artefatos explosivos, normalmente, minas "limpet", se os alvos forem navios inimigos. Após isso, os mergulhadores voltam ao SDV e, novamente aqui o sistema de navegação é de importância capital, se dirigem ao ponto de encontro com o submarino que os recolherá.

AS TECNOLOGIAS AIPS E GST

AIPS — Atmosphere Independent Propulsion Systems — consistem em linhas gerais de um motor de combustão interna e reservatórios de combustível e comburente, este, no caso, oxigênio puro.

A Tecnologia GST — Gaseous-oxygen Stored in a Toroidal hull — é, resumidamente, uma tecnologia de propulsão AIPS desenvolvida na Itália, em que o oxigênio gasoso a 350 bar é armazenado em um casco composto por tubos de seção circular soldados entre si, formando um "toróide". Esta concepção "toroidal" para o casco provou, durante testes, ser cerca de cinco vezes mais forte que cascos convencionais, de chapa maciça, de peso similar. Além disso, é mais fácil fazer e unir juntas elásticas de tubos curvados do que dobrar chapas maciças de aço em duas dimensões.

Basta reduzir sucessivamente, a partir do centro do casco, a circunferência do toroidal para obter um casco em forma de "gota", num método comparativamente rápido de construção.

O principal benefício da construção de pequenos submersíveis a partir é que os toróides podem armazenar grandes quantidades de oxigênio sob pressão, como comburente para uma planta de propulsão diesel em circuito fechado, sem que haja tomado o valioso espaço interno da embarcação, ao mesmo tempo que os toróides vagos podem ser usados para acumular os gases de exaustão — que normalmente produzem na superfície uma "trilha" bastante característica. Já o óleo combustível não apresenta grandes problemas de armazenagem.

O primeiro protótipo em versão militar a empregar a tecnologia GST foi apresentado na Exposição Naval italiana de 1989, em Gênova, o assim denominado "3GST9", — significando que o diâmetro externo de cada tubo que compõe o toróide é de 3 polegadas (76 mm) e que a embarcação tem um comprimento de 9 m (9,65 m para ser exato) — é um minisub de 29 toneladas. Seu raio de ação é de 100 milhas náuticas a 8 nós,

ou 200 milhas náuticas a 6 nós, podendo vir a alcançar 600 milhas náuticas se o diâmetro dos toróides for aumentado até 203 mm.

Este minisub, especificamente, é operado por dois tripulantes, com automação total, navegação doppler conjugada a uma agulha giroscópica (compensada para precessão) e estabilização controlada por computador. Há uma espécie de poço de mergulho no compartimento a meio navio para 4 mergulhadores de combate. Uma pequena bateria é disponível para operações ultra-silenciosas durante os estágios finais de um ataque a porto.

Minas de fundo ou "limpet" são a escolha óbvia para o armamento. A função primária desta embarcação é, claramente, penetrar em portos e ancoradouros. Um sucessor digno dos torpedos tripulados italianos da Segunda Guerra Mundial, em que finalmente é tornada possível a extração com sucesso dos mergulhadores de combate, após o cumprimento da missão.

Alternativamente, ainda no caso específico do 3GST9, ele pode ser equipado com dois torpedos leves em tubos presos próximos à popa ou, curiosamente, pode levar 48 foguetes de 122 mm para ataques diversionários a instalações portuárias.

No papel defensivo, protegendo um porto, pode ser equipado com torpedos miniatura para uso contra MECs inimigos ou outros Veículos de Inserção MEC, como os atuais SDVs.

Resumindo, o sistema de propulsão GST é tão simples quanto comprimir e armazenar dos gases de exaustão e, pelo menos aparentemente, resolveria as limitações decorrentes do pequeno raio de ação dos minisubs de propulsão exclusivamente elétrica.

O MELHOR DE DOIS MUNDOS

O custo aproximado de um minisub do porte do 3GST9 gira em torno dos 15 milhões de dólares. A concepção do minisub aberto, dotado apenas de casco não-resistente certamente diminui este número em alguns zeros, mas esbarra no problema da propulsão, atualmente elétrica. Além disso, a parte eletrônica, envolvida no sofisticado sistema de navegação necessário, tem que ser tornada imune aos efeitos da exposição permanente à água do mar.

Aliando-se as novas tecnologias AIPS e GST à concepção tradicional do minisub aberto, recursos adequados de determinação de posição — navegação inercial e doppler, convenientemente protegidos no interior do toróide estanque — podem ser conduzidos ataques MEC lançados a partir de submarinos-mãe a consideráveis distâncias da costa, pelo método de convés molhado, com trânsito e aproximação final do minisub totalmente submersos, explorando ao máximo as potencialidades de ocultação e surpresa. Um vetor que leva os tentáculos da arma submarina até alcançar o inimigo no próprio cais de suas bases, com elevada probabilidade de sucesso e retorno dos mergulhadores e meios envolvidos.

Tal que aconteceu com a U.S. Air Force em relação à Força Aérea Japonesa, experiência adquirida em combate, ao invés de ser perdida após uma missão, seria analisada e transmitida, aperfeiçoando dessa maneira não apenas os meios, mas também as táticas e a técnica, com realimentação de informações obtidas no teste supremo, o combate.

Só há um porém: estes conhecimentos, em áreas sabidamente "sensíveis", não são normalmente vendidos ou inocentemente transferidos com a compra de um "pacote" tecnológico; se realmente os quisermos teremos que obtê-los nós mesmos.



Nadadores de Resgate

ALL HANDS — JAN 89

TRADUÇÃO COMENTADA PELA ESCOLA DE MERGULHO DO CIAMA

Piloto do F-14: "MAYDAY, MAYDAY, MAYDAY! aqui Tomcat. Meu motor direito está em chamas e tenho problemas nos comandos da aeronave".

Controle aéreo: "Confirme seu "MAYDAY", Tomcat. Você vai ejetar?"

Piloto do F-14: "Afirmativo, controle. Aos 8000 pés eu e o 2P ejetaremos. Transmitirei coordenadas antes de ejetar".

