



# O Periscópio

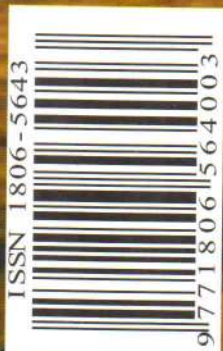
Ano XLII nº 58 2004



*Força de Submarinos*

# 90 Anos

*“Usque ad sub aquam nauta sum”*



# Empréstimo \$ Simples

FAM

TERRA



As parcelas  
acabam.

A felicidade  
não.

Agora com  
**JUROS**  
menores  
e prazos maiores!

Faça um Empréstimo Simples. O crédito é fácil e a liberação é rápida.  
Além disso, o compromisso é por pouco tempo, mas a felicidade é a perder de vista.

Prazo	Conveniados
De 1 a 12 meses	2,1% a.m.
De 13 a 24 meses	2,3% a.m.
De 25 a 36 meses	2,5% a.m.

Procure um dos Escritórios da FHE/POUPEX e solicite já o seu.

ESCRITÓRIO REGIONAL DA FHE NO RIO DE JANEIRO - ESCRJ

Palácio Duque de Caxias - Ala Cristiano Ottoni - 3º Andar - Centro - 20221-260  
Rio de Janeiro-RJ - Fone (21) 2253.8395 e 2253.0102 - Fone e Fax (21) 2253.0860

FUNDAÇÃO  
HABITACIONAL  
DO EXÉRCITO

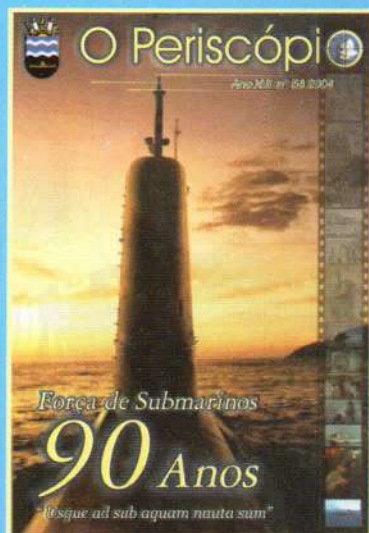
[www.fhe.org.br](http://www.fhe.org.br)

**POUPEX**  
Associação de Poupança e Empréstimo

[www.poupex.com.br](http://www.poupex.com.br)

**Nossa capa:**

1T(T) Jorge Luiz B. dos Santos



Representação artística de um submarino da Classe Tupi repousando ao Pôr-do-sol, na Enseada do Forno, ladeada por uma projeção quadro-a-quadro de eventos importantes dos 90 anos da Força de Submarinos. Ao fundo a imagem do Almirante Felinto Perry, primeiro Comandante da Flotilha de Submersíveis.

## EXPEDIENTE

**Comandante da Força de Submarinos**

CA Pedro Fava

**Comandante do Centro de Instrução e Ades-  
tramento Almirante Áttila Monteiro Aché**

CMG José Carlos Juaçaba Teixeira

**Redator**

CC Humberto da Cunha Lima

**Editoração e Diagramação**

CT(AA) Celson Amorim da Encarnação

**Revisor**

CF Waltércio José de Queiroz Seixas

**Apoio Editorial**

SO-ET Rogério Victorino

**Impressão e Acabamento**

Departamento Industrial Gráfico

Centro de Instrução e Ades-  
tramento Almirante Áttila  
Monteiro Aché, Ilha do Mocanguê, S/N  
Niterói - RJ - CEP 24040-300

# Veja nesta edição:

## 32

Sugestões para Matar  
Saudades dos Bons  
Tempos de Submarinista



## 76

Teste de Capacidade de  
Baterias de Propulsão de  
Submarinos

# O Periscópio

Ano XLII Nº 58 2004

## Leia mais...

Aula Inaugural do CASO	3
A Evolução da Arma Oculta	10
A Guerra Naval do Século XXI	14
Brasil x Argentina: Um Clássico Sul-Americano na UNITAS	20
Laconia	23
Liderança a Bordo de Submarinos	26
Serviços de Socorro Submarino em Atividade	34
Mergulho nas Alagoas	37
A Marinha Nuclear Russa	40
Atenção, Passadiço!	48
Submarinos Classe Scorpène para a Armada do Chile	51
O Segredo do ARA Salta	55
Casco 116: Submarino Timbira - Primeiro Ciclo Operativo	60
Engenharia Simultânea e sua Aplicação na Indústria Naval	62
Projeto SICS	71
EQFCOS-2004	74

**Caro Leitor,**

“O Periscópio” (ISSN 1806-5643) é uma publicação da Força de Submarinos da Marinha do Brasil.

Publicada anualmente, tem por finalidade precípua a divulgação de conhecimentos profissionais e fatos que interessem àqueles que estejam ligados funcional ou mesmo afetivamente às atividades que dizem respeito à Força de Submarinos.

Como instrumento de relações públicas, pretende servir à difusão da cultura naval, de incentivo à 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.

Já iniciamos a preparação da Edição de 2005, e contamos com a sua colaboração, seja ela um artigo (original ou tradução) ou informe publicitário.

Os artigos, versando sobre temas relacionados a submarinos e mergulho, não deverão exceder a seis páginas (em espaço dois, editor de texto Microsoft Word) e deverão ser acompanhados de pelo menos duas fotografias impressas em papel fotográfico ou digitais com resolução superior a 300 dpi..

Quaisquer esclarecimentos complementares poderão ser obtidos pelos telefones de 2716-1376 a 2716-1379 (ramal 226), 2716-1394 e 2716-1392 (fax), *e-mail*: [secom@ciama.mar.mil.br](mailto:secom@ciama.mar.mil.br), ou pelo endereço:

REVISTA “**O PERISCÓPIO**”

CENTRO DE INSTRUÇÃO E ADESTRAMENTO “ALMIRANTE ÁTILA MONTEIRO ACHÉ” (CIAMA)

ILHA DE MOCANGUÊ GRANDE

RIO DE JANEIRO – RJ CEP: 24.040-300

Agradecemos a sua colaboração.  
Atenciosamente,  
A Redação.

# Aula Inaugural do CASO

CMG Paulo Vinícius Correia Rodrigues Junior

Senhores, tenham certeza de que é com muito orgulho e emoção que compareço hoje ao CIAMA para proferir a aula inaugural para o CASO/2004.

Agradeço sensibilizado o convite formulado pelo CA FAVA, Comandante da Força de Submarinos.

Como Oficial submarinista, é uma honra muito grande poder me dirigir aos jovens Oficiais que, voluntariamente, escolheram servir em submarinos e que hoje iniciam suas histórias na nossa Força.

Quando assisti a aula inaugural do meu curso em 1980, proferida pelo VA Marcelo Ramos e Silva, na época Diretor de Ensino da Marinha, jamais imaginei que um dia estaria, não mais sentado como aluno, mas de frente para os senhores e com a enorme responsabilidade de tecer as primeiras considerações para os nossos futuros Oficiais Submarinistas. Um sentimento nos une neste momento, o enorme entusiasmo pela arma submarina, que só cresceu exponencialmente ao longo destes anos todos e que é revigorado mais uma vez, ao perceber no olhar de cada um dos senhores, aquela mesma vontade e determinação que eu tinha.

Senhores, todos nós submarinistas temos inicialmente um ponto em comum, chegamos aqui como voluntários e desde o começo isso nos torna diferentes. Nós escolhe-



Foto: Laerte Marques

mos ser submarinistas, nós queremos ser submarinistas. As razões para essa vocação diferem de pessoa para pessoa, mas a motivação decorrente de estar fazendo aquilo que escolhemos transforma todas as dificuldades em desafios a serem vencidos na busca de bem fazer o que escolhemos por gosto.

Imagino que os senhores estejam cheios de curiosidade e com muitas dúvidas e questionamentos a respeito do emprego do submarino na guerra moderna, dos usos, costumes e tradições da Força de Submarinos, de como e quais serão suas atividades profissionais a partir de agora e, principalmente, se fizeram à escolha certa.

Senhores, usarei estes tópicos como um roteiro para essa aula inaugural.

Para os senhores, que serviam em nossos navios de superfície, até hoje o submarino era o grande inimigo, o alvo a ser encontrado e destruído, mas que sempre conseguia uma maneira de penetrar nas coberturas, atacar o HVU e se evadir sem ser detectado. Mas alguma vez algum dos senhores tentou imaginar o que estaria acontecendo a bordo desse submarino? Quais as dificuldades por ele encontradas? Que riscos ele correu? Quantas horas de treinamento e de exercícios no treinador de ataque aquela equipe gastou? Quantos cursos específicos de carreira cada tripulante a bordo realizou? Que plotagens e que manobras estão sendo realizadas? Qual o papel do comandante do submarino?

Ao final do CASO/2004, tenho certeza de que todas estas perguntas já estarão

respondidas num nível de detalhes que os tornarão parte integrante do próprio submarino e que não cabem no escopo desta aula inaugural.

Minha idéia, para tentar esclarecer algumas destas dúvidas, é inicialmente usar a inteligência dos senhores e convidá-los para, juntos, fazermos um exercício de imaginação. Vou apresentar um problema complexo, que felizmente não envolverá cálculos matemáticos nem será matéria para a primeira prova de Manobra. Peço que os senhores procurem vivenciar individualmente as dificuldades apresentadas e guardem para o final a pergunta – “Mas afinal de contas, o que essa história tem a ver com submarinos?”

Um esclarecimento, a idéia básica desta história não é minha. Eu a li num “*Proceedings*” há bastante tempo, talvez até na época em que estava cursando o CASO e ela voltou a minha mente quando buscava idéias para a aula inaugural. Desta forma não poderei citar o autor e faço uma adaptação absolutamente livre do original que não possuo.

Imagine que você foi voluntário para uma perigosa missão. Sua tarefa é, sozinho, destruir um posto de comando inimigo localizado numa ilha remota. O Serviço de Inteligência reportou que as instalações estão guarnecidas e que existem diversas patrulhas inimigas defendendo o objetivo e a ilha.

Para piorar a situação, os únicos equipamentos autorizados para serem levados para a missão são uma lanterna e oito

lanças, que podem ter pontas explosivas.

O Serviço de Inteligência também informou que os inimigos também estão equipados com potentes lanternas, holofotes, lanças explosivas, postos de observação elevados e um excelente serviço de comunicações. Além disso, existe a suspeita de que a ilha possui campos minados e armadilhas anti-pessoal.

No seu *briefing* final, você toma conhecimento que a noite está muito escura, sem lua e que seu desembarque deverá ocorrer às 00:00 horas, e que você terá somente 6 horas para completar a missão e ser recolhido.

**“Você está só, isolado do mundo e agora deve decidir qual será sua linha de ação.”**

Às 00:05 horas você está só na praia, no meio da noite escura. O único som que escuta é do vento soprando pela copa das árvores e a pancada da rebentação das ondas.

Você está só, isolado do mundo e agora deve decidir qual será sua linha de ação. Você não sabe a posição exata do posto de comando, apenas sua direção geral...

Está no momento de tomar decisões, só que todas elas, se forem mal tomadas, podem

comprometer a missão e colocar em perigo sua vida.

Sua primeira reação é pensar em acender a lanterna, o que facilitaria sua orientação e evitaria cair em possíveis armadilhas.

Mas se a lanterna for acesa ela denunciará sua presença e alertará ao inimigo.

Qual o caminho a ser trilhado?

Com que velocidade devo avançar?

O mais seguro, com certeza, seria procurar o abrigo das árvores e avançar lentamente, em absoluto silêncio, para evitar que o inimigo o descubra, porém, não existe tempo para isso, você só tem 6 horas para cumprir a missão e seu objetivo está longe.

Você poderá optar por seguir com cautela, lentamente, parando a cada momento para escutar, subindo nas árvores para tentar se localizar, mas desta forma poderá não chegar a tempo.

Mas duas coisas você tem certeza, se for muito rápido o inimigo escutará você e se for descoberto, será morto.

Talvez a melhor opção seja tentar a tática de alguns animais selvagens, que correm curtos períodos, param para escutar, andam mais lentamente, analisam a área e voltam a correr quando se sentem em segurança.

Mesmo tomando todas as precauções, optando pelas decisões corretas, ainda resta uma dúvida – “Quem é mais esperto, eu ou meu inimigo?”

Você sabe que o detectou, mas não sabe se foi detectado. Se você o escutou, o que fará agora? Qual será seu próximo passo? Vai tentar matá-lo ou ficar quieto, esperando ele passar para retomar sua caminhada em direção ao seu objetivo.

Vale a pena comprometer sua missão para atacá-lo?

E se ele também escutou você e está apenas procurando uma melhor posição para atacá-lo, ou esperando reforços?

E você, terá tempo disponível para ficar escondido até ele passar?

Que taxa de risco você está disposto a assumir?

Lembre-se sempre que o que está em jogo é sua vida.

Bem, digamos que não reste outra opção que não tentar matá-lo, como você fará isso? Vai acender sua lanterna para ter uma visão clara ou arremessar sua lança apenas na direção do ruído?

Se você acender sua lanterna o inimigo também terá sua posição e lançará suas próprias lanças, colocando-o na defensiva.

Se você simplesmente lançar sua lança, no escuro, poderá errar e denunciar sua presença dando a ele a chance de contra-atacar.

Mesmo que você acerte a lança, ele ainda poderá, antes de morrer, gritar por socorro ou se comunicar pedindo reforços e denunciando sua presença. A reação imediata será aumentar a vigilância no seu objetivo, dificultando o cumprimento de sua missão.

Como os senhores já devem ter percebido, este cenário é uma analogia com alguns dos problemas enfrentados por um submarino numa missão ofensiva de ataque a um HVU protegido por escoltas.

O combatente individual é o próprio submarino, que no mar opera isoladamente. O Comandante é o responsável por todas as decisões e somente seu treino, seu conhecimento, sua habilidade, sua audácia e sua coragem conduzirão a equipe a um ataque bem sucedido.

Como dizem os Britânicos – “Não queremos comandantes de submarinos previsíveis. O Comandante deve conhecer todas as regras de segurança para saber os riscos que correrá quando tiver que descumpri-las”

***“O combatente individual é o próprio submarino, que no mar opera isoladamente.”***

A lanterna é o SONAR ativo e os ouvidos humanos o SONAR passivo. Por doutrina operamos sempre em passivo, preservando nossas principais características que são a possibilidade de permanecer oculto e a discrição. Essas características é que permitem ao submarino manter a iniciativa das ações, escolhendo o melhor momento para realizar o ataque, buscando sempre surpreender o inimigo.

As lanças são os torpedos que, quando bem empregados,

tornam o submarino uma arma de destruição. Um torpedo explodindo sob o casco de um navio quebra sua quilha, parte-o em dois e o afunda. Porém, o lançamento de um torpedo contra um escolta ou sem que se tenha uma boa solução de tiro denunciará a presença do submarino na área e, certamente, impedirá o ataque contra o HVU, que será manobrado com altas velocidades para uma proa safa da ameaça submarina.

Todos nós submarinistas sabemos que um ataque bem sucedido é metade arte, metade técnica.

O barulho do vento é o ruído ambiental. As árvores e vegetação na ilha são as profundidades de camada e que, quando bem exploradas, tornam o submarino quase invisível. Conhecer o comportamento do som na água é algo fundamental para todos nós submarinistas e essa disciplina será profundamente explorada durante o curso e aprimorada durante toda a vida. Após uma imersão exploratória, de posse do perfil sonoro da área, podemos facilmente ler na expressão do Comandante se o ataque será fácil ou se dependerá de uma boa dose de sorte e audácia. Porém, devemos lembrar que abaixo da profundidade de camada também nossos sonares tem alcances reduzidos e, às vezes, deixamos de escutar o HVU, dificultando a compreensão e acompanhamento do quadro tático.

Como os senhores puderam perceber, o sucesso na penetração de uma cobertura e um ataque bem sucedido é fruto de muito estudo, prepa-

ração, disciplina, audácia e principalmente de Profissionalismo.

Nós submarinistas nos orgulhamos do nosso profissionalismo, nos orgulhamos das nossas listas de verificações que, através de um duplo cheque, reduzem as possibilidades de erros a quase zero. Orgulhamo-nos de fazer algo que poucas pessoas no mundo fazem, operar, com segurança, em cotas profundas.

Sentimos orgulho de afirmar, sem medo de errar, que:

- a bordo cada um conhece o submarino, seu trabalho e domina sua incumbência;

- podemos confiar no homem ao nosso lado, pois ele é um profissional igual ou melhor que nós mesmos;

- quando guarnecermos "Postos de Combate" todos saberão como proceder; e

- no meio de uma emergência, todos reagirão da melhor forma e sem medo cumprirão os procedimentos preconizados, exaustivamente treinados em exercícios.

Outro ponto que merece ser comentado é que o submarino exerce um verdadeiro fascínio sobre as pessoas que não o conhecem. Depois da primeira imersão, que deverá acontecer nos próximos dias, os senhores passarão a monopolizar o assunto, em qualquer ambiente, quando souberem o que fazem. Por mais incompetente que seja o Oficial em manter uma conversação, pelo menos dez minutos serão de perguntas sobre a vida a bordo do submarino. Estejam

preparados para isso...e aproveitem.

Passarei a tratar rapidamente das tradições da Força de Submarinos.

Tradição, palavra derivada do latim *tradio*, que é a ação de entregar, a transmissão, pelos grupos humanos, de geração em geração, de seu patrimônio cultural, representado pelas crenças, idéias, costumes, conquistas no campo da arte, da técnica e da ciência.

**"Vamos todos agora, saudar os bons companheiros, e aos belos amigos que temos um brinde levantemos."**

Nossa Força de Submarinos é rica em tradições que os senhores herdarão e assumirão o compromisso de preservá-las.

Segundo pesquisa do VA (RM1) Ruy Capetti, nossa fama de *Cantores de Mocanguê* nasceu em 1914, com a chegada dos nossos primeiros submarinos, os Submersíveis F1, F3 e F5, que trouxeram o costume italiano de levantar um brinde cantado aos belos amigos.

Desta forma o nosso "VAMOS TODOS...." é quase sinônimo de ser submarinista. Todas as vezes que queremos saudar ou homenagear alguém, um Oficial puxa o tradicional brinde que é cantado por todos os submarinistas presentes.

Outra tradição que nos acompanha é a Canção da Flotilha de Submarinos, cantada todos os anos no coquetel de aniversário da Força de Submarinos, dia 17 de julho, por todos os submarinistas e mergulhadores presentes. Sua letra é uma provocação com nossos companheiros, marinheiros não submarinistas, que são tratados, todos, como alvos para nossos valentes submarinos. É um momento especial e emocionante ver antigos e novos submarinistas que, apesar de separados por várias gerações, cantam juntos. Os olhos de todos brilham e lágrimas escorrem pela face, relembando boas aventuras e ótimos ataques. Esta canção deriva do hino da guerra civil nos EUA "The Battle Hymn of the Republic".

Para freqüentar as profundezas dos oceanos, os submarinistas prestam sua homenagem a *Netuno*, deus do mar, das ilhas e das praias.

Assim, tradicionalmente e logo na primeira imersão de qualquer pessoa, é realizada a cerimônia de batismo, para que recebam autorização de Sua Majestade *Rex Netuno I* para freqüentar seus domínios.

Nessa ocasião cada um dos batizados profere uma oração de súplica das graças do grande Rei, nos seguintes termos:

**"Eu, imundo e profano, pilhado nas profundezas do Reino de Vossa Majestade Rex Neptuno I, penitencio-me diante de vós, provando o sal da sapiência que fará de mim um ser esclarecido. Sal, sal, sal!**



**E peço que me untem com o óleo sagrado dos peixes, que fará de mim um forte.**

**Graxa, graxa, graxa!  
E doravante, respondendo pelo nome de (um peixe escolhido), prometo respeitar ninfas e sereias, conchas e caramujos e todos os seres que habitam o Reino de Vossa Majestade.  
Amém!**

Ao terminar a oração, os batizados recebem seus certificados de Batismo de Imersão, na forma de um diploma caricaturizado, na década de 50, pelo grande cartunista Luis Sá.

Finalmente o lema da Força de Submarinos, *Usque ad Sub Aquam Nauta Sum*, ou seja, *Marinheiros até debaixo d'água*.

O próximo tema que abordarei será como e quais serão suas atividades profissionais a partir de agora.

O primeiro desafio a ser vencido pelos senhores será o próprio CASO 2004. É um curso que possui como característica um grande volume de informações, mas que não tem nada de complexo. O segredo é não deixar a matéria acumular. A realização de um bom CASO é o primeiro passo para o bom desempenho das futuras funções de Encarregados de Divisão a bordo dos submarinos. É o momento de conhecer tudo, de descobrir tudo, de ter o submarino na mão. O conhecimento se traduzirá em confiança e segurança quando a bordo.

Hoje o CIAMA é o melhor e mais completo Centro de

Adestramento da Marinha do Brasil. Os senhores terão a sua disposição excelentes Oficiais, com larga experiência a bordo e acessórios de ensino de primeira, dos quais destaco o Simulador de Imersão, adquirido para a Força de Submarinos para que possamos treinar todas as situações de rotina e de emergência em terra, a baixíssimo custo e sem riscos para nossos submarinos. Mas não se



iludam, todos os senhores voltarão a fazer os exercícios a bordo, a vantagem é que já terão treinado exaustivamente antes.

Senhores, dediquem-se de verdade neste ano, sejam como esponjas absorvendo e assimilando os ensinamentos, tanto na parte teórica do curso quanto na parte prática, a bordo. A vantagem deste Curso é que a bordo os senhores se sentirão parte do submarino, integrados com sua tripulação.

Rapidamente perceberão que o ano já terminou e esta-

rão recebendo o lindo distintivo de submarinista.

Durante os próximos anos os senhores desempenharão inicialmente as funções de Gestor, Encarregado da Divisão de Torpedos, Encarregado da Divisão de Máquinas, Encarregado da Divisão de Operações.

Posteriormente, Chefe de Operações, Chefe de Máquinas, Imediato e Comandante.

Desde o primeiro dia a bordo de nossos submarinos, não esqueçam que o bem mais precioso que terão nas mãos é o "homem", que antes de ser um marinheiro, um sargento ou um suboficial, eles são pais e maridos, com os mesmos ou maiores problemas que os senhores.

Somente através do exemplo, da dedicação, da cordialidade, do respeito e principalmente da sua capacitação profissional os senhores serão respeitados por seus subordinados. De nada vale a liderança formal que a Marinha do Brasil confere a seus galões se ela não for acompanhada pela liderança informal, que nasce do reconhecimento de seus comandados as suas qualidades de líder.

Sejam justos, punam os maus elementos e elogiem os bons. Nunca humilhem, nem por brincadeira, um subordinado.

Cobrem responsabilidade, profissionalismo, pontualidade e apresentação pessoal.

Trabalhem com alegria, entusiasmo e energia sempre.

Senhores, o CIAMA também estará sempre presente

nas suas vidas, seja em cursos de carreira como o PSOPS, OSOF e EQFCOS, ou nos diversos adestramentos ministrados para as equipes de CAV ou de Ataque.

Mas, desde hoje, tenham uma só ambição – Comandar um submarino.

Nenhum outro navio retrata tão bem a personalidade de seu Comandante como o submarino. Ouso dizer que cada submarino tem a cara de seu Comandante. Todas as decisões, desde a mais simples as mais complexas passam pelo Comandante. Num ataque, só ele decide, apesar de assessorado por todos. Os erros são só dele e os acertos divididos por todos.

Num submarino, contrariando a OGSA, o Comandante frequenta rotineiramente a Praça D'Armas e está sempre junto de sua tripulação. A solidão do comando é sentida de forma diferente dos navios de superfície. Ela é sentida quando, numa situação de perigo ou de emergência, no

## Mergulho na História



Em 30 de dezembro de 1911, o então Capitão-de-Corveta Felinto Perry foi designado Chefe da Sub-Comissão Naval em Spezia, na Itália, para fiscalizar a construção das primeiras unidades da Flotilha de Submersíveis: Os classe F.

Marco Polo A. C. de Souza em "Nossos Submarinos"

meio do silêncio, todos no comando olham para seu Comandante em busca de uma solução que só ele tem.

Finalmente, senhores, será que fizeram a escolha certa?

Acredito que somente com o passar dos anos cada um dos senhores encontrará a resposta para essa pergunta. Mas desde já cabem algumas reflexões que talvez ajudem a formar suas opiniões sobre o assunto:

- Existe alguma especialidade mais desafiadora que ser submarinista?

**“Nenhum outro navio retrata tão bem a personalidade de seu comandante como o submarino.”**

- Existe alguma especialidade que desperte maior curiosidade que a dos submarinistas?

- Existe alguma outra especialidade com perspectivas tão promissoras como a dos submarinistas?

- Existe algo mais apaixonante que servir e depois comandar um submarino?

- Existe alguma outra especialidade que tão bem traduza as palavras profissionalismo, audácia e coragem?

Para que os senhores escutem outra opinião sobre a carreira que escolheram, vou projetar agora um pequeno trecho de uma entrevista realizada a bordo do NAE “São Paulo”, com o então COMEMCH, VA DAVENA.

Senhores Oficiais-Alunos do CASO-2004:

A cada ano nossa Força de Submarinos se renova e se fortalece, ao receber jovens Tenentes, como os senhores, que, voluntariamente, aqui chegam cheios de sonhos e de preocupações.

Em pouco tempo, cada um dos senhores já estará se sentindo perfeitamente integrado a bordo; sentindo a mesma emoção que une desde o submarinista mais antigo ao mais moderno; vibrando com nossas tradições mais caras e com cada ataque bem sucedido.

Aprenderão que o sucesso de um submarino depende do trabalho em equipe, onde todos são importantes; depende do profundo conhecimento do próprio submarino, das condições ambientais e das táticas e estratégias empregadas, sejam elas clássicas ou inventadas no calor do combate.

No final do curso, quando todos os senhores conquistarem o direito de ostentar nos seus uniformes, no lado esquerdo do peito, o submarino dourado, estarão ingressando neste seleto grupo de homens, bons companheiros, belos amigos, que são marinheiros até debaixo d'água.

Bom curso, muito sucesso !  
Boas águas e boa caça.

**Paulo Vinícius Correia Rodrigues Júnior** é Capitão-de-Mar-e-Guerra, Submarinista, atual Comandante do NVE “Cisne Branco”

# Capemi é qualidade de vida.

**PREVIDÊNCIA:** Proteção à família.

**ASSISTÊNCIA FINANCEIRA:** Crédito para você.

**ASSISTÊNCIA SOCIAL:** Proteção à pessoa em risco social.



## Capemi

PREVIDÊNCIA • SEGUROS

Desde 1960 pagando benefícios e praticando a responsabilidade social.

0800 21 3030

[www.capemi.com.br](http://www.capemi.com.br)

# A Evolução da “Arma Oculta”

Asp (FN) Pedro Ivo Gândra

Uma grande revolução nas Marinhas de Guerra foi causada pelo advento do submarino. O ato de atacar o inimigo sem ser visto fez dele uma das mais importantes armas que uma marinha pode ter. O homem percebeu ao longo do tempo que aperfeiçoar essa complexa máquina levaria a uma vantagem maior em períodos de confronto.

Desde o Renascimento, modelos de submarinos já eram desenhados, embora nunca construídos. Em 1578, William Borne fez o primeiro projeto de submarino que incluía tanques de ar usados como lastro para controlar a imersão, que também não saiu do papel. É somente em 1610 que o holandês Cornelius Van Drebel cria um veículo capaz de operar sob a água, lançando-o com sucesso nas águas do rio Tâmsa em Londres. De tamanho reduzido, tinha a propulsão manual através da utilização de remos, já que somente em 1859 o espanhol Narciso Monturiol constrói o *Ictíneo*, o primeiro submarino impulsionado por um sistema de máquina a vapor.

Porém, é em 1776, com a construção do American Turtle por David Bushnell, que o submarino passa a ser utilizado com objetivo militar. Feito em madeira e manobrado por um só homem através do acionamento de manivelas dispostas horizontal e verticalmente, conseguindo assim o controle quando submerso, entrou em ação durante a guerra da independência dos Estados Unidos, com a função de colocar explosivos no casco da fragata britânica Eagle.

A partir de então, inúmeras experiências continuaram a ser feitas com o objetivo de aprimorá-lo. Somente no fim do século XIX a técnica de construção dos submarinos tem um grande desenvolvimento, ocorrendo uma

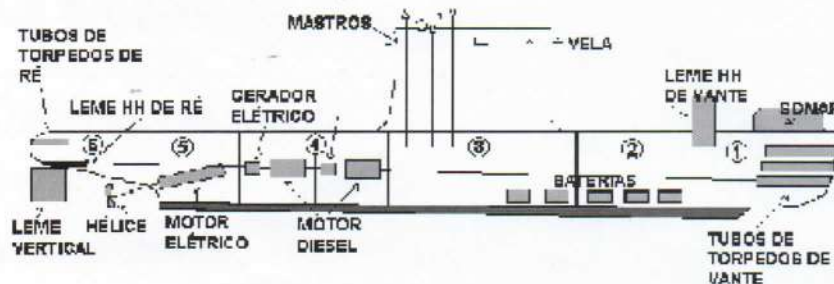


intensa atividade com a criação de vários modelos que se aproximavam cada vez mais de uma solução satisfatória. A invenção do acumulador elétrico por Planté veio a facilitar a solução do problema da propulsão submersa, que até então limitava os inventores.