Controle aéreo: "Ciente, mas não é necessário enviar sua posição. Temos vocês no radar e transmitiremos suas coordenadas para o helicóptero guarda. Certifique Tomcat! Tomcat, aqui Controle".
Bum!

As cargas explosivas dos assentos ejetáveis lançam o piloto e seu oficial de radar bem alto no céu. Segundos após, um solavanco repentino lhes assegura a abertura dos pára-quedas. Desorientados, eles apenas vislumbram suas áreas de pouso — o infinito mar aberto — sem nada no visual.

Controle aéreo: "Aeronave guarda, aqui controle aéreo"

Helicóptero guarda: "Prossiga, controle".

Controle aéreo: "Temos um F-14 no mar, a 20 milhas nordeste da base. Uma outra aeronave na área informou as ejeções do piloto e do oficial de radar. Providenciar busca e resgate imediatamente".

Helicóptero guarda: "Ciente, controle. A caminho da área do acidente. Ampliarei informações ao chegar na área".

Controle aéreo: "Ciente é só".

A função do helicóptero guarda de aeronave é permanecer voando nas proximidades do porta-aviões, durante as operações aéreas, para o caso de alguma aeronave acidental-se e sua tripulação tenha que se ejetar ou pousar com a aeronave na água. Durante a primeira meia-hora após o acidente, ocorre a maior probabilidade de sucesso de uma operação de busca e salvamento.

Helicóptero guarda: "Controle, aqui guarda. Localizamos os dois homens. Um deles está acenando e aparenta estar bem. O outro está parcialmente coberto pelo pára-quedas, abraçando o colete salva-vidas. Não há sinais de destroços. Estamos aproximando para lançar nosso nadador de resgate e resgatá-los".

Controle aéreo: "Ciente guarda. Informe quando concluir o resgate".

Embora o trabalho de socorro no mar, como um todo, seja um esforço de equipe, o socorro em si está ao encargo de um único homem. Ele é um elemento bem condicionado fisicamente, fortemente motivado, que deverá saltar de um helicóptero "hoverando" diretamente no mar, calmo ou agitado, tépido ou frio, porém sempre dominante. A menor falha

de avaliação pelo Nadador de Resgate pode colocar em risco os socorridos e até ele próprio.

Quem é, então, este homem que rotineiramente deixa a segurança do interior do helicóptero, para as incertezas do mar? Por que ele se arrisca desta forma e aonde ele é treinado?

O começo de tudo ocorre na Escola de Natacão de Resgate da Marinha, na Base Aeronaval de Pensacola, Flórida. Ali, o difícil e exigente serviço de socorrer vidas no mar é ensinado — em quatro curtas semanas.

A Escola é aberta à Marinha, aos Fuzileiros Navais e aos homens e mulheres da Guarda Costeira. As turmas possuem no máximo 24 alunos. O curso orgulha-se de "impregnar" o aluno com espírito de equipe, integridade e autoconfiança, tão necessários ao exercício de uma atividade extremamente dura.

O trabalho de um Nadador de Resgate é simples em sua concepção básica — saltar de um helicóptero, aproximar-se, abordar a vítima e prendê-la ao guincho, conduzi-la de volta ao helicóptero e realizar o primeiro atendimento que for necessário. Apesar de aparentemente simples, é uma atividade que traz enorme exigência física e elevada determinação mental.

Em um típico dia de aula um aluno corre entre 3000 e 5000 m, efetua incontáveis flexões, abdominais e agachamentos, sem falar na série diária de ginástica calistênica. Além disso, ele nada, e como nada. Metade do tempo de exercício (embora a maioria dos estudantes digam que seja o tempo inteiro) é dedicado à piscina de 25 m do antigo prédio readaptado para a Escola de Natacão de Resgate.

A área da piscina possui uma série de equipamentos específicos para esse curso. Uma porta de helicóptero, suspensa 3 m acima da água na parte mais profunda, é usada para transmitir aos alunos a sensação de pular de um helicóptero "hoverando". Aplicadores para combate a incêndio geram uma neblina de água constante, simulando situação idêntica a de um helicóptero "hoverando" a baixa altitude no mar.

Os alunos são colocados diante de uma série de situações de socorro diferentes, como auxiliar o piloto a desvencilhar-se do pára-quedas na água ou socorrer uma aeronave de passageiros sem sistema de flutuação. Os alunos são ensinados a pensar constante e rapidamente. É uma carga estressante e pesada, colocada sobre um jovem marinheiro.

"A idade média dos alunos situa-se em 19 anos" conta o Major McDavid, oficial instrutor da Escola. "Ele acaba de sair da Escola Básica, estando na Marinha a 3 ou 4 meses no máximo, e viverá aqui seu período de treinamento mais rigoroso. Nós recebemos o aluno e o submetemos a um treinamento desafiante, durante o qual procurarmos desenvolver a autoconfiança necessária para o serviço".

Além dos exercícios de salvamento, são efetuados exercícios de natacão de reboque, no qual os nadadores



rebocam uma vítima por 800m, equipados com nadadeiras, máscara e tubinho. O percurso dos alunos é de 38 longos minutos. A segurança dos alunos durante o curso é uma preocupação permanente da Escola.

A autoconfiança e o salvamento básico, ensinados nas quatro semanas de curso, são testados dois dias antes da graduação. O teste final consiste em um salvamento múltiplo simulado na piscina. Um dia antes da formatura, os alunos são levados à baía que circunda a Escola e, durante toda a tarde, praticam resgates com um helicóptero, em condições as mais próximas do que eles encontrariam realmente.

Evitar a perda de vidas no mar é a razão da existência do curso de Nadadores de Resgate. Todavia, nem todos os salvamentos tem um final feliz, pois algumas vezes a situação transforma-se em resgate de corpos. Mas, seja a experiência boa ou ruim, os Nadadores de Resgate orgulham-se da sua profissão e todos afirmam que não gostariam de fazer nada diferente. Realmente eles consideram-se membros de um grupo de elite. Como diria um deles, "Eu gosto de saber que sou capaz de socorrer uma pessoa em situação desesperadora. Ser capaz de atingir meu limite físico e mental, e ser procurado por alguém que está passando por uma grande dificuldade no mar".