Em 1900, John Holland cria nos Estados Unidos aquele que foi considerado o protótipo do submarino moderno, com as propulsões a diesel para deslocamentos na superfície e com o motor elétrico, quando submerso.

Outros países também tiveram suas iniciativas, inclusive o Brasil que, embora não tenha construído nenhum tipo de submarino na época, contribuiu com soluções para seu aperfeiçoamento. Tal fato é pouco divulgado pela história mas extremamente importante para nossa Marinha.

O Capitão-Tenente Luis de Mello Marques não foi o pai do submarino, mas com certeza merece estar na lista dos pioneiros na construção de modelos operacionais de submarinos navegantes. Em um período em que ainda para muitas Marinhas de Guerra o submarino era um sonho, quando somente algumas grandes potências possuíam poucas unidades daquilo que prometia vir a ser uma potente arma de guerra, no Brasil o CT Mello Marques projetou e construiu um protótipo a partir dos princípios contidos no modelo de Holland. Segundo estudiosos, ele foi um dos responsáveis pelo aperfeiçoamento dos conceitos que viabilizaram os submarinos modernos e suas idéias foram postas em prática anos mais tarde, infelizmente fora do nosso país.



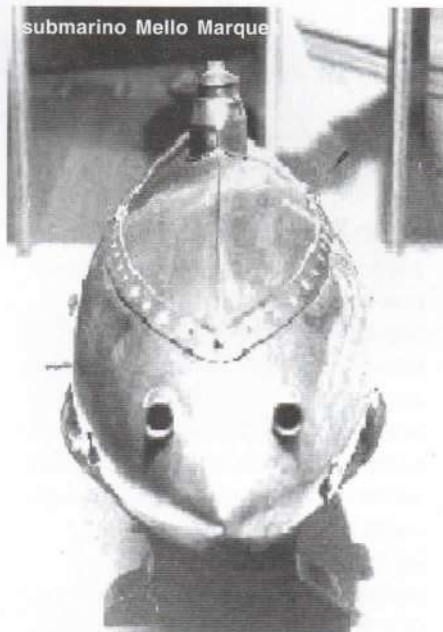
A primeira demonstração prática do submarino de Mello Marques na água ocorreu em 1901 na Escola Naval, com a presença do Presidente da República Campos Sales. O sucesso foi absoluto! O modelo, totalmente em metal, de forma pisciforme, apresentava 78 cm de comprimento e 16 cm de largura. Composto de dois tubos lança-torpedos no nariz e propulsão elétrica, dotado de hélice única, pás do tipo cimitarra com avanço hidrodinâmico (características encontradas hoje nos modernos submarinos nucleares). Fez, sete anos depois, uma segunda demonstração novamente com êxito, em um tanque no jardim do Catete, para o então Presidente da República Afonso Pena, o Ministro da Marinha Alexandrino de Alencar e demais autoridades.

O submarino "Mello Marques" ficou registrado nas páginas da história da Marinha como exemplo de inteligência e capacidade brasileiras. O modelo original se encontra no Museu Naval e Oceanográfico do Rio de Janeiro, existindo uma réplica em tamanho menor no Museu da Força de Submarinos na Ilha de Mocangê.

Os primeiros submarinos que o Brasil possuiu não foram construídos aqui, e sim na Itália. Da Classé F, os FOCA serviam para treinamento e adestramento das tripulações, dando baixa em 1933. Partes de seus cascos serviram como alicerces dos pilares da ponte dos escaleres da Escola Naval.

É no entanto durante a Primeira Guerra Mundial que todo o aperfeiçoamento registrado no início do século XX pôde ser demonstrado. A chamada "arma oculta" ganhou status estratégico, principalmente através da Marinha alemã, cujos submarinos dominaram a navegação no Oceano

Atlântico. O uso desses submersíveis passou a ser feito de forma crescente a partir de 1915, até culminar com a guerra submarina total em 1917. Qualquer navio podia ser atacado sem aviso prévio... No confronto com a Grã-Bretanha, os alemães perceberam claramente que, onde não seria possível se opor à Marinha britânica pelos métodos convencionais, os *U-Boats* permitiam-lhes tomar a ofensiva.

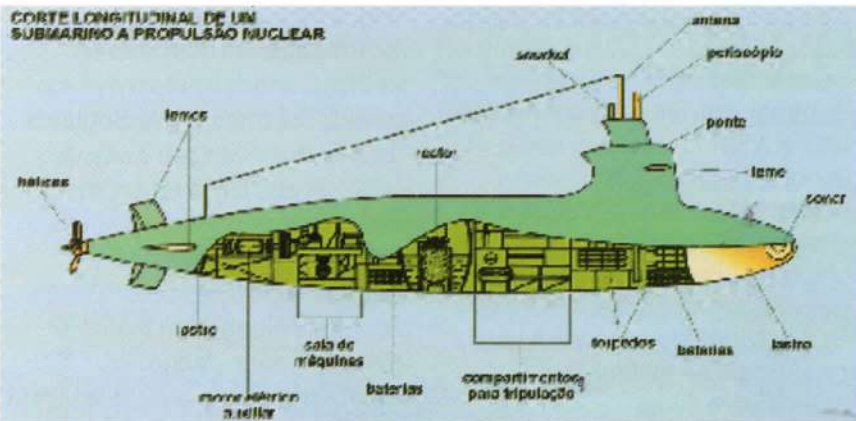


A evolução dos submarinos continuou com a construção de embarcações cada vez maiores. Porém, ficou provado que belonaves de grande porte eram ineficientes em períodos de guerra, sendo sua dificuldade de manobra responsável por inúmeras perdas. Na década de 20, com o uso de cargas de profundidade e a introdução do ASDIC, os submarinos maiores eram alvos muito mais fáceis, e ficou claro que, quanto menores eles fossem, mais chances de sobrevivência teriam perante um ataque.

Outro problema a ser resolvido era a necessidade de permanecer na superfície por

longos períodos para recarregamento das baterias elétricas, usadas para movê-los quando submersos. Na Segunda Guerra Mundial, com o uso do radar, os aliados detectavam facilmente os *U-Boats* quando estes se aproximavam para ataque noturno na superfície. Os alemães perceberam que vir à superfície para ataque ou recarregamento das baterias tinha se tornado praticamente um suicídio e desenvolveram uma idéia holandesa, o *esnórquel*, que permitia ao submarino operar com os motores diesel e carregar as baterias ao mesmo tempo, estando submerso. O *esnórquel* era um tubo retrátil que podia ser estendido até a superfície com o submarino em profundidade de até dezoito metros. Através dele era conseguido o ar necessário para o funcionamento dos motores, eliminando, em contrapartida, a fumaça gerada pelo diesel. Seu uso, além de dar maior autonomia, fez com que os submarinos alemães se tornassem uma poderosa e temida arma durante a Segunda Guerra Mundial.

Os submarinos do Eixo patrulhavam o Atlântico, inclusive a costa brasileira. Foi expressiva a campanha submarina alemã em nossas águas. Somente entre maio de 1942 e julho de 1943, foram atingidas quinze embarcações de bandeira brasileira, com um total de 716 mortes, levando o Brasil a declarar guerra ao Eixo. Em contrapartida, onze submarinos alemães adormeceram para sempre em nossas águas, tendo sido abatidos por aviões militares. Nossos três submarinos da Classe T (Tupy, Tymbira e Tamoyo), de fabricação italiana e adquiridos em 1937, contribuíram para manter a liberdade do nosso comércio internacional.



Realizavam longas e extenuantes patrulhas ao longo de todo o nosso litoral.

No período pós-guerra, os estudos sobre o desenvolvimento dos submarinos se concentraram na necessidade de aumento da capacidade de suas baterias e de uma hidrodinâmica melhor, o que lhes proporcionaria maiores velocidades em imersão. Em meados da década de 50, a Marinha americana tornou realidade o primeiro submarino à propulsão nuclear, o "Projeto *Nautilus*", que representou um avanço tecnológico sem precedentes.

Foi desenvolvido um reator nuclear de pequena dimensão, para caber dentro do submarino. Esse reator, por meio da fissão controlada de átomos, produzia grande quantidade de energia em forma de calor, que seria canalizado para aquecer a água contida em outro encanamento. Com a transformação da água em vapor, este passa por uma turbina, gerando assim a energia necessária ao submarino. O mesmo vapor também é usado para colocar em funcionamento um gerador de energia elétrica. Como o reator não necessita de ar fresco, o oxigênio para a tripulação é conseguido através da eletrólise da água do mar. Com isso, os submarinos nucleares são capa-

zes de operar submersos por tempo ilimitado e são considerados por alguns estrategistas como o mais potente entre os veículos navais de guerra.

O submarino nuclear representou o início de uma revolução nos navios de guerra. A partir do *Nautilus*, Marinhas de outras nacionalidades se apressaram em seguir este grande avanço tecnológico. No entanto, os submarinos com propulsão diesel-elétrica ainda aparelham a maior parte das Marinhas, e demonstram em sucessivos exercícios navais que, quando bem conservados e tripulados, são um "inimigo mortífero" até mesmo para os submarinos nucleares.

No Brasil, nossos submarinos mais modernos são da Classe Tupi. O Tipo IKL- 209-1400, de fabricação alemã, foi o escolhido por suas qualidades técnicas. A partir do S Tupi (S 30), incorporado à Marinha Brasileira na década de 80, segue-se a construção de mais três submarinos em nossos estaleiros: S Tamoio (S 31), S Timbira (S 32) e S Tapajó (S 33).

Na tentativa de equiparação com os avanços tecnológicos internacionais, a Marinha está atualmente construindo um sucessor da Classe Tupi, sendo

um "Improved Tupi" chamado Classe Tikuna, que é uma classe intermediária entre o Tupi e uma futura classe de submarinos brasileiros que se encontra em fase de projeto, o modelo chamado de SMB-10, resultado de toda a experiência operacional que foi adquirida com a construção dos Tupi. Esta experiência é o primeiro passo para que a Marinha brasileira venha a adquirir os conhecimentos suficientes para que, dentro de alguns anos, possamos construir o nosso primeiro submarino nuclear de ataque.

Esse programa é de extrema importância para que o Brasil supere grande parte do atraso tecnológico que vivemos na área naval.

Toda sociedade civil e militar deve entender a importância em dominar a tecnologia de construção de submarinos com propulsão nuclear, conduzindo assim, a Marinha e o Brasil para um valoroso e promissor futuro.

**Pedro Ivo Gândra** é Aspirante (Corpo de Fuzileiros Navais) da Escola Naval.

## Mergulho na História



O *Tender* de Submersíveis "Ceará" foi construído em La Spezia, Itália, e incorporado à Armada Brasileira em 28 de abril de 1917.

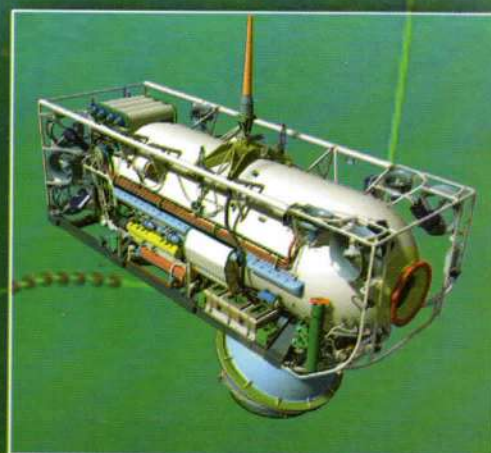
Marco Polo A. C. de Souza em "*Nossos Submarinos*"



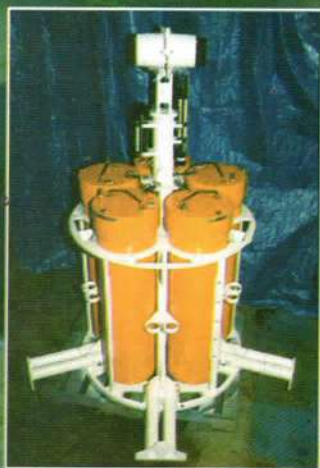
Líder em Tecnologia de Socorro Submarino



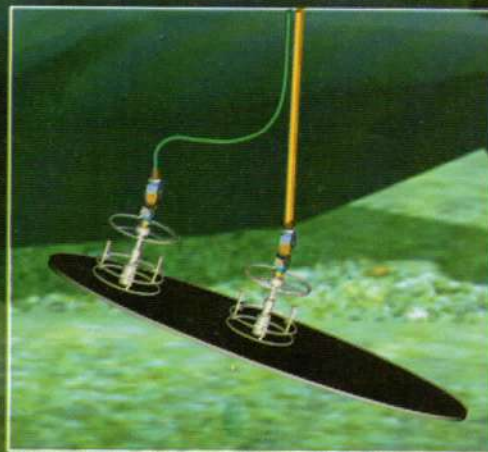
Sistemas de Mergulho Atmosférico com Traje Rígido HARDSUIT™



Sistemas de Socorro Submarino



Container de Transferência de Suprimentos de Suporte de Vida



Sistemas de Ventilação e Descompressão de Emergência de Submarinos

Oceanworks International Corporation  
#3-1225 East Keith Road,  
North Vancouver, BC CANADA V7J 1J3  
[www.oceanworks.cc](http://www.oceanworks.cc)

LOGNAV - Logística Naval Ltda  
Rua Acadêmico Valter Gonçalves  
1/1304 - Centro Niterói -RJ-,  
Brasil - CEP 24020-290  
[www.lognav.com.br](http://www.lognav.com.br)

# A Guerra Naval do Século XXI

## Submarinos – O Ponto de Vista Australiano

### A perspectiva das pequenas e médias Marinhas

Autor: CC Horden Wiltshire, RAN  
Comandante do NUSHIP SHEEN  
Tradução: CF Sergio Rocha Ninio

#### Introdução

Os estrategistas têm alertado sobre a necessidade de versatilidade das Marinhas e seus navios de guerra, de forma a atingir os Objetivos Estratégicos Nacionais. Com a redução da possibilidade de uma guerra mundial, os especialistas dizem que qualquer coisa pode acontecer. Nesse caso, o emprego flexível da arma submarina tem uma contribuição muito importante a fazer.

Durante a guerra fria, o submarino foi transformado em uma plataforma de guerra anti-submarina, particularmente pelos norte-americanos. Os submarinos "Hunter-Killer" foram desenvolvidos para neutralizar os submarinos soviéticos. Apesar disso, os submarinos australianos continuaram a serem adestrados para realizar uma grande variedade de tarefas.

A história nos fornece inúmeros exemplos da versatilidade do emprego do submarino. As operações de submarinos japoneses contra a Austrália são algumas. O submarino I-25 lançou e recolheu um hidroavião em uma operação de reconhecimento, que voou sobre Melbourne e Hobart. O I-24 bombardeou os subúrbios de Sydney e três submarinos

de bolso foram lançados de navios mãe, durante um ataque ao porto.