Baseado no curso de Nadadores de Resgate (Rescue Swimmers) da U.S Navy, é ministrado no Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché o Curso Expedito de Natação de Salvamento (C-EXP-NATSALV). O curso tem como propósito qualificar Oficiais e Praças para realizarem natação de salvamento (incluindo o auxílio no escape dos pilotos acidentados em aeronaves da MB e do 1º GAE em crash no mar, enquanto na superfície), aplicarem primeiros socorros às vítimas de afogamento e participarem como nadadores de salvamento das fainas marinheiras realizadas pelos navios de superfície, durante os exercícios no mar.

O curso tem a duração de quatro semanas; as três primeiras transcorrem no CIAMA e constituem a primeira fase do curso. A quarta semana, 2ª. fase, é ministrada no Centro de Instrução e Adestramento Aeronaval, na Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia.

Durante a primeira fase, o aluno é submetido a rigoroso condicionamento físico, adquire conhecimentos sobre física do mergulho, noções elementares de anatomia e fisiologia, métodos de recuperação de afogados, primeiros socorros, judô aquático, natação de reboque, resgate de afogados individual ou em dupla.

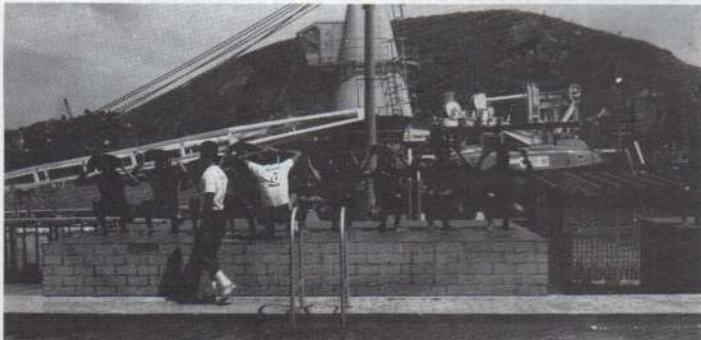
No final da primeira fase, o aluno é qualificado através das seguintes provas: reboque individual de afogado (800 metros), natação equipada e resgate de afogados em mar aberto.

Na segunda fase, os alunos conhecem as características das aeronaves da MB, efetuam treinamento de retirada de tripulantes de aeronaves na Unidade de Treinamento de Escape de Aeronaves Submersas (UTEPAS) e realizam resgate de afogados a partir de helicóptero, com a utilização do "sling" e "gaiola" na lagoa de Araruama.

O C-EXP-NATSALV iniciou as suas atividades em 1989 e até o momento foram ministrados 12 cursos, tendo sido formados 217 Nadadores de Salvamento.

Anualmente, os NAT-SALV retornam ao CIAMA para serem requalificados através da avaliação de seus conhecimentos e condicionamento físico. O militar que não obtiver conceito "satisfatório" na requalificação é automaticamente desqualificado para a atividade.

As turmas do C-EX-NATSALV comportam inicialmente 24 alunos. Devido ao rigor do curso e as características especiais que cada NAT-SALV deve possuir, o índice de aprovação do curso é de, aproximadamente, 50% de cada turma. A preferência pela qualidade em detrimento da quantidade visa dotar a Esquadra de homens capazes de realizar um salvamento em qualquer condição de mar, em qualquer hora e em qualquer lugar.





Apagamento

SKIN DIVER NOV 90

TRADUTOR: CT (MD) MÁRCIO JORGE SOARES LEITE

A hiperventilação — respiração rápida e profunda — tem sido empregada em todas as partes do mundo como uma maneira de aumentar a capacidade de permanência mergulhado, tanto em mergulhos em apnéia dos indivíduos que subsistem da coleta de esponjas e pérolas, quanto no mergulho esportivo. A hiperventilação só não é mais empregada nos treinamentos dos praticantes de caça submarina por causa dos episódios pouco freqüentes, mas bastante sérios, e potencialmente fatais de apagamento. Este risco é potencializado pela permanência em uma certa profundidade, seguida pela ascensão à água ou à superfície. O risco contudo é maior entre aqueles compelidos a alcançar algum objetivo ou cumprir alguma missão, tal como acontece com os praticantes de caça-submarina durante a disputa de um campeonato. Um mergulhador medíocre tem uma probabilidade muito menor de sofrer tal acidente, por não protelar a natural urgência de respirar.

A fim de entender melhor este fenômeno devemos analisar a dinâmica do controle da respiração. O oxigênio contido no ar respirado é conduzido pelas vias aéreas até os pulmões e daí, através do sangue, este gás é carregado para cada tecido do corpo. Finalmente, a nível celular, o oxigênio reage com vários "combustíveis", tais como carboidratos e gordura, para produzir energia. Os principais produtos químicos dessas reações são a água (H₂O) e o gás carbônico (CO₂). Este último, liberado dos tecidos para o sangue, é o principal responsável pelo controle da respiração. Os níveis sanguíneos de oxigênio tem um pequeno efeito no controle da respiração, embora baixos níveis de O₂ (hipoxia) também contribuam para este controle. Níveis sanguíneos de O₂ muito baixos produzem súbita perda da consciência, freqüentemente sem nenhum indício prévio de que isto vá ocorrer.

Com o acúmulo do CO₂ nos tecidos durante o mergulho em apnéia, vários fatos se sucedem. Um deles é a queda na concentração de O₂ no sangue e nos tecidos, o que não traria maiores problemas se a apnéia fosse realizada na superfície. Os níveis crescentes de CO₂ estimulam o centro respiratório e aumentam a freqüência cardíaca. Um indivíduo que estivesse respirando normalmente, ao invés de estar em apnéia, não apresentaria níveis tão elevados de CO₂.

Uma vez que o nível sanguíneo de CO₂ é o responsável pelo estímulo à respiração, através de sua atuação em receptores especiais no cérebro, um indivíduo pode manipular este estímulo respiratório através da obtenção de baixos níveis de CO₂, prolongando o tempo de apnéia. Isto seria alcançado por meio da manobra de hiperventilação, que elimina o CO₂ através dos pulmões. Respirações profundas promovem um incremento das trocas gasosas nos alvéolos, com conseqüente diminuição dos níveis de CO₂ para valores abaixo do normal, o que conduz a uma transferência do CO₂ da corrente sanguínea para estes alvéolos. Daí, o mergulhador que pratica a hiperventilação levará mais

tempo para ter seus níveis sanguíneos de CO₂ elevados a um ponto onde ele experimentará urgência em respirar.

São vários os riscos da prática da hiperventilação. O adiamento da sensação de urgência em respirar resulta em níveis sanguíneos de O₂ baixos, os quais não são experimentados em condições normais pelo homem. A perda de consciência resultante da hipoxia cerebral pode ocorrer de maneira abrupta, sem nenhum indício prévio de que isto está para acontecer. Quando isto ocorre em um mergulho profundo, as chances de um acidente fatal são imensuráveis.

Embora não seja comum, o apagamento sem que a manobra de hiperventilação tenha sido realizada pode ocorrer. Neste caso, um mergulhador bem treinado e altamente motivado para alcançar um determinado objetivo, pode ter seus níveis sanguíneos de CO₂ elevados a um ponto o qual, paradoxalmente, não estimule o centro respiratório, levando à hipoxia com conseqüente perda de consciência.

Uma melhor compreensão do risco do apagamento no mergulho em apnéia exige algum conhecimento da fisiologia do oxigênio. O fator que regula as taxas de oxigênio liberadas para os tecidos é a sua pressão parcial. De acordo com a lei de Dalton, a pressão total de uma mistura de gases é igual à soma das pressões dos gases componentes desta mistura. A pressão parcial é proporcional à pressão do meio circundante, quer seja a pressão atmosférica, quer seja a pressão do mar. Daí, a medida que o mergulhador em apnéia desce, a pressão parcial de O₂ em seu organismo aumenta. Nesta situação, observaremos uma queda desses valores elevados para valores encontrados em indivíduos a nível do mar, na medida que o oxigênio vai sendo consumido nos processos metabólicos. No retorno à superfície, a pressão parcial de O₂ cairá ainda mais, proporcionalmente à diminuição da pressão ambiente. Se houver um maior consumo de O₂ devido a uma grande quantidade de trabalho despendido por ocasião deste mergulho, ao retornar à superfície o mergulhador terá uma pressão parcial de O₂ em seu organismo muito mais baixa. Se as reservas de O₂ se aproximam da exaustão, a pressão parcial de O₂ tende a se reduzir para níveis abaixo daqueles necessários para a manutenção da consciência. Neste caso, no retorno à superfície, o mergulhador pode sofrer um apagamento sem nenhum sinal indicativo de que isso está para acontecer, sobrevivendo a morte por afogamento sem causa aparente.

Concluindo os fatos já expostos, o mergulho em apnéia, mesmo realizado em águas rasas, pode conduzir a um afogamento. Este tipo de mergulho, quando possui uma longa duração, coloca em risco mesmos os mergulhadores mais experientes, uma vez que força de vontade e treinamento fazem com que os mesmos posterguem o momento do retorno à superfície. O mergulhador ocasional provavelmente não se exporá ao perigo da hipoxia, a não ser que hiperventile. Uma simples recomendação deve ser obedecida: mergulhadores não devem hiperventilar.



Aspectos do mergulho no litoral do Brasil

CT EMMANUEL SARAIVA LEONTSINIS

Por experiência adquirida em mergulhos de emprego militar-naval, extensivos a mergulhos esportivos, procura-se passar neste artigo a importância que deve ser dispensada, na fase de planejamento, a determinados aspectos do meio ambiente e da vida marinha, de modo a evitar alguns problemas que possam advir desta prática fascinante e perigosa, o mergulho.

No litoral brasileiro, as ilhas oceânicas de Trindade e Fernando de Noronha, por exemplo, situam-se em regiões onde, no decorrer do ano, predominam altas temperaturas e umidade, sendo normalmente a água bastante morna durante o verão. Em Cabo Frio e Arraial do Cabo, embora situadas em regiões onde a predominância do clima seja favorável à prática do mergulho, ocorre de setembro a março o fenômeno de subida de água profunda e fria. Esta ressurgência está sujeita a flutuações de posicionamento, modificando o gradiente de temperatura. Esta dinâmica oceânica provoca um complexo fluxo de correntes não limitado às camadas superficiais. Na costa do nordeste brasileiro as águas permanecem quentes o ano todo, em patamares na faixa dos 30° C. Registros de maiores temperaturas foram feitos em Fortaleza e Natal. Estes meros exemplos denotam a gama de variações de condições ambientais que pode-se encontrar na vasta costa brasileira. Por assim dizer, alguns efeitos causados ao homem provenientes do ecossistema serão agora abordados.

O aumento de calor pelo meio ambiente pode adversamente prejudicar o emprego de pessoal em operações de mergulho. Principalmente em operações especiais realizadas por mergulhadores de combate, onde são combinadas atividades físicas e perda de sono, o "stress" pelo calor pode dramaticamente degradar a performance do mergulhador, pois enfrentar temperaturas atmosféricas maiores que 40° C em conjunto com alta umidade são comuns na nossa costa.

A exposição demasiada ao sol e calor pode resultar em queimaduras solares, erupções cutâneas, "stress" psicológico e choque térmico. A importância do preparo físico, principalmente para mergulhadores de combate operando em áreas de altas temperaturas é reconhecida, sendo preciso um período de aclimação de 10 a 14 dias, com períodos regulares de descanso, e imersões em água para evitar a desidratação. A hidratação em excesso não pode ser enfatizada e sim a sua manutenção em níveis normais para prevenir perdas. Um mergulhador não aclimatado pode perder 2,5 litros de água por hora, enquanto

que aclimatado, 1,5 litros por hora durante extenuantes atividades num local muito quente, mantendo a performance. Em média a perda de 1 litro por hora é o comum.