Este artigo irá descrever as formas flexíveis do emprego de submarinos, que podem ser exploradas de forma a aumentar seu valor tático e estratégico.

***“Ser submarinista é ter a habilidade de juntar fragmentos de informações, fornecidas por sensores acústicos e eletrônicos, de maneira a formar um quadro tático do mundo ao seu redor.”***

O valor tático pode ser incrementado pelo aperfeiçoamento da sua capacidade de realizar ações de submarino e através de seu mais distinto atributo: a ocultação. A flexibilidade tática e a eficiência do submarino podem também serem aprimoradas pelo desenvolvimento de novas armas e sensores. Esses aperfeiçoamentos serão ampliados dentro do contexto das operações de inteligência desenvolvidas por submarinos, em apoio à Política de Defesa Nacional. É possível, ainda,

ampliar o valor estratégico do submarino, empregando-o em novas tarefas e atividades.

#### Operações de Submarinos e seus Atributos

A essência do militar está ligada à habilidade de tomar decisões dentro de um ambiente de incerteza. Ser submarinista é ter a habilidade de juntar fragmentos de informações, fornecidas por sensores acústicos e eletrônicos, de maneira a formar um quadro tático do mundo ao seu redor. A velocidade e a precisão como este quadro é pintado influencia diretamente na sua eficiência.

Inicialmente, eram empregados métodos manuais para a compilação do quadro tático e controle do armamento. Com o desenvolvimento dos sistemas de direção de tiro e, mais recentemente, com o desenvolvimento dos sistemas de combate, a relação homem-máquina tem-se tornado muito mais amigável.

Tradicionalmente o sistema de combate fazia parte da plataforma. Os "upgrades" eram vinculados ao reparo das plataformas e à aquisição de novos sistemas de combate, que eram efetuados somente por ocasião da aquisição de novos meios. Atualmente, com o tempo de desenvolvimento



de *softwares* diminuído e a necessidade de se dispor de equipamentos comerciais de prateleira, a rígida relação entre plataforma e sistema de combate foi enfraquecida e, até, eventualmente quebrada. A relação entre o homem e o sistema de combate tende a se tornar cada vez mais próxima. Esta relação deverá absorver a essência de como empregar o submarino da forma australiana e fará parte de um Conhecimento de Combate mais amplo, o maior atributo de uma verdadeira Marinha de Guerra.

A maior vantagem na redução do tempo de desenvolvimento de um *software* de combate é a possibilidade do sistema adaptar-se rapidamente a mudanças nos métodos de compilação de quadro tático e a otimização do emprego dos equipamentos, desenvolvida pelos operadores. O sucessor dos submarinos da classe "Collins" deve ser lançado com a última versão de sistema de combate, que incorpora os avanços conseguidos e experiências acumuladas durante os últimos 20 anos. Mesmo assim, não deverá possuir um sistema de combate completamente novo.

A Marinha Real Australiana está chegando próxima ao ponto de decisão pela escolha de um novo sistema de combate. É crucial que, independente da escolha do novo sistema, seja possível deter o controle das interfaces e o "know how" de sua arquitetura. O novo sistema de combate deve ser capaz de incorporar aperfeiçoamentos rapidamente, incluindo qualquer desenvolvimento australiano, de maneira a manter o submarino o mais próximo possível do estado da

arte. O sistema deve também ser capacitado a cumprir requisitos impostos por novas tarefas.

### Adestramento

A única maneira de combater no mar e vencer é efetuar adestramentos da forma mais completa e realística possível. Devido às pressões sociais e econômicas para a redução dos períodos no mar, a melhor maneira de aumentar a nossa prontidão operativa é efetuar melhores adestramentos durante o período atracado no porto e adestramentos de alta qualidade quando no mar.

***"A relação entre o homem e o sistema de combate tende a se tornar cada vez mais próxima."***

A solução para isto é efetuar simulações mais próximas possíveis da realidade.

As Marinhas mais modernas vêm utilizando, há muito tempo, simuladores para melhorar seu nível de adestramento, razão pela qual o uso deste recurso não pode ser subestimado. Por exemplo, mais de metade do curso de Comandantes de submarinos tem sido efetuado em treinador. Os simuladores de imersão e de ataque estão disponíveis 24 horas por dia, para treinamento básico e avançado. Ainda existe margem para aperfeiçoamento da forma como nos adestramos hoje, empregando maiores recursos tecnológicos.

Existe um grande apelo para o emprego de sistemas de treinamento a bordo que combinem simulação visual, sonar e eletrônica. Isto traria grande flexibilidade ao Comandante para adestramento de sua tripulação empregando a geração de cenários artificiais, com o navio atracado ou, no mar, com a introdução de contatos sintéticos sobrepondo-se ao ambiente. Embora seja possível hoje efetuar a geração por apenas um sensor, com o emprego de um sistema integrado de treinamento seria possível treinar o engajamento a uma Força Tarefa inimiga sem necessidade do submarino largar suas espias.

A diminuição do tempo de desenvolvimento de *softwares* demandará, certamente, maior tempo alocado para o adestramento da tripulação. Em compensação, haverá um ganho muito grande, pois a Equipe de Ataque (EDA) poderá ser treinada com o mais novo programa de combate disponível, mesmo em um porto estrangeiro, antes de um exercício internacional de grande vulto.

Os Estados Unidos estão desenvolvendo algo mais do que torpedos de exercício, eles estão "lançando" torpedos virtuais que recebem os ruídos do alvo transmitidos a cada instante, por um transdutor acústico de alta frequência. As informações da arma e do alvo são passadas de volta para o sistema de combate. Esses lançamentos não sofrem restrições do estado do mar, os torpedos não têm que ser recolhidos após o lançamento e o tráfego mercante não interfere no exercício. E o mais

importante, os lançamentos não são limitados por regras de comportamento que em tempo de paz protegem o submarino e o alvo.

### Discrição

O valor tático e estratégico da discrição do submarino deverá aumentar no futuro quando os navios de superfície ficarão mais vulneráveis à presença de um eficiente sistema de satélites. A maioria dos profissionais admite que, mesmo hoje, é muito difícil detectar um submarino diesel-elétrico. A contínua redução da assinatura acústica nas bandas larga e estreita irá fazer com que a detecção passiva de um submarino convencional se torne ainda mais difícil. Embora seja esperado que o aumento da capacidade de processamento deva aumentar a performance dos sensores do inimigo, isto certamente será superado pelo desenvolvimento de artefatos que aumentem a discrição acústica do submarino como novos revestimentos de casco, sistemas de ejeção a base de polímeros e calços amortecedores ativos.

Sem sombra de dúvidas, a fraqueza do submarino convencional reside na necessidade de esnorquear. A necessidade de recarregar suas baterias obriga o submarino a aumentar sua vulnerabilidade à detecção acústica passiva e, às vezes, até à detecção visual. Um dos maiores aperfeiçoamentos do submarino da Classe "Collins" sobre a Classe "Oberon" foi à diminuição da sua taxa de indiscrição, ou seja, o período de tempo necessário para recarregar suas baterias. Grandes avan-

ços na área de propulsão AIP (Propulsão Independente do Ar) ainda estão por vir. Dependendo do tipo de operação, o AIP poderá reduzir a necessidade de esnorquear de uma vez por dia para uma vez a cada 14 dias reduzindo, significativamente, a vulnerabilidade a contra-deteção acústica e visual.

Continuam sendo desenvolvidas alternativas para autodefesa do submarino como mísseis antiaéreos e

***"A necessidade de recarregar suas baterias obriga o submarino a aumentar sua vulnerabilidade à detecção acústica passiva e, às vezes, até à detecção visual."***

despistadores, mas, a prioridade deve continuar mesmo a ser a melhora das suas características de ocultação. Os problemas de ruído dos submarinos da Classe "Collins" foram alardeados pela mídia, tendo sido, em muito, contornados efetivamente. Lidar com a redução da assinatura acústica é um desafio porque não se trata de um problema isolado. É necessária uma abordagem sistêmica e contínua para solução do problema. As estruturas montadas para lidar com a redução de ruído se tornam ainda mais necessárias para o contínuo incremento da sua discrição.

### Operações de Submarino

O aumento das qualidades e atributos dos submarinos facilitarão o cumprimento das tarefas impostas. Operações de submarino são aquelas desenvolvidas por submarinos, para destruição de ameaças no ambiente marítimo e para coleta de dados, como uma plataforma específica, em apoio às prioridades de Defesa Nacional e de manutenção do conhecimento. Os submarinos desempenham uma função chave em relação às prioridades de defesa nacional, e continuarão certamente a exercê-las no futuro.

### Destruição de Navios

Os submarinos são as plataformas antinavio com o maior raio de ação e o maior poder de destruição do país. Suas características de ocultação permitem que os mesmos ataquem navios em águas inimigas e que sejam o meio preferencial para a minagem em águas controladas pelo inimigo. Os futuros aperfeiçoamentos de torpedos e minas permitirão que os submarinos permaneçam ainda, por um grande tempo, como uma grande ameaça.

Um programa continuado de desenvolvimento de armas antinavio, incluindo a substituição de torpedos pesados, permitirão ao submarino atacar alvos a distâncias ainda maiores e com maior poder de destruição. Os navios de superfície poderão certamente melhorar sua capacidade de defesa antimíssil, mas a incapacidade de evitar sua completa destruição por torpedos inimigos

continuará a ser o seu verdadeiro "calcanhar de Aquiles".

O emprego de minas móveis irá aumentar a capacidade do submarino em restringir os navios de guerra inimigos ao porto. A capacidade de controlar uma mina após o lançamento possibilitará a minagem em águas mais rasas do que o submarino é capaz de operar, aumentando a efetividade da minagem, assim como reduzindo o risco para a plataforma lançadora.

Estão sendo efetuadas pesquisas para a redução do tamanho dos mísseis, minas e torpedos. Com a diminuição do tamanho do armamento, a capacidade de carregamento poderá ser aumentada. Teoricamente, reduzindo-se o tamanho do armamento à metade, duplica-se a capacidade de carregamento.

A efetividade e a flexibilidade na condução de operações antinavio irão aperfeiçoar-se no futuro em paralelo com o desenvolvimento da tecnologia bélica.

### Coleta de Informações

O submarino é uma plataforma de coleta de informações de grande valor. Quando não é possível coletar informações por satélites e a coleta por outras plataformas mostra-se muito arriscada, a importância do submarino torna-se capital. O aperfeiçoamento da transmissão de dados irá permitir que a quantidade e qualidade das informações passadas para o Comando Operacional aumentem e incluam, dependendo da situação, vídeo em tempo real e comunicações táticas.

No passado, o submarino sofria o risco de contra-deteção quando efetuava qualquer tipo de emissão. O desenvolvimento de métodos de transmissão mais discretos, incluindo-se o aperfeiçoamento das comunicações acústicas e o emprego de antenas flutuantes, capazes de efetuar comunicações de duas vias com satélites, irão diminuir o risco destas comunicações. Olhando mais longe no futuro, o desenvolvimento de

***"O emprego de veículos aéreo e submarino não tripulados lançados por submarino ampliará muitas de suas possibilidades táticas e estratégicas."***

comunicações a laser com satélites poderá fornecer a largura de banda e a discricção requerida para operações de submarinos.

O desenvolvimento de sensores autônomos, independentes dos submarinos, poderá aumentar a capacidade de coleta de inteligência. O emprego de veículos aéreo e submarino não tripulados lançados por submarino ampliará muitas de suas possibilidades táticas e estratégicas. Veículos não tripulados podem ampliar a área de operação dos submarinos para áreas consideradas anteriormente de difícil penetração devido a fatores geográficos ou devido à ameaça inimiga.

### Tarefas Alternativas

Ainda não é possível determinar qual destas tecnologias será implementada com eficácia no futuro. A história tem demonstrado que o valor tático do submarino e sua habilidade em conduzir ações de submarino vêm sendo aperfeiçoados continuamente. Outros empregos alternativos do submarino de alto valor estratégico que poderíamos considerar são o apoio às atividades da ONU e a Projeção de Poder sobre Terra.

### Atividades em Apoio às Nações Unidas

Os submarinos australianos não foram empregados, até o presente momento, em apoio a operações da ONU. Em cenários de Manutenção da Paz, os submarinos podem ser empregados como uma plataforma inteligente de coleta de dados. Em cenários de Imposição da Paz o uso mais efetivo do submarino pode vir a ser necessário.

Durante o recente conflito de Kosovo, a mídia holandesa publicou que um submarino convencional da Classe "Walrus" foi posicionado em frente a Kotor recebendo a tarefa de engajar qualquer submarino da Federação Iugoslava que se mostrasse uma ameaça aos navios aliados. Outros submarinos convencionais foram empregados provavelmente em tarefas de inteligência.

Os submarinos exercitam-se regularmente com Forças de outros países. Se forem mantidos os adestramentos com nações como os Estados

Unidos será possível o emprego dos submarinos australianos em missões combinadas. Uma das maiores vantagens dos submarinos é a sua capacidade potencial em efetuar contribuições significativas para qualquer esforço da ONU. Militares australianos podem ser postados a níveis de risco mínimos.

### Projeção de Poder Sobre Terra

Embora a Política Estratégica em vigor não preconize o emprego de armas estratégicas de longo alcance, como mísseis "Tomahawk", esta capacidade pode vir a ser necessária no futuro. A capacidade de efetuar ataques cirúrgicos não está limitada aos mísseis "Tomahawk". Existem outros armamentos disponíveis que podem prover maior flexibilidade e requererão mínimas alterações nos sistemas já instalados. O uso do míssil "Harpoon II", por exemplo, embora tenha um raio de ação menor, possibilita o ataque de alvos específicos em terra. O emprego desse armamento permitiria ao submarino a habilidade de conduzir um ataque antinavio e, adicionalmente, a flexibilidade de efetuar um ataque terrestre de precisão, caso fosse necessário.

O submarino se presta muito bem ao emprego desse tipo de armamento. Quanto menor for o alcance do míssil selecionado para um ataque estratégico, maior será o valor do submarino como plataforma de lançamento. A possibilidade de explorar o fator surpresa pelo

posicionamento do submarino relativamente próximo ao alvo torna esse meio preferencial para o emprego, quando comparado com plataformas de superfície e até mesmo com aeronaves F-111. Outra vantagem trazida pela absorção dessa capacidade é a necessidade de relativamente pouco adestramento para a tripulação para se adaptar a essa nova qualificação.

Embora não argumentando especificamente a favor do míssil "Harpoon II", esse tipo de armamento capacitaria o submarino a destruir navios no porto, bem como outras instalações militares de gran-

de valor. As Forças Especiais vêm há muito tempo recebendo a tarefa de projetar poder sobre terra. Agora é possível vislumbrar o emprego dessas forças conjuntamente com o submarino, conduzindo tarefas de projeção de poder sobre terra de forma muito mais eficaz. A possibilidade de Forças Especiais coordenarem ataques a partir de submarinos aumentariam consideravelmente as possibilidades de sucesso.