Perigos relativos às águas quentes são mais frequentes nas águas tépidas do NE brasileiro, onde encontram-se temperaturas na superfície na faixa de 30° C mesmo no inverno. Existem áreas de baixas profundidades em que as águas respondem melhor ao aquecimento pela radiação solar. O problema fica evidenciado quando no cálculo do perfil do mergulho de 40 minutos de trabalho à profundidade de 150 pés, o mergulhador deverá realizar um mínimo de descompressão de cerca de 57 minutos, que adicionados à temperatura do ar suprido para o mergulhador indica que o mesmo pode ter um tempo de "cozimento" de quase uma hora em água quente. Temperaturas de mais de 27° C a profundidade de 60 pés são frequentes de serem registradas. Um perigo ainda maior enfrenta um mergulhador usando circuito fechado com mistura de gás hélio-oxigênio. No mesmo mergulho a 150 pés por 40 minutos, sendo esta mistura mais leve e gerando uma maior absorção do gás pelo organismo, este mergulhador requererá 92 minutos de descompressão. O mergulhador usando este equipamento, pelo menos, evita que a temperatura do gás inspirado seja elevada. A fonte de ar do mergulhador pode ser protegida de raios solares para reduzir a absorção de calor. Um mergulhador já esgotado, que está provavelmente desidratado, será forçado a perder considerável tempo de descompressão em água muito quente pelas paradas de descompressão. Portanto, dependendo do perfil do mergulho, o uso de roupas torna-se inadequado, sendo intoleravelmente quentes, principalmente no verão. Contudo existe a relação de compromisso entre a proteção física contra a vida marinha, principalmente quando houver corais, onde o uso de luvas e proteção para cabeça e pés é recomendado, e o calor excessivo.

Opostamente, perigos correlacionados às águas frias ocorrem no sudeste e sul do país, onde é fundamental a manutenção do calor do corpo e o balanço térmico. Além da utilização de roupas secas e molhadas com sistemas de aquecimento, existem equipamentos que fornecem misturas gasosas pré-aquecidas, acima de um nível tabelado, em função da profundidade e temperatura da água, proporcionando maior conforto e segurança ao mergulhador. A utilização de gás hélio-oxigênio, que é uma mistura respiratória e de alta condutibilidade térmica, pode propiciar a hipotermia, sem mesmo a percepção do mergulhador, uma vez que o sensor orgânico de temperatura



é a pele e neste processo a queda de temperatura inicia-se no interior do corpo.

Alguns conjuntos de manifestações tais como tremores convulsivos, redução de destreza manual, sonolência, náuseas e distúrbios visuais podem ocorrer. Também são comuns as dores articulares e a braquicardia (redução da pulsação).

Quanto à vida marinha na nossa costa, convém ressaltar a diversidade de espécies existentes, ressaltando-se entretanto que nos rios da região Amazônica há mais variedades de espécies animais do que nos oceanos. Basicamente, pode-se restringir os perigos da vida marinha da costa brasileira aos tubarões, serpentes marinhas, medusas, barracudas, moréias e até o coral. Inúmeras espécies de tubarões já foram identificados nestas águas. Existem registros do branco, martelo, tigre, azul e outros. A maioria dos tubarões tendem a atacar nadadores na superfície por serem captados por seus sensores como se fossem peixes em dificuldades. Esta interpretação é gerada fruto dos ruídos provocados pelos movimentos natatórios induzindo o tubarão a relacioná-los a uma presa fácil. Raramente atacam mergulhadores submersos. Quando ocorre o ataque, eles normalmente tocam a vítima com seu focinho para verificar sua reação, e só após voltam para atacar. Embora seja sempre perigoso nadar em águas oceânicas onde tubarões estão presentes, mergulhadores podem trabalhar seguros se permanecerem alertas, não mergulharem sozinhos e, dentro do possível, evitem águas escuras. A título de ilustração é oportuno registrar a ocorrência de dois ataques de tubarões em 1990 durante operações do grupo de mergulho do NSS "Felinto Perry" na ilha oceânica de Trindade. Num dos

ataques, o mergulhador atento rechaçou a fera, utilizando apenas um arpão como escudo, sem dispará-lo. No outro o mergulhador não havia percebido a presença do animal, que investiu por trás, por sorte levando apenas uma de suas nadadeiras. Da mesma forma, um dos nossos mergulhadores quando realizando faina de reflutuação de um carro lagarta anfíbio a bordo da Corveta Purus, em Salvador, deparou com uma barracuda que havia demarcado aquela embarcação como seu território, impedindo-o de bujonar a embarcação, desfechando ataques em velocidade e afrontando o mergulhador serrilhando os dentes. Neste caso, o mergulhador somente conseguiu concluir o bujonamento após matar o animal com uma arpoada. Os corais em locais como Abrolhos, Trindade e Fernando de Noronha, representam outro grande perigo. Cortes e arranhões causados pelo coral são altamente infecciosos devido as bactérias injetadas sob a pele. Estes cortes sem uma limpeza e curativos apropriados têm lentas cicatrizações. É sempre recomendável utilizar proteção para os pés como solados reforçados, botas de neoprene ou sapatilhas que podem ser calçadas em conjunto com as nadadeiras. Estes proverão proteção quando cruzando recifes e contra mariscos que inoculam veneno.

Para concluir podemos afirmar que existem inúmeros perigos intrínsecos à atividade de mergulho. A estes não se podem excluir o meio ambiente e a vida marinha. Tais problemas podem ser controlados e evitados se forem levados em consideração no planejamento da operação a ser realizada.

Manter o condicionamento físico e cumprir a doutrina de segurança do mergulho é fundamental para o sucesso nas operações de mergulho!



Equipamentos de visão noturna

CT JOSÉ CLAUDIO DE LIMA

INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da civilização que os comandantes militares compreenderam o valor do controle de suas forças e das ações de combate noturno.

Basicamente, as vantagens e dificuldades do combate noturno ainda permanecem as mesmas nos dias de hoje, no entanto, os meios disponíveis ao comando, para controlar e conduzir combates durante períodos de escuridão evoluíram consideravelmente desde as primitivas opções de sinais de fogo e tambores.

Os equipamentos de visão noturna começaram a ser pesquisados em meados da década de trinta, através de estudos para utilização de luz infravermelha (IV) para a detecção de aviões. Na Inglaterra chegou-se até a supor que um equipamento que utilizasse IV poderia ser mais eficiente que um radar.

Ao longo da Segunda Guerra Mundial avanços tecnológicos permitiram a fabricação e consequente emprego de alguns novos equipamentos. Assim, forças alemãs utilizaram IV em um sistema de detecção de navios, na guiação de aviões de combate e em controle do fogo de artilharia. Do lado dos aliados, foram desenvolvidos faróis IV para permitir o deslocamento de viaturas à noite e uma pesada combinação de lâmpada IV acoplada a uma luneta, conhecida na época como "SniperScope", foi utilizada com relativo sucesso pelos norte-americanos na frente do Pacífico.

A pesquisa continuou no pós-guerra, tendo os ingleses concentrado seus esforços no desenvolvimento de equipamentos IV de direção de mísseis, e os norte-americanos em equipamentos IV que permitissem o tiro noturno. A principal dificuldade residia no peso e volume excessivos dos equipamentos então fabricados, bem como nas também pesadas e volumosas baterias necessárias ao seu funcionamento. Após colocar o equipamento, um atirador praticamente não tinha como empunhar sua arma. A partir do final da década de cinquenta surgiram, em rápida sucessão, o transistor, o diodo semiconductor e a bateria de níquel-cádmio, que permitiram a construção de equipamentos leves e de pouco volume.

Paralelamente a esses avanços tecnológicos ocorreram avanços de concepção. Equipamentos que utilizam luz IV para "iluminar" o alvo a noite são baratos, práticos e eficientes. Seu grande problema decorre do fato de serem "ativos", isto é, emitem luz IV, podendo, portanto, ser facilmente detectados e destruídos pelo inimigo.

IMAGEM TÉRMICA (IT)

Visando contornar essa deficiência, começaram a ser desenvolvidos equipamentos passivos que, em vez de emitir, captam a luz IV que é irradiada por todos os objetos. Como diferentes objetos emitem luz IV em diferentes comprimentos de ondas, é possível captar essas variações e

transformá-las em imagens. O desenvolvimento da tecnologia permitiu a criação de equipamentos que produzem imagens "térmicas" (IT). Estes equipamentos têm como principal vantagem seu grande alcance e a possibilidade de "ver" objetos ou cenas sob escuridão total ou cobertos por neblina, cortina de fumaça e nuvens de poeira. Outra vantagem dos equipamentos de IT é a possibilidade de "ver" através de vegetação ou redes de camuflagem, já que captam e reproduzem a diferença de calor entre o objeto "visto" e o ambiente que o circunda.

Naturalmente o que se ganha por um lado perde-se por outro. A imagem fornecida por um equipamento de IT é uma reprodução tosca e estriada da cena que, a primeira vista não tem relação nenhuma com o que está sendo observado. Somente um operador experiente pode extrair todas as informações que uma imagem térmica pode fornecer, isto é, a imagem proporcionada pelos equipamentos de IT necessitam ser interpretados por pessoal previamente qualificado.

A despeito de haver atualmente em operação um expressivo número de equipamentos de IMAGEM TÉRMICA e da pesquisa e desenvolvimento de novos projetos baseados nesta tecnologia continuarem a receber ênfase, a tendência atual aparenta estar extensivamente direcionada para a magnificação de baixos níveis de luminosidade disponíveis — a assim chamada tecnologia de INTENSIFICAÇÃO DE IMAGENS (I2).

INTENSIFICAÇÃO DE IMAGENS (I2)

Os equipamentos que empregam esta tecnologia utilizam a luz residual para reproduzir imagens e podem ser divididos em grupos, cada um refletindo um determinado estágio de desenvolvimento tecnológico.

Basicamente, um equipamento intensificador de imagens converte uma imagem de fótons em uma imagem de fotoelétrons, amplifica esta imagem e, finalmente, a reconverte em uma imagem apresentada visualmente. Esse processo ocorre em sua quase totalidade no interior de uma espécie de válvula a vácuo, o intensificador de imagens propriamente dito.

A válvula intensificador de imagens é composta de um fotocatodo, que converte fótons em elétrons na mesma proporção da quantidade de luz que incide sobre ele, um dispositivo de ganho de elétrons e uma tela recoberta de fósforo, que converte os elétrons de volta em imagem visível, amplificada.

PRIMEIRA GERAÇÃO

Equipamentos I2 de "primeira geração" são sistemas passivos de visão noturna dotados de fotocatodo de metais alcalinos, muito sensível. Nesse tipo de equipamento uma lente "objetiva" concentra a luz refletida pela cena sobre o fotocatodo recoberto por uma película de fibra ótica. O

impacto da luz excita o fotocátodo que emite elétrons de acordo com a luz e sombra recebidas. Estes elétrons são conduzidos através da fibra ótica até uma superfície recoberta com substância fosforescente, onde produzem uma imagem em que o contraste entre luz e sombra foi grandemente aumentado. Esta imagem é então novamente conduzida através da fibra ótica até uma tela fosforescente de saída, onde pode ser observada por meio de lentes oculares. Em um módulo deste tipo, utilizando diferenças de potencial da ordem de 16 kv, pode-se aumentar cerca de duas mil vezes o contraste de uma cena, o que permite observar um terreno banhado pela luz da lua como se estivesse iluminado pelo sol.

Para a observação em noites sem luar é necessária uma amplificação de contraste ainda maior, o que é obtido pelo acoplamento em "cascata" de três estágios de amplificação, que permitem obter ganhos de até 75.000 vezes sobre o contraste original. "Janelas" de entrada e saída de fibras óticas permitem acoplamentos mais eficazes desses módulos. São esses dois ou três módulos que tornam os equipamentos de primeira geração tão pesados e volumosos.

Além disso, eles apresentam uma deficiência: qualquer aumento súbito no nível de iluminação causado, por exemplo, por um holofote, por uma granada iluminativa ou mesmo pela explosão de uma granada comum, desfaz o contraste projetado nas fibras óticas recobertas por material fosforescente, "cegando" assim o observador.