### Conclusão

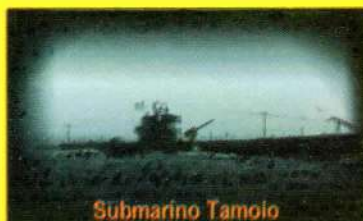
A Austrália tem investido grande esforço, tempo e dinheiro na construção dos submarinos da classe "Collins". A mídia tem escondido em sua cortina de fumaça o enorme potencial de um navio que pode ser considerado uma das mais versáteis e potentes plataformas, principalmente em um ambiente estratégico de incerteza. Com um adestramento eficaz, um sistema de combate flexível e o contínuo aperfeiçoamento dos seus atributos de discrição, será possível conseguir grandes avanços na forma que são conduzidas as operações de submarinos, sejam elas de ataque ou de coleta de inteligência. A possibilidade de realizar novas tarefas aliadas a diferentes formas de emprego irão certamente aumentar, ainda mais, o valor estratégico da arma submarina.

### Mergulho na História

A Escola de Submersíveis (atual CIAMA) funcionou no período de 1917 a 1937 a bordo do Tender "Ceará"



A 10 de agosto de 1937 foram entregues ao Governo Brasileiro os submarinos Tupy, Tymbara e Tamoyo. Naquele ano foi recriada a Força de Submersíveis, que havia sido desativada a partir da baixa dos Classe F.



Marco Polo A. C. de Souza em "Nossos Submarinos"

Sérgio Rocha Nínio é Capitão-de-Fragata, Submarinista, serve atualmente no Comando da Força de Submarinos



REATOR NUCLEAR NAVAL  
★  
**MADE IN  
BRAZIL**  
★  
NUCLEAR REACTOR VESSEL

**NUCLEP**  
NUCLEBRÁS EQUIPAMENTOS PESADOS S.A.

# Brasil X Argentina: Um Clássico Sul-Americano na UNITAS

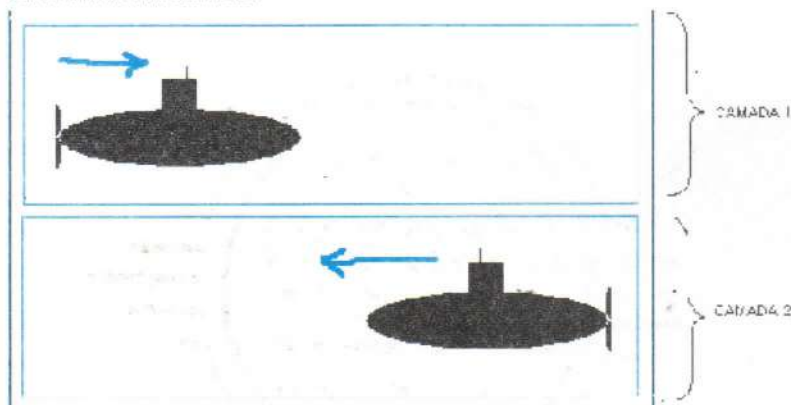
1T Luiz Eduardo Cetrim Maciel

Existe uma frase que muitos já ouvimos a respeito das disputas entre Brasil e Argentina:

Marinha do Brasil participa anualmente)

errada, o outro submarino poderá realizar o contra-ataque atirando na marcação daquele que errou, ganhando então um ponto. Caso não haja detecção por parte dos submarinos a *Corrida* terminará empatada. Na UNITAS XLV foram realizadas quatro corridas, sendo que na terceira corrida estava estipulada uma inversão das camadas. O submarino da camada de cima passaria para a de baixo - e vice-versa.

COMO É UM EXERCÍCIO SUB X SUB ?



“Brasil e Argentina é um clássico até em futebol de botão”. Entretanto neste artigo não abordarei um jogo pelas eliminatórias da Copa, ou da Copa América, mas sobre um confronto bem diferente. Confronto esse que ocorreu no ano de 2003 sob as águas geladas de nosso vizinho sul-americano. Uma disputa entre dois submarinos - um brasileiro e um argentino. Um *SUBxSUB* entre o Submarino *Timbira* (S-32) e o Submarino *Santa Cruz* (S-41). Em uma grande oportunidade oferecida a mim pude acompanhar essa *partida* bem de perto. Somente uma ressalva: eu estava na *torcida* adversária. Eu estava a bordo do Submarino *Santa Cruz*!

Campeonato: UNITAS XLV  
(Comissão Internacional de que a

Regras do Jogo: Cada submarino terá direito a uma camada – que nada mais é do que um pedaço limitado de profundidade onde o submarino deve permanecer. Dentro dessa camada eles irão, inicialmente se afastar um do outro. Quando a corrida começar, eles irão se aproximando lentamente e durante essa manobra tentarão encontrar um ao outro. Quando um detecta o outro, esse realizará a solução de tiro para *destruir* o adversário com seu torpedo. Se a solução estiver correta um ponto para quem atirou; se estiver

Faltavam alguns minutos para iniciar-se o exercício entre os submarinos. Eu estava no Compartimento de Comando do Submarino *Santa Cruz*. O Comandante Romero havia me pedido para fazer a função de intérprete no Telefone Submarino. Iniciamos então o cheque de distância com o Submarino *Timbira* (procedimento para confirmar a distância entre dois navios através da velocidade do som na água). Terminado o teste, foi acertada a hora de início da





corrida e os submarinos começaram a se afastar. Quando o ponteiro do relógio cruzou o minuto determinado, o Comandante do Submarino argentino guinou em direção da linha imaginária em que o Submarino *Timbira* se afastara. Por encontrar-se na camada mais ensonificada, o ideal seria o *Timbira* fazer dois pontos nas duas primeiras corridas para poder administrar o jogo quando estivesse na pior camada. E o primeiro ponto brasileiro veio quase que instantaneamente: o nível de tensão nem tinha aumentado no submarino argentino quando, de repente, escutou-se em alto e bom som pelo telefone submarino a palavra código de lançamento e a marcação exata do submarino argentino. Naquele exato instante o clima mudou a bordo do navio. Todos ficaram surpresos com a rapidez com que o submarino brasileiro detectara o argentino. Até este momento tudo corria como o planejado pelo Departamento de Operações do Submarino *Timbira*. Argentina 0 x 1 Brasil.

Após o reposicionamento dos submarinos, iniciou-se a segunda corrida. Mais uma vez os sensores do *Timbira* detectaram um ruído antes do *Santa Cruz* mas, desta vez, o ruído não

era do Submarino argentino mas sim um ruído espúrio de uma plataforma – que passou a ser utilizada pelo submarino argentino para confundir o *Timbira*. Permanecendo próxima a esta, o *Santa Cruz* passou a dificultar a detecção pelo submarino brasileiro. Ao ser interpelado sobre a validade

do disparo, o Comandante Romero não respondeu afirmativamente já que verificou em sua mesa de plotagem a invalidade do disparo. Obtendo a marcação do submarino brasileiro através do disparo errado, o argentino fez os cálculos do contra-ataque e lançou o seu SST-4 empatando a disputa. Até esse momento o placar era de: Argentina 1 x 1 Brasil.

A situação ficou um pouco mais complicada para o navio brasileiro. Chegara o momento dele se posicionar na pior camada de detecção. Agora os brasileiros teriam mais dificuldade de detectar os argentinos do que o contrário. Seria necessário um grau de superação maior por parte dos brasileiros. Ocorreu, então, a troca de camadas para que pudesse se iniciar a terceira corrida.

A terceira corrida foi angustiante, pois não foi tão rápida quanto as primeiras. O submarino argentino guinava para tentar varrer os pontos cegos dos seus sensores. Eu pude perceber como os argentinos estavam tensos naquele instante. O Comandante encontrava-se o tempo inteiro ao lado do display do sonar, esperando ansiosamen-

te por uma deflexão na tela que denunciasse a posição do seu *inimigo*. E dessa vez o meio ensonificado facilitou as coisas para ele. O contato surgiu no sonar e ele efetuou o seu primeiro disparo. Disparo esse que representou a virada argentina no placar: Argentina 2 x 1 Brasil.

A partir daquele momento o clima mudou completamente no submarino portenho. Os Oficiais argentinos começaram a brincar dizendo que a vitória era certa. Chegaram a pegar um CD de Daniela Mercury que utilizariam para comemorar a vitória argentina sobre os brasileiros. Escolheram uma música que seria colocada para ser emitida pelo telefone submarino. O máximo que fiz foi falar, em bom português, para o Oficial que trouxe o CD de música: "Cuidado! O jogo só acaba quando termina". Mas a verdade é que eu sabia que a situação estava bem complicada para nós brasileiros. Caso o Submarino *Timbira* realizasse um ataque incorreto, os argentinos ganhariam mais um ponto e venceriam por três a um. Caso o Submarino *Santa Cruz* realizasse um ataque com sucesso o placar seria o mesmo. E se não houvesse contato por parte de nenhum navio, a vitória, ainda assim, estaria assegurada pelo placar de dois a um.

Quanto à estratégia dos argentinos? Estava muito bem definida: a famosa retranca argentina! Não tinham a menor intenção de atacar. Exceto se tivessem absoluta certeza de que haviam detectado o submarino brasileiro eles não atacariam. Queriam evitar qualquer possibilidade de um ataque errado, o que poderia resultar em um contra-ataque brasileiro. Portanto aos brasileiros só

restava uma opção: atacar com precisão dentro do tempo estipulado para durar a última e decisiva corrida.

Iniciou-se, então, o reposicionamento para o início da última corrida. Com uma estratégia diferente, o Comandante Silva Rodrigues levou o seu submarino rapidamente para o limite da área definida para o exercício. No submarino argentino os Oficiais não entendiam. Desde o princípio possuíam contato com o submarino brasileiro. O Comandante Romero mal podia acreditar. Estava tudo muito simples! Bastaria ele esperar o instante estipulado para a aproximação, efetuar o ataque e comemorar a vitória. O que ele não sabia é que isso fazia parte da estratégia formulada pelo Comandante Silva Rodrigues. Quando faltavam poucos segundos para o início da aproximação o Submarino *Timbira* reduziu abruptamente sua máquina. Dentro do navio argentino o que se pôde perceber foi uma decepção total. Estavam tão próximos da vitória! Agora teriam que esperar até o final da corrida para comemorar seu ataque (que parecia tão fácil a princípio), o que não mais poderia ser feito devido à perda de contato.

Iniciou-se, então, a quarta e última corrida. A aparente tranquilidade foi dando espaço para o nervosismo. Os minutos se passavam e nenhum contato. O Comandante tinha uma grande área ao seu boreste e uma pequena área a bombordo. Decidiu concentrar a proa do seu submarino para boreste (onde julgava estar o submarino brasileiro). Durante a sua guinada para boreste o inesperado ocorreu: escutou-se pelo telefone submarino do submarino argentino a palavra código de lançamento do

torpedo MK-24 brasileiro seguido de uma marcação. Mas o curioso era que o navio argentino não obteve deflexão em seu sonar. Desta forma não poderiam calcular a recíproca do disparo para saber se era correto. Mais uma vez o Chefe de Operações do submarino brasileiro, Capitão-Tenente Martins, repetiu a palavra código e a marcação. Solicitando ao submarino argentino para que validasse ou não o ataque brasileiro. O Comandante chegou à conclusão que a única chance de o ataque brasileiro estivesse correto seria se tivesse sido efetuado na popa (setor cego) de seu submarino. Guinou, mais uma vez, com o seu submarino para boreste. Mais uma vez o navio brasileiro efetuou o seu ataque e a requisição: "*Solicito informar se o ataque é válido*". E, dessa vez, não houve dúvidas. O sonar indicou o submarino brasileiro na marcação relativa correta, ou seja, o ataque inicial estava correto e havia sido realizado na popa do submarino argentino. Sem mais nenhuma dúvida o Comandante Romero autorizou-me a responder pelo telefone submarino que o ataque era válido. Então pude responder pela fonia um grito como se fosse um gol da seleção brasileira: "*Afirmativo! Afirmativo!*" Estava decretado o gol de empate: Argentina 2 x 2 Brasil.

O Comandante Silva Rodrigues conseguiu o empate com uma manobra espetacular justamente no menor espaço existente na área de exercício. Situou-se no extremo de bombordo da área para o posicionamento e quando o submarino argentino guinou para boreste, fim explorar a maior área, obteve o contato do ruído feito pelo seu hélice.

Independente do resultado alcançado, muito mais que uma

disputa, esta comissão se mostra uma grande oportunidade para as tripulações de países amigos poderem se adestrar e colocar em prática suas táticas com nações diferentes que possuem outra formação naval, outros meios navais e outras culturas.

Todavia com um empate aos 45 do segundo tempo, jogando fora de casa e, ainda mais, disputando um clássico como Brasil x Argentina, afirmo que, nessa noite, a grande comemoração foi a bordo de um submarino e esse submarino se chama Submarino *Timbira* da Marinha do Brasil.

**Luiz Eduardo Cetrin Maciel** é Primeiro-Tenente, Submarinista, serve no Submarino *Timbira*.

## Mergulho na História



O primeiro Submarino batizado com o nome *Tymbira* (Classe T) teve sua quilha batida a 28 de novembro de 1936 e foi lançado ao mar em 30 de dezembro de 1936, pela Marinha da Itália com o nome de *Gondar*. Recebeu, inicialmente, o indicativo externo T2, posteriormente alterado para S-12

Marco Polo A. C. de Souza em "*Nossos Submarinos*"



# Laconia

Adaptação: Oficiais do S.Tamoio

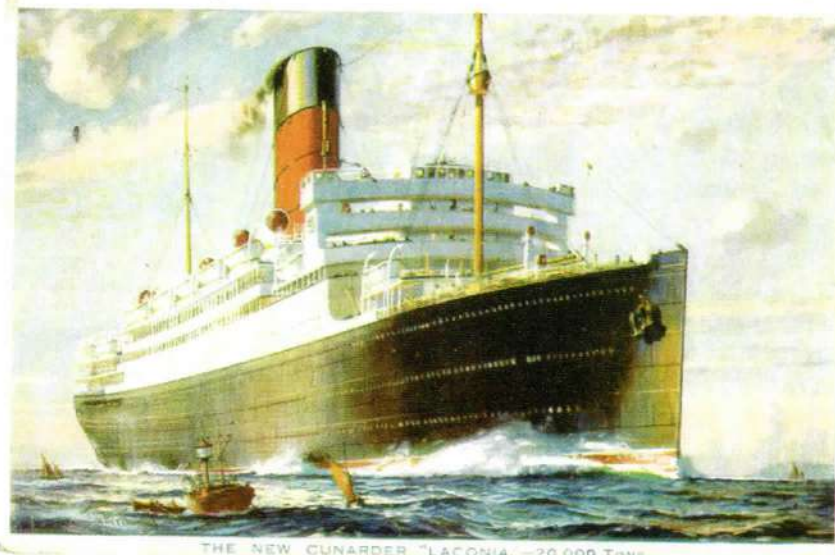
## Introdução

Na noite do dia 12 de setembro de 1942, o Comandante do submarino alemão U-156, navegando ao largo da costa ocidental da África, avistou um navio de transporte de tropas. Após rápida avaliação decidiu afundá-lo. O navio em questão era o Transatlântico da Cunard White Star Lines "Laconia" de 19.695 toneladas, que havia sido requisitado pela Marinha britânica e que desde o início da guerra fora adaptado para o transporte de tropas, pintado na cor cinza e armado com canhões. Na ocasião, transportava 463 oficiais e tripulantes, 286 militares britânicos de licença, 80 mulheres e crianças, além de 1.800 prisioneiros italianos e 103 militares poloneses responsáveis pela sua guarda.