Estes equipamentos vem sendo empregados com eficácia há cerca de vinte anos e tudo indica que continuarão sendo usados por muito tempo ainda, em situações em que peso e volume não forem preponderantes. Um exemplo típico de equipamento de primeira geração é o AN/PVS-2 "Starlight Scope", em uso no Exército dos EUA desde 1965.

SEGUNDA GERAÇÃO

Válvulas I2 de "segunda geração" se tornaram possíveis a partir da produção em massa de placas de microcanal, que permitiram a miniaturização das válvulas, assim como diversos aperfeiçoamentos sobre os equipamentos de primeira geração. Uma placa de microcanal e um pequeno disco, construído utilizando a mesma tecnologia das fibras óticas, que permite a reunião de aproximadamente dois milhões de microcanais amplificadores de elétrons em uma superfície de 20mm de diâmetro. Nesses pequenos equipamentos, os elétrons emitidos pelo fotocátodo são conduzidos aos microcanais de amplificação onde, devido a diferença de potencial presente, ricocheteiam e produzem novos elétrons, que por sua vez também ricocheteiam produzindo novos elétrons, ocasionando uma saída de elétrons milhares de vezes maior do que na entrada. Como o aumento do contraste depende da voltagem aplicada na placa de microcanais, o ganho pode

ser regulado em limites bastante amplos. A maioria dos equipamentos deste tipo permitem regular a amplificação do contraste entre 15.000 e 60.000 vezes. Assim, a unidade agora pode ser constituída de um módulo único, o que reduz peso e volume do equipamento. A ausência de acoplamentos intermediários e as próprias características da placa de microcanais reduzem sensivelmente os efeitos de ofuscamento causados por súbitos aumentos no nível de iluminação. Essas vantagens são contrabalançadas pelo maior custo, devido a complexidade de fabricação de uma placa de microcanais.

No âmbito da MB, enquadra-se neste grupo o AN/PVS-4 "Individual Served Weapon Sight", equipado com uma válvula I2 de segunda geração, que provê visada noturna para fuzis M-16 (cal. 5,56mm), adotados pelo GRUMEC, para o antigo M-14, metralhadoras incluindo a M-60 (cal. 7,62mm), lança-granadas M-203 (acoplável ao M-16) e lança-rojões M-72. Este equipamento, pesando 1,64Kg, com campo visual circular de 15 graus e aumento de 3,8 vezes, provê alcance máximo de 600m contra um alvo do tamanho de um homem, em noite de luar, e de 400m sob condições equivalentes a céu estrelado, sem luar.

De segunda geração e também adotado pela MB há o AN/TVS-5 "Crew Served Weapon Sight", específico para emprego acoplado e armas automáticas como a M-60 ou a MAG (cal. 7,62mm). Com campo visual circular de 9 graus e aumento de 6,5 vezes, provê alcance máximo de 1.200m contra um alvo do tamanho de uma viatura, em noite de luar.

TERCEIRA GERAÇÃO

Válvulas I2 de "terceira geração" utilizam material fotocatódico mais sensível, arsenato de gálio (GaAs), o que faz prever maior vida útil para a válvula e operacionalidade sob condições de luminosidade extremamente baixas. Este aumento de sensibilidade permite também o aumento do alcance do equipamento e a diminuição de seu peso e tamanho, já que irá necessitar lentes objetivas menores.

Qualquer que seja o sistema de amplificação de contrastes empregado, os resultados dependem, em primeiro lugar, da quantidade de luz que a lente objetiva consegue focar na fibra ótica de entrada. Isto quer dizer que o tamanho da imagem vista pelo observador é basicamente função da distância focal da lente e, em menor grau, do poder de aumento das lentes oculares. Um equipamento de visão noturna projetado para permitir o tiro de fuzil deve ter um alcance de 200 a 300 metros, que exige uma lente objetiva com distância focal entre 100 e 135mm. Um equipamento de bolso destinado a observar a frente imediata do utilizador pode utilizar uma lente objetiva de 50mm de distância focal, proporcionando um campo visual mais amplo. Assim, o volume e peso do equipamento relacionam-se diretamente ao seu alcance e a amplitude do seu campo visual.



NOVAS AQUISIÇÕES PARA A BIBLIOTECA MELLO MARQUES DO CIAMA

— LIVROS ESTRANGEIROS

- The Type VII U-BOAT
- The Blue jacket manual
- Build Your own 80386 IBM Compatible
- Fleet Tactics: Theory and practice
- Submarine Commander
- Combat Fleets of the world 1990/91
- U Boats: The wolfpack (video VHS)
- Submarine Warfare (video VHS)
- DEADLY WEAPONS (video VHS)

— ASSINATURA DE REVISTAS:

- Proceedings
- International Defense Review
- Soldier of Fortune
- Skin Diver
- Navy International
- Defense
- Maritime Defense
- Jane's Defense Weekly
- The Submarine Review



A Liderança a Bordo de Submarinos na Marinha Alemã

“O PERISCÓPIO” é uma publicação da Força de Submarinos da Marinha do Brasil.

Publicada anualmente, tem por finalidade precípua a divulgação de conhecimentos profissionais e fatos que interessem àqueles que estejam ligados funcional ou mesmo afetivamente às atividades que dizem respeito à Força de Submarinos.

Como instrumento de relações públicas, pretende servir à difusão da cultura naval, de incentivação da mentalidade marítima, de ação cívica, de esclarecimento público, de informações de cunho histórico e de manutenção das tradições da Força de Submarinos.

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

A reprodução, total ou parcial, de seus artigos é autorizada desde que citada a fonte.

A distribuição de “O PERISCÓPIO” é feita pelo Comando da Força de Submarinos, sediado na Ilha de Mocanguê-Grande, Rio de Janeiro.