Este episódio foi um marco na campanha dos submarinos alemães na Segunda Guerra Mundial, onde se relatam os dilemas do Comandante do submarino sobre o recolhimento de naufragos e do Comandante da aeronave em atacar submarinos na superfície em operações de salvamento.

## O incidente

O Laconia recebeu, de Londres, instruções para afastar-se da costa e navegar entre o Brasil e a África, no centro do Atlântico Sul. Embora intrigado com a falta de maiores explicações, o Comandante Rudolf



THE NEW CUNARDER "LACONIA" - 20 000 TONS.

Sharp seguiu as determinações à risca. Assim, duas horas depois do pôr-do-sol, o navio demandou a nova derrota, no meio do Atlântico.

A cerca de 550 milhas ao Sul do Cabo Palmas, na Libéria, o Laconia foi avistado pelo submarino alemão U-156 cujo Comandante, o Capitão-de-Corveta Werner Hartenstein, planejava dobrar o Cabo da Boa Esperança rumo ao canal de Moçambique, esperando encontrar belas presas, entre cargueiros e petroleiros a serviço das forças aliadas. O U-156 iniciou a sua perseguição, aumentando a velocidade de 10 para 16 nós e guinando em direção ao alvo.

Avaliando a superestrutura e a chaminé, o comandante alemão concluiu que o seu alvo era um velho navio, provavel-

mente transformado em cruzador auxiliar, e utilizado no transporte de tropas.

O caçador decidiu esperar o cair da noite para atacar sua presa. Toda a tripulação é colocada em estado de alerta, sendo proibidos o álcool e a música.

Às 20:07h, oculto na escuridão, o U-156 está pronto para atacar. O comandante Hartenstein posiciona-se a 3.000 jardas do alvo e ordena que se dispare uma salva de dois torpedos.

Acontece a primeira grande explosão e o Laconia estremece. Uma segunda explosão e o navio range de proa a popa, ficando então às escuras. Uma grande confusão se instala a bordo com mulheres e crianças em pânico.

Minutos depois a cabine de rádio do U-156 intercepta uma mensagem transmitida pelo *Laconia* dando sua localização e explicando que fora torpedeado por um submarino.

Tubarões circulam vorazes por entre os naufragos. O mar assume um tom amarelo encarnado pelo fogo. O submarino alemão permanece nas proximidades a fim de cumprir a ordem que determinava o aprisionamento dos comandantes e chefes de máquinas dos navios afundados, para que não pudessem ser reaproveitados em outros barcos. Para tal navega lentamente por entre os destroços e, ao passar por alguns botes, o Comandante alemão percebe que os sobreviventes se escondem apavorados, temendo ser metralhados. De súbito, é ouvido quase um sussurro "*Aiuto, Aiuto*"; "Parece italiano", deduz o imediato do *U-156*.

Dois naufragos são recolhidos e interrogados. O Comandante Hartenstein constata que, na verdade, ele afundara um navio que transportava 1800 soldados italianos e decide iniciar uma operação de salvamento. Após recolher cerca de 90 pessoas, transmite uma mensagem para o Comandante da Arma Submarina, o Almirante Karl Doenitz, em Paris: "Afundei o *Laconia*, desgraçadamente com 1800 prisioneiros italianos a bordo..." E comunica o início de uma operação de salvamento.

Doenitz sabia que o relacionamento entre Hitler e Mussolini vinha sofrendo freqüentes abalos. Politicamente, o torpedeamento do *Laconia* com prisioneiros italianos a bordo poderia gerar mais uma crise



caso não fosse bem administrada. Avaliando a situação em que se encontrava o seu submarino, o melhor seria atirar todos os sobreviventes de volta ao mar, afinal o submarino fora concebido para combater e não para salvar naufragos.

Após reavaliação o Almirante ordenou que os submarinos U-507, U-459, U-506 e o Italiano "*Capellinni*" participassem da operação de salvamento e repassassem os sobreviventes aos navios franceses atracados em Dacar. Ordenou, também, que aquela área do Atlântico Sul passasse a ser considerada como zona de neutralidade diplomática. Para isso, o Comando Geral da Armada Alemã enviou mensagens em inglês pedindo que seus submarinos na superfície não fossem atacados, pois transportavam os naufragos recolhidos do *Laconia*.

No dia 13, o *U-156* já havia recolhido 193 sobreviventes. No dia seguinte, este número havia subido para 600 naufragos, 400 a bordo, incluindo o convés e outros 200 divididos em 22 botes e jangadas improvisadas rebocados; não é difícil de se imaginar o caos. Percorrendo a área da tragédia os submarinos

vão recolhendo sobreviventes, um a um, e ficando literalmente lotados, sem espaços livres no seu interior, com beliches ocupados por mulheres e crianças.

Às 11:25h do dia 16, um bombardeiro norte-americano "*Liberator*" sobrevoa o U-156. O Comandante manda evacuar o convés e estende uma imensa bandeira da Cruz Vermelha sobre seu canhão. Envia também uma mensagem em morse: "Aqui submarino alemão com naufragos ingleses". O piloto do "*Liberator*" não responde. O submarino alemão tenta um novo contato, sem resultado e o bombardeiro se afasta da cena de ação. Cerca de meia hora depois o "*Liberator*" se aproxima, dá um rasante sobre o submarino e lança duas bombas, que caem próximas do U-156. Hartenstein manda cortar os cabos que prendem os botes salva-vidas a reboque e neste exato momento mais duas bombas explodem, atingindo um dos botes. O avião continua seu ataque, e o comandante ordena que todos os naufragos, ingleses e italianos, sejam desembarcados e o submarino mergulhe para a cota de 60m, guinando para oeste. Seus periscópios estavam avariados e a estabili-

dade do submarino estava comprometida.

Em Paris, Doenitz recebeu a notícia. E, às 17h50, escreveu uma ordem geral, "Laconia Ordene", que anos mais tarde — no julgamento de Nuremberg — o condenou a 10 anos de prisão. No texto o almirante ordena:

1- Toda tentativa de salvamento das tripulações de navios afundados, ou de botes salva-vidas estão proibidas. Também está proibido enviar barcos, fornecer víveres ou água potável. Os salvamentos são contrários à condição básica da guerra com submari-

nos, que é destruir navios e tripulantes inimigos.

2 - É necessário ser duro e pensar que o inimigo não tem qualquer piedade ao bombardear cidades alemãs com mulheres e crianças.

Em 31 de outubro de 1942, depois de 50 dias à deriva, o último bote salva-vidas do Laconia foi encontrado. Tinha apenas quatro sobreviventes. Com isso, das 2.732 pessoas que estavam no Laconia, apenas 1.111 voltaram à terra.

### Comentários

Este fato demonstra de forma clara como é complexo e

difícil o processo de tomada de decisões durante o combate. As conseqüências advindas das decisões tomadas no caso do Laconia desencadearam um grande desastre para ambos os lados, nos diversos níveis envolvidos: político e operacional.

O recolhimento de náufragos por submarinos, no meio de uma guerra, pode parecer um ato valoroso, mas é incompatível com sua doutrina de emprego — a destruição do inimigo.



Artigo revisto e adaptado do tema para ensaio do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores e do site da internet Atlântico.br — Amigos do mar

# Liderança a Bordo de Submarinos

CC Ricardo Jorge Cruz de Aragão

**“Todo soldado tem direito a um comando competente”**

**Júlio César**

Nenhuma organização subsiste por muito tempo sem algum tipo de liderança. Entende-se organização como um grupo estruturado de pessoas, que realizam um trabalho em conjunto com um objetivo específico.

A bordo de submarinos, a liderança se reveste de uma necessidade maior, pois somente o trabalho em grupo, realizado por pessoas qualificadas, de forma competente e, muitas vezes rápida, faz a diferença entre o sucesso e o fracasso. Em momentos de tensão, todos os olhos da tripulação se voltam para o Comandante – o líder no qual todos depositam a sua confiança.

Os estudiosos sobre liderança afirmam que existem pessoas com um dom natural para liderar. Contudo alguns oficiais que optam por servir à Marinha e, especificamente aqueles que escolhem a carreira de “submarinistas”, não possuem naturalmente esse atributo.

As teorias de liderança Comportamental e Situacional afirmam que o comportamento

do líder e a situação, respectivamente, é que determinam como deve ser o líder. Essas teorias, que foram confirmadas em uma gama razoável de estudos de casos, demonstram que a liderança pode ser ensinada.

Este artigo se propõe a analisar algumas teorias classificadas como Comportamentais e Situacionais, procurando identificar, sob essa ótica, um estilo eficaz de liderança a bordo dos submarinos.

## Liderança e Estilos de Liderança

Antes de analisarmos os estilos de liderança precisamos definir o que é liderança.

Stephen Robbin define liderança como “a capacidade de influenciar um grupo em direção ao alcance de objetivos”. É o resultado de uma complexa interação entre o superior e os subordinados em diversas situações, segundo Y. K. Shetty.

Na Marinha, como em qualquer instituição formal, o cargo de chefia exerce uma forte influência na liderança sobre os subordinados. Essa influência é reforçada no meio militar pela patente daquele que ocupa tal cargo. Este tipo de liderança, que o superior exerce em todas as atividades da sua área de responsabilidade, é a chamada liderança formal.

Porém a chamada liderança não sancionada, definida por Robbin como “a capacidade de influenciar os outros que emerge fora da estrutura formal da organização” é um tipo de liderança desejável na Marinha para os militares que ocupam cargos de comando (líderes) e, mais especificamente, dos Comandantes de submarinos.

Existem vários estudos sobre estilos de liderança enfocando aspectos diferentes. Pode-se agrupar os estudos em 4 tipos de teorias. São elas: teoria dos Traços, teoria das Contingências, teoria Comportamental e teoria Neocarismática.

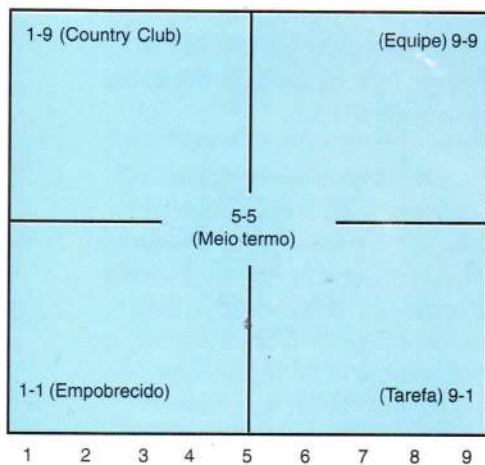
**A teoria dos Traços** busca identificar características (físicas, intelectuais, de personalidade, etc.) associadas à liderança, enquanto a **teoria Comportamental** busca o mesmo porém ligado ao comportamento dos líderes. A **teoria das Contingências** estuda as influências das situações na liderança, procurando associar um melhor estilo de liderança para cada situação específica. Por fim as **teorias Neocarismáticas**, segundo Stephen Robbins, “ênfaticam o simbolismo, o apelo emocional e o extraordinário compromisso por parte dos liderados”.

A **teoria Comportamental** analisa, também, a influência do comportamento do líder na eficácia do desempenho dos subordinados. Em relação às teorias

Comportamentais analisaremos, mais especificamente, o estudo da Universidade de Ohio e o Grid Gerencial.

O estudo da Universidade de Ohio concluiu que havia duas dimensões básicas para a análise dos estilos de liderança: estrutura inicial (tarefa) e consideração (relacionamento). A estrutura inicial diz respeito ao comportamento do líder voltado para a rígida estruturação de tarefas. A consideração diz respeito ao comportamento do líder com os subordinados voltado para o estabelecimento de boas relações pessoais.

**A teoria do Grid Gerencial**, criada por Robert Blake e Jane Mouton, baseado nas duas dimensões da Universidade de Ohio, estabeleceu 5 tipos de liderança, conforme listado nos quadrantes abaixo:



A orientação para tarefa é indicada no eixo horizontal. Quanto maior a ênfase nessa dimensão, maior o grau. A orientação para o relacionamento é indicada no eixo vertical. Quanto maior a ênfase no relacionamento, maior o grau.

O estudo acima (Grid Gerencial) sugere, implicitamente, que o melhor estilo de liderança é o de equipe (alto-quanto-à-tarefa, alto-quanto-ao-relacionamento). Tal sugestão foi corroborada por pesquisas realizadas que indicavam alto índice de desempenho e satisfação dos funcionários em relação aos demais estilos. Contudo, outros estudos da Universidade Estadual de Ohio indicam que existem fatores situacionais que impedem que tal estilo seja sempre o melhor.

A. K. Korman e Fred Fiedler, em seus estudos sobre liderança situacional, chegaram a conclusão que não há um melhor estilo único de liderança para todas as situações. Ou seja, o líder deveria variar o estilo de liderança de acordo com as situações.

Segundo Paul Hersey e Kenneth Blanchard, "líderes bem sucedidos são aqueles que conseguem adaptar seu comportamento para atender as necessidades de seus seguidores em uma situação específica". Isso significa que os comportamentos do líder identificados no Grid gerencial são efetivos ou não, dependendo da situação.

Paul Hersey e Kenneth Blanchard afirmam que, em um ambiente militar, o estilo alto-quanto-à-tarefa é o mais efetivo para situações de combate, pois nesses casos o sucesso depende de respostas imediatas às ordens. Em outras situações, como em um centro de pesquisa com vários militares altamente qualificados, o estilo mais efetivo seria o baixo-quanto-à-tarefa. A

efetividade depende da interação entre o estilo do líder e a situação (ambiente, características dos liderados, etc.).

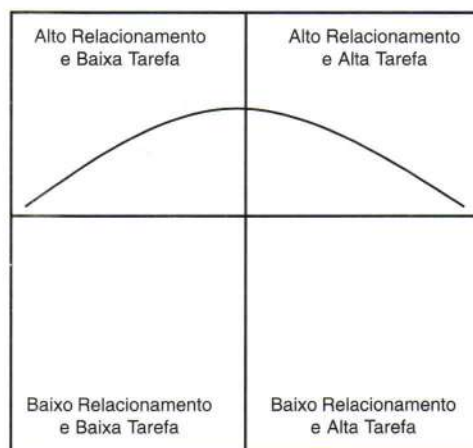
**A teoria do Ciclo Vital**, elaborada por Paul Hersey e Kenneth Blanchard, analisa a liderança focada no subordinado e estabelece uma relação entre o estilo eficaz de liderança e o nível de maturidade do liderado. Quanto maior a maturidade do subordinado (maior responsabilidade, automotivação e independência), menor a necessidade de estruturação e relacionamento.

A figura abaixo mostra como varia a efetividade dos estilos de liderança de acordo com a maturidade dos subordinados. O quadro indica que o estilo de liderança inicial para um subordinado imaturo parte de uma relação de alta tarefa - baixo relacionamento, passando para alta tarefa - alto relacionamento, seguindo para baixa tarefa - alto relacionamento, e chegando, finalmente, para uma relação de baixa tarefa - baixo relacionamento, à medida que o subordinado vai crescendo em seu nível de maturidade.

Em outras situações, como durante o início de um trabalho, mesmo para subordinados maduros a relação inicial é de alta tarefa até que se tenha compreendido aquilo que deve ser feito. Feito isto a relação é rapidamente alterada para baixa tarefa.

Segundo a teoria do Ciclo Vital, há evidências de que quanto maior a experiência e o nível de escolaridade de um grupo, maior a tendência de que se confirme a curva no ciclo, principalmente em sua parte descendente.

(Alto)



(Pouco) - Estruturação - (Muito)  
(Maduro) (Imaturo)

### Aplicação das Teorias Comportamentais e Situacionais de Liderança a Bordo de Submarinos

Os estilos de liderança apresentados anteriormente variam, em seus extremos, desde uma autocracia até uma virtual liberdade (disciplina consciente). Mais do que em qualquer outro ambiente de trabalho, a tripulação de um submarino tem a plena consciência de que a sua segurança depende do trabalho bem feito da coletividade.

O Comandante, investido da autoridade proveniente do cargo, é a fonte da liderança formal a bordo do submarino. A liderança do Comando é baseada no poder que, por sua vez, tem origem nas seguintes fontes, identificadas por Thomas S. Bateman e Scott A. Snell:

- **poder legítimo:** atribuições formais do cargo de Comando;

- **poder sobre recompensas:** avaliação periódica

individual dos Oficiais. Boas avaliações contribuem fortemente para indicações de cargo de prestígio na Marinha;

- **poder de coerção:** o RDM possibilita ao Comandante a aplicação de penas disciplinares no caso de não cumprimento ou displicência no cumprimento de ordens;

- **poder de competência:** para ser designado Comandante de submarino, o Oficial necessita preencher diversos requisitos que o tornam, tecnicamente, capaz de exercer o comando. Tal competência é fundamental para angariar a confiança da tripulação; e

- **poder de referência:** determinados Comandantes possuem características que atraem a tripulação, levando-as a obedecer devido a admiração do seu perfil.

Com as fontes de poder acima à disposição do Comandante, a liderança é bastante facilitada. Porém isso é suficiente para o comando de um submarino?

Todo Comandante, inclusive aquele que está para assumir tal cargo, deseja cultivar um ambiente a bordo sadio, feliz e descontraído, porém com uma tripulação competente e eficiente, de forma que o seu comando seja coroado de êxitos no cumprimento de suas missões. Como conseguir isso?

Uma liderança eficaz, muito mais do que a liderança formal, contribuirá bastante para atingir esse alvo. Líderes bem sucedidos (eficazes) são aqueles que conseguem adaptar o seu estilo de lide-

rança de forma a atender as necessidades dos liderados em um determinado ambiente. Para ser eficaz também, de acordo com as teorias do Grid Gerencial e do Ciclo Vital, é necessário variar a maneira de exercê-la de acordo com a situação (ambiente e tipo de subordinado).

Vejamos, por exemplo, a situação da tripulação de um submarino ante a mudança de Comando (líder); o período de transição entre dois Comandantes causa sempre uma apreensão e ansiedade na tripulação devido ao poder e liderança do cargo de Comandante e à sua influência no ambiente de trabalho. De que forma será exercida a sua liderança? Como é o seu modo de trabalhar? O que ele considera importante? Quais são as suas metas que pretende realizar durante o seu comando? Como ficará o ambiente a bordo? Essas são perguntas que os Oficiais e Praças fazem para si mesmos nesse período.

As respostas a essas perguntas são importantes para se exercer uma liderança eficaz e podem ser norteadas através de uma visão clara, expressa pelo Comandante, e executada e orientada de forma coerente, conforme propõem Thomas S. Bateman e Scott A. Snell, em seus estudos sobre liderança eficaz. Os autores acima alertam, contudo, que tal visão não deve ser baseada apenas nas necessidades pessoais do Comandante e não devem ignorar as necessidades da tripulação.

Portanto, para uma liderança eficaz o Comandante

precisa ter uma visão clara daquilo que ele quer e a manifeste à sua tripulação assim que possível.

O ambiente a bordo de submarinos exige maior atenção e competência na realização de tarefas devido aos maiores riscos envolvidos. Contudo dentro desse ambiente as situações variam desde momentos de grande tensão a momentos de relativo relaxamento e tédio, devido a longos períodos de patrulha e de repetitiva execução das tarefas.

Aplicando a teoria Comportamental de Ohio no ambiente do submarino, nas situações de alto risco, em que as ordens necessitam ser cumpridas prontamente e sem questionamentos, o estilo de liderança efetivo seria aquele voltado para a tarefa (alto-quanto-à-tarefa/alto-quanto-ao-relacionamento ou alto-quanto-à-tarefa/baixo-quanto-ao-relacionamento). Nos períodos de prolongada patrulha, em que não há grandes riscos envolvidos o estilo de liderança efetivo seria aquele voltado para o relacionamento (alto-quanto-à-tarefa/alto-quanto-ao-relacionamento ou baixo-quanto-à-tarefa/alto-quanto-ao-relacionamento).

As situações, porém, em que são necessárias uma maior avaliação quanto ao estilo de liderança mais efetivo estão relacionadas com o tipo de subordinado que se está lidando. Analisando a teoria do Grid Gerencial, podemos verificar que o estilo de liderança a ser aplicado aos oficiais tende a ser, teoricamente, diferente daquele aplicado aos Praças de uma

maneira geral, devido ao diferente nível educacional entre ambos. Os Oficiais apresentam instrução de terceiro grau completo (menor estruturação), enquanto as Praças, normalmente, possuem instrução de nível médio (maior estruturação). Fruto disso, a tendência maior de um relacionamento no estilo alto-quanto-à-tarefa seria maior para as Praças do que para os Oficiais.

Aplicando a teoria do Ciclo Vital, pode-se deduzir que o melhor estilo de liderança para Oficiais e Praças recém formados em curso de submarinos seria de alto-quanto-à-tarefa e alto-quanto-ao relacionamento. Devido a

***“O ambiente a bordo de submarinos exige maior atenção e competência na realização de tarefas devido aos maiores riscos envolvidos.”***

sua pouca experiência no desempenho de suas atividades a bordo, bem como a sua relativa imaturidade, é necessário um apoio emocional maior e uma orientação detalhada, na prática, de suas atividades e responsabilidades. A medida que vai ficando mais experiente, assumindo outras tarefas e responsabilidades, este militar vai ganhando confiança e a liderança efetiva tende a mudar para baixo-quanto-à-tarefa e baixo-quanto-ao-relacionamento.

Contudo, a realização de um volume maior de tarefas repetitivas e com pouca liberdade de decisão por parte das Praças fazem com que o relacionamento baixo-quanto-à-tarefa não seja tão efetivo como em relação aos Oficiais.

Outro aspecto relativo ao tipo de comportamento do subordinado se refere ao fato de que determinados militares podem tirar vantagem do estilo de liderança alto-quanto-ao-relacionamento (maior liberdade, confiança e intimidade) passando a ter um baixo rendimento e causando, também, problemas disciplinares. Tal fato é causado pelo baixo nível de maturidade dos mesmos, exigindo uma atitude de liderança mais voltada para o estilo alto-quanto-à-tarefa.

Em viagens longas de patrulha, normalmente o tédio a bordo aumenta. Esse ambiente, associado ao pouco espaço a bordo que não permite maior privacidade, poucas opções de lazer e a saudade do lar criam uma atmosfera favorável ao aumento do estresse e o nível de irritabilidade da tripulação do submarino tende a subir. Essa situação pode ser amenizada por uma liderança eficaz por parte do Comandante e dos Oficiais voltada fortemente para o estilo alto-quanto-ao-relacionamento.

## **Conclusão**

O ambiente a bordo dos submarinos oferece uma maior possibilidade de se exercer uma liderança efetiva devido aos vários fatores citados anteriormente. A proximidade do Comandante com toda a tripulação, a sensação de que

o trabalho em grupo é essencial para a segurança da tripulação e de que todos (inclusive o líder) estão no mesmo barco, a competência do líder sendo testada continuamente e compartilhada por todos, criam um nível de união e confiança maior entre o líder e liderados.

A variabilidade do ambiente a bordo e das características dos liderados exigem, contudo, que o líder tenha a percepção e a humildade em aceitar de que o estilo de liderança necessita e deve se moldar a essas situações se quiser ser efetivo e não apenas formal como o cargo lhe proporciona.

Por estar submetida continuamente a situações de alto risco na qual a sua segurança está literalmente nas mãos do Comandante, a tripulação necessita ver em tal cargo alguém que não se contente em possuir apenas a liderança formal, mas sim uma liderança efetiva, baseada principalmente em sua competência profissional e no seu exemplo e que leve em consideração o ambiente a bordo (situações e tipos de liderados) de forma que possa ser eficaz até mesmo nas situações de extremo perigo e de tensão.

O submarino é uma arma que, para ser eficaz deve ser usada de forma isolada e agressiva (ofensivamente). A melhor maneira de se conseguir isso é através de uma liderança eficaz, pois o que um Comandante de submarino quiser fazer, assim fará a sua tripulação. Ela o seguirá porque confia nele, independentemente da situação.

Os estilos de liderança apresentados pela teoria comportamental do Grid Gerencial e da teoria do Ciclo Vital servem de referencial para o tipo de liderança militar a bordo de submarinos. Principalmente pelo fato de que a proposta é de que líderes podem ser formados, independentemente de terem ou não um pendor para a liderança.

A aplicação dessas teorias a bordo corroboram, muitas

---

---

***“O submarino é uma arma que, para ser eficaz deve ser usada de forma isolada e agressiva (ofensivamente).”***

---

---

vezes, na prática, a maneira atual como os Comandantes de submarino agem a bordo no desempenho de sua liderança. Os Oficiais recém-formados são alvos de maior atenção e apoio e assumem, normalmente, encargos de menor responsabilidade. Com o passar do tempo, à medida que demonstram maturidade e competência, angariam a confiança do Comandante, são tratados com menor estruturação e apoio por parte deste e assumem cargos de maior responsabilidade. Os Praças, devido ao menor nível de escolaridade e pela sua limitada autonomia para tomar decisões, são tratados de forma diferente em relação aos Oficiais. Os militares que demonstram pouca competência ou são indisciplinados, são

tratados de forma mais estruturada pelo Comandante.

Embora as teorias Comportamentais e Situacionais apresentem ferramentas que muitas vezes levem a resultados satisfatórios, será que esse tipo de liderança proposto será sempre efetivo? Segundo os estudos da Universidade de Ohio, não. As teorias dos Traços e Neocarismáticas abordam o assunto de maneira diferente.

Qual a teoria mais adequada?

Qual delas seria a mais eficaz no ambiente de submarino?

Aparentemente as Teorias Comportamentais e Situacionais se encaixam melhor no ambiente militar. Os teóricos, contudo, possuem respostas diferentes. Somente a prática e um contínuo estudo da liderança e dos seus objetivos poderá obter a resposta.

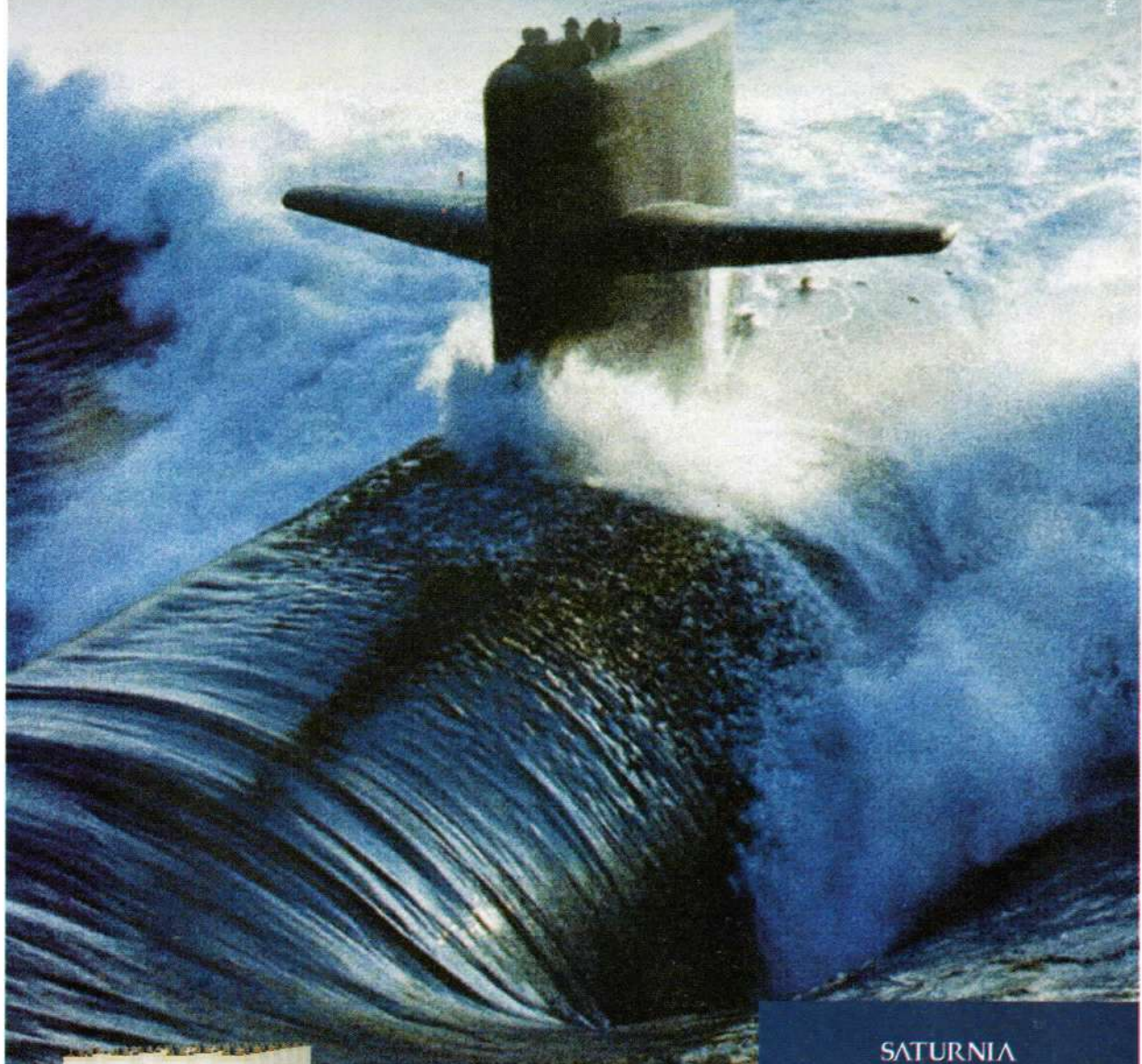
---

**Ricardo Jorge Cruz Aragão** é Capitão-de-Corveta, Submarinista, atual Imediato do Submarino Tupi.



Nossas baterias geram mais  
do que potência. Geram confiança.