A REDAÇÃO

INSTRUÇÃO E RECRUTAMENTO ONTEM

A formação e o treinamento de oficiais da Marinha do Brasil seguem, desde a época dos primeiros navegantes,

“Instituto” de Seguros contra Incêndios, a Companhia dos Incêndios. Alguns dos primeiros Seguros-vítimas abrangiam para o comércio (Marinha de Guerra) como assistência, solidariedade e auxílio. Encontram-se também no livro “Liderança a Bordo de Submarinos” do CMO Diogo Sporthoff, editado em 1957. Em última análise, a história da Marinha do Brasil se situa pelo “Kriegsmarine” da Alemanha. No começo da guerra, a Alemanha possuía 47 submarinos em serviço. No decorrer da guerra, a Marinha alemã lançou uma campanha de recrutamento para a campanha de guerra. Para isso, foram enviados 300 unidades. No final da guerra, a Alemanha possuía 300 submarinos, dos quais 200 foram empregados em operações de guerra. Isso significa que, em qualquer época de tempo, os submarinos formam um grande número de comandantes, desde que se tenha de qualificar os respectivos. Essa demanda é satisfeita, evidentemente, por meio das próprias escolas de formação. Muitas vezes são requisitados de outras escolas, segundo uma necessidade de especialização. É o caso da formação de especialistas. É interessante notar que alguns desses especialistas são requisitados de outras escolas.

AVIBRAS AEROESPACIAL



Uma empresa de
avançada tecnologia
dedicada à:

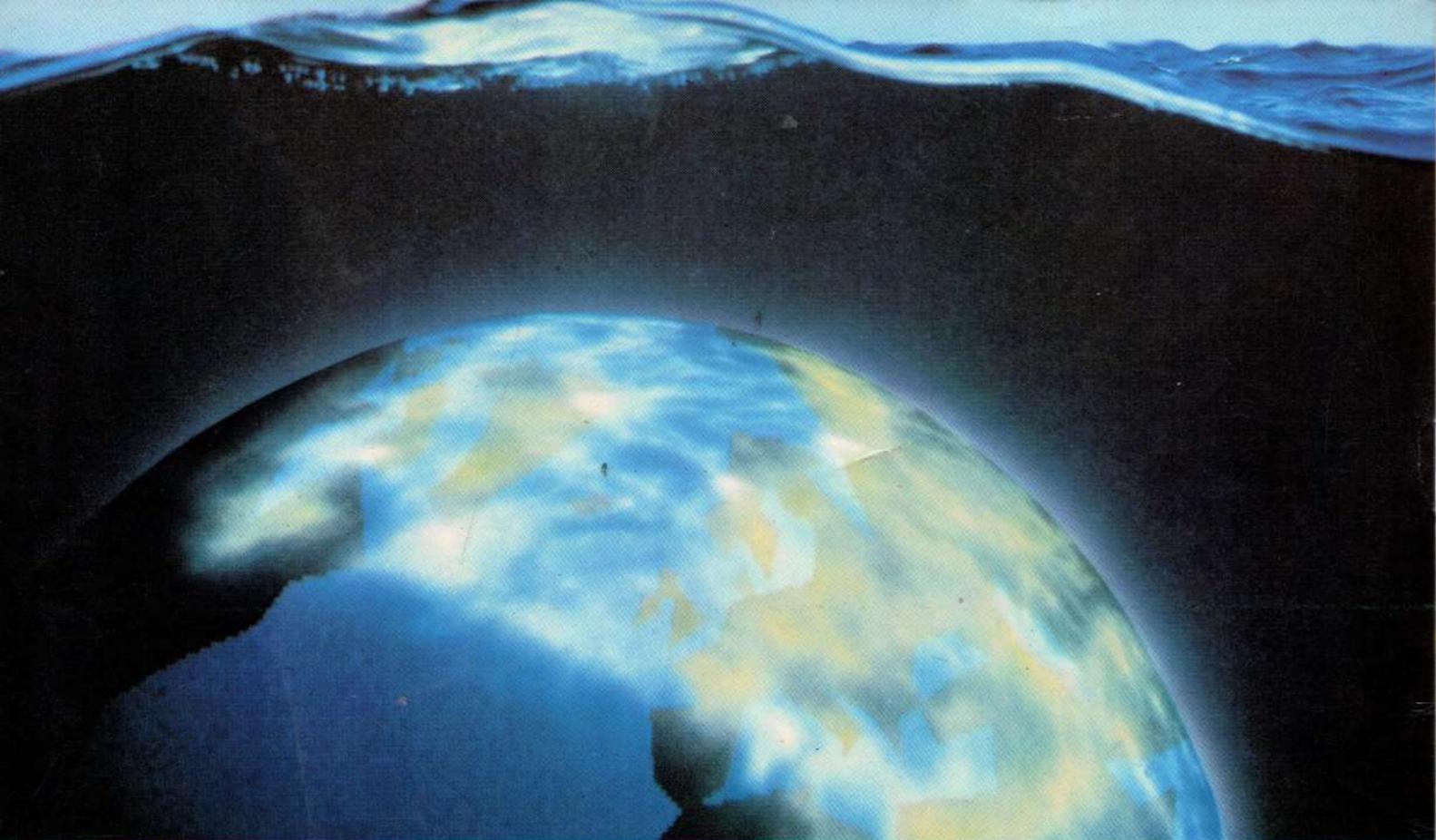
- DEFESA
- ELETRÔNICA E COMUNICAÇÕES
- QUÍMICA
- PESQUISA ESPACIAL

Tecnologia de Ponta gerando divisas para o Brasil.



AVIBRAS AEROESPACIAL S.A.

Antiga Est. de Paraibuna, km 118
São José dos Campos - SP - Cx. Postal 229
CEP 12200 - Tel.: (0123) 21-7433
FAX (0123) 51-6706/51-6048 - Telex (123) 3844



THOMSON SINTRA ASM. O MAR É NOSSO DOMINIO.

A missão atribuída à Thomson Sintra ASM é clara : fornecer a sua experiência e a sua tecnologia de ponta na luta submarina para garantir a segurança dos mares.

Quarenta anos de experiência, filiais e associadas no Mundo inteiro, colocam-nos entre os três primeiros nesta área.

O nosso domínio na técnica de luta submarina, fez de nós os primeiros exportadores mundiais em sistemas de sonares, os leaders incontestados em caça minas e um dos melhores especialistas no tratamento de informações táticas.

Seja qual fôr o tipo de plataforma, Thomson Sintra ASM sabe definir com o cliente, o sistema de combate mais apropriado à sua necessidade operacional.



THOMSON-CSF
WORLD-CLASS ELECTRONICS