EVERETT/REISE



Na hora de submergir, é imprescindível contar com as melhores tecnologias disponíveis. Por isso, há mais de 20 anos, a Marinha do Brasil utiliza baterias Saturnia para propulsão de submarinos. Com tecnologia de ponta, nossas baterias oferecem ótima performance nos vários regimes de descarga, atendendo às táticas dos Comandantes nas mais variadas missões. A Saturnia utiliza a experiência acumulada há mais de 60 anos para oferecer produtos que excedam às expectativas de nossos clientes. Nossa tecnologia vai tão longe quanto os submarinos da Marinha. Para maiores informações, contate-nos pelo telefone 0800 7711685 ou acesse o website [www.powerware.com.br](http://www.powerware.com.br).

SATURNIA

POWERWARE

confiança

NO-BREAKS + FONTES DE CORRENTE CONTÍNUA + BATERIAS + CONTAINERS + SITE SERVICE + SERVIÇOS

# Sugestão para Matar Saudades dos Bons Tempos de Submarinista

Tradução e Adaptação: Oficiais do S. Tamoio

## Introdução

Este artigo apresenta às pessoas de "vida comum" que, apesar da difícil vida a bordo de um submarino, todos nós temos boas histórias para contar aos nossos netos e, por incrível que pareça, temos saudades dos dias que passamos dentro desses curiosos navios.

Talvez, algumas dessas dicas apresentadas abaixo necessitem de explicação ao leigo que não teve a experiência, a oportunidade e a sorte de viver em um submarino.

Eis as dicas aos velhos lobos do mar, bons companheiros e belos amigos, para quem erguemos canecas de estanho, que com tantos ferros no peito, milhares e milhares de horas de imersão, não desfrutaram mais do privilégio de estar a bordo de um submarino:

Repita sempre tudo o que qualquer pessoa disser a você, de forma clara e pausada.



*(Hábito entre os submarinistas de repetir todas as ordens dadas);*

Durma na prateleira do seu armário. Substitua a porta por uma cortina. Combine com a sua mulher para que, cerca de 2 horas depois de você dormir, ela abra a cortina e,

com uma lanterna ligada no seu rosto, diga: "Desculpe! Beliche errado".



*(O vigilante do compartimento que insiste em se equivocar, acordando quase sempre o militar errado para o serviço noturno);*

Faça leituras dos relógios existentes na sua casa e medições de nível da sua caixa d'água, de hora em hora. Não se esqueça de registrar em planilha.



*(A verificação do funcionamento dos equipamentos é realizada de hora em hora por meio de várias papeletas);*

Uma vez ao mês, escolha um aparelho doméstico (a geladeira, o fogão...), desmonte-o totalmente e monte-o de novo em seguida. Certifique-se de deixar peças sobrando.

De tempos em tempos, grite: "Emergência 90 pés!", corra na co-

zinha, e recolha todas as painéis, frigideiras e louças das bancadas e coloque-as no chão. Depois, grite com a sua mulher por não ter feito a "peiação do material" para o mar.



*(Esta dica simula a inclinação de casco que o navio assume após uma rápida variação de cota. Normalmente, sobra para o pessoal da cozinha);*

Coloque o "headphone" do seu equipamento de som (não o plugue). Vá para frente do fogão, e diga (para ninguém em particular): "Fogão pronto e guarnecido". Fique lá por 3 ou 4 horas. Então diga (de novo, para ninguém em particular): "Fogão desguarnecido". Enrole o fio do "headphone" e guarde-o.

*(São várias e várias horas em frente aos equipamentos, sonares, repetidoras e etc, tendo como meio de comunicação com outro ser humano este "headphone");*

Coloque plaquetas de identificação no acelerador, freio, embreagem, volante, câmbio e isqueiro do seu carro. Amarre uma bandeira vermelha na antena quando abastecer e trocar o óleo.

*(No submarino tudo é perfeitamente identificado, para que não haja dúvidas. A bandeira vermelha*

na antena simula a bandeira Bravo içada no mastro, quando o navio está recebendo ou transferindo óleo ou munição);

Coloque lâmpadas vermelhas no lustre do seu quarto e nos corredores; ao anoitecer divulgue em voz alta pela casa: "Luz vermelha na manobra/torreta".



(No submarino se confunde o dia e a noite. Esta ambientação é realizada utilizando a luz branca durante o dia e a luz vermelha à noite. Também permite a quem for olhar no periscópio uma adaptação mais rápida da visão);

Pinte o pára-brisa do seu carro de preto. Faça sua mulher ficar em pé com a cabeça para fora do teto solar e dar as direções para onde ir. Dirija por sobre o maior número possível de poças d'água.



(Simulação do submarino navegando sob chuva intensa e o oficial de serviço no passadiço exposto ao tempo);

Instale um aquecedor e um ar condicionado, ambos virados diretamente para a sua cama. Ajuste um controlador para alterar

um ou outro em questão de segundos, enquanto você dorme.

(Variações típicas do sistema de ar condicionado dos submarinos, quando em imersão normal a temperatura é agradável e, quando em esnorquel, "um pouco de calor");

Abra um buraco abaixo do piso da sua casa. Instale lá algumas baterias de carro, e desça uma vez por dia para medir as densidades.



(As baterias dos submarinos ficam sob o piso);

Com tábuas de madeira feche três lados da sua cama. Acrescente outra tábua na parte de cima de forma que você não possa se sentar (30 cm é uma boa altura), então coloque sua cama sobre uma plataforma, a 1 metro do chão. Em seguida ponha embaixo dela um rato morto, para simular o cheiro das meias do seu companheiro de beliche.



(Simula o espaço exíguo do beliche no compartimento habitável);

Periodicamente, desligue o disjuntor geral da sua casa e corra em volta gritando "Falha elétrica!". Depois ligue novamente o disjuntor.

(Falha no sistema elétrico do submarino que é notada com a perda da iluminação de bordo e do fonoclamor. Essa avaria é disseminada verbalmente);

Bata na sua testa ou tornozelos com um martelo a cada dois dias, para simular as pancadas durante as inspeções de passagem de serviço.



(O espaço por onde se transita nos submarinos é mínimo, e essas pancadas são freqüentes);

Trabalhe em ciclos de 10 horas, dormindo apenas 3 horas por vez, de forma que seu corpo confunda o dia e a noite.

(Os horários dos serviços variam de dia para dia, não existe um horário fixo para se descansar);

No painel de seu carro instale um "Bill Holder" e coloque no mínimo quatro rigs: "ligar o carro, desligar o carro, navegação em baixa visibilidade e colisão".



(Em um submarino as listas de verificação, para cada tipo de ocorrência são chamadas de "rig". Esses "rig" ficam armazenados para rápida consulta dentro de uma caixa, a qual chamamos de "Bill Holder").

(Artigo do site "The Gashbag", das Forças Armadas Britânicas. Título original: "Suggestions for the submariner who misses the 'Good Old Days' on the Boat")

# Serviços de Socorro Submarino em Atividade

Tradução e Adaptação: CT Marcio Gomes Amaral

## Introdução

Apesar do número de submarinos atualmente em serviço nas marinhas de todo mundo, existem surpreendentemente poucas organizações dedicadas ao socorro submarino. Cada uma delas orientadas para sua própria esquadra nacional. Entretanto, a preocupação com a compatibilidade dos recursos de socorro submarino de outros países tem sido uma tendência mundial desde o trágico acidente com o submarino russo "Kursk", em 2000.

Dentre os Serviços de Socorro Submarino (SSS) em atividade, distinguem-se o britânico e o australiano pela ousadia em firmar contratos comerciais com empresas privadas detentoras de notório "know-how" de tecnologias submarinas, o que resultou na excelência dos seus serviços.

Os leitores mais atenciosos darão falta por certo de comentários acerca de marinhas tradicionais como a alemã, a francesa e tantas outras de grande expressão mundial, contudo iremos nos ater somente àquelas capazes de realizar com seus próprios meios, uma operação de socorro submarino.

## SSS e meios disponíveis

A Câmara de Resgate Submarino (SRC – *Submarine Rescue Chamber*) é um exemplo de tecnologia adaptada da era do resgate do USS "Squalus", na década de 1930, que ainda conti-



Câmara de Resgate Submarino (SRC)

nua em funcionamento, sendo barata e simples de operar. A Turquia é a principal operadora, com três em serviço, apesar da Itália com uma e Estados Unidos com duas, também usam o sistema. O Sino de Resgate Submarino (SRS) brasileiro, orgânico do NSS "Felinto Perry", também pode ser considerado como uma SRC devido à similaridade de operação. Todavia, o SRS foi construído, na década de 1990, a partir de um sino de mergulho, tendo sofrido as adaptações necessárias. Tanto a SRC



Sino de Resgate Submarino (SRS)

quanto o SRS operam internamente na pressão atmosférica, comportam dois tripulantes e seis salvados e atingem as profundidades de 284m e 300m, respectivamente.

Também utilizado por Itália e Estados Unidos, o *Atmospheric Diving Suit – ADS* ou traje rígido é empregado para talingar o cabo de aço da SRC ou colocar o casulo de cal-sodada e pastilhas de Oxigênio (ELSS – *Emergency Life Support Store*) na torreta de salvamento do submarino sinistrado, como alternativa ao ROV (*Remote Operated Vehicle*). É digno de nota que, todas as marinhas mencionadas empregam



Atmospheric Diving Suit ADS ou Traje Rígido

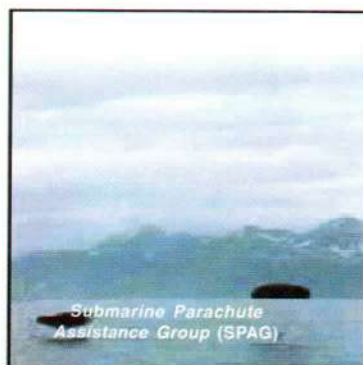
equipes de mergulho também para esse fim. A opção pelo traje rígido se deve ao fato da facilidade logística do seu transporte, característica fundamental dos equipamentos dos SSS com cobertura mundial.

A Itália dispõe de um SRV (*Submarine Rescue Vehicle*) denominado SRV300, autopropulsado, com capacidade para doze salvados, opera com pressão interna de até 5 bar. Lançado a partir do Navio de Socorro Submarino (NSS) "Anteo", por um



pórtico tipo "A-Frame", é capaz de atingir a profundidade de 300 m. O SRV300 mostrou ser um dos mais bem sucedidos "mini-sub" durante o último exercício de resgate submarino da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), o *Sorbet-Royal 2000*.

Mantido e assistido durante operações por um contrato comercial com a empresa *Rumic*, o SRV britânico LR5 é lançado por um pórtico tipo "A-Frame" de 25 t que pode ser instalado na popa de um Navio de Oportunidade (VOO - *Vessel Of Opportunity*) em até 12 horas, caso o navio não disponha de um guindaste capaz de realizar o seu lançamento. O LR5 possui capacidade para três tripulantes e quinze salvados, numa pressão interna de até 5 bar e alcança a profundidade máxima de 400m. Esse serviço possui uma cobertura de abrangência mundial e ópera tanto com VOO quanto com submarinos-mãe (*Mother Submarines* – MOSUBs)



britânicos e franceses. O Reino Unido também opera um ROV "*Scorpio*" e possui uma equipe de assistência aos militares que realizam o escape individual chamada SPAG (*Submarine Parachute Assistance Group*). A *SPAG team* pode ser lançada na área do acidente para prover apoio emergencial aos submarinistas e em alguns casos, pode chegar significativamente antes dos navios de socorro. A equipe utiliza dois botes com material médico de emergência e até sistemas de respiração com oxigênio, além de bóias salva-vidas de 25 lugares suficientes para toda tripulação do submarino sinistrado.



DSRV Mystic

Os Estados Unidos possuem apenas um DSRV (*Deep Submergence Rescue Vehicle*) em operação, o "*Mystic*". Sua principal peculiaridade é utilizar somente MOSUB para seu lançamento e recolhimento, sendo oito americanos, quatro britânicos e um francês. Deste modo, o "*Mystic*" opera independentemente das condições de mar na superfície. O DSRV americano tem capacidade para três tripulantes e vinte e quatro salvados e atinge a profundidade de 667 m.

O submersível sueco "URF" é comumente operado a partir do Navio de Socorro Submarino



"*Belos*" e é talvez o SRV mais habilitado a realizar operações com transferência sobre pressão (TUP–*Transfer Under Pressure*), pois seu limite de pressão interna é de 6 bar. Possui capacidade para 35 salvados e atinge a profundidade máxima de 460 m. Nos mesmos moldes do SRV300 italiano, ele pode ser lançado, caso seja necessário, por um número limitado de navios devido ao seu grande peso de 52 t que dificulta sobremaneira seu transporte aéreo. Sua área de abrangência, a bordo do NSS "*Belos*" limita-se às águas escandinavas e do nordeste europeu.

O "*Remora*", da Marinha australiana, é a peça principal de um serviço que consta, além dele, de duas câmaras de recompressão com capacidade para trinta e seis salvados cada. Esse DSRV é operado remotamente da superfície, tem capacidade para seis salvados, limite de profundidade de 525 m e pode ser conectado a uma câmara para possibilitar a transferência sob pressão até 5 bar.

O Sistema de Socorro Submarino australiano foi totalmente desenvolvido pela empresa ASC (*Australian Submarine Corporation*), a qual é responsável por: gerenciar e coordenar o transporte do sistema; prover e manter o equipamento de suporte



ao escape e socorro submarino; treinar e exercitar a equipe; e, transportar e operar o equipamento. Além disso, a ASC mantém um serviço de sobreaviso 24 horas/dia e 365 dias/ano à disposição da marinha australiana. O princípio da prestação do serviço é estar apto para transportar o Kit de Socorro Submarino por terra ou ar para um VOO já na área do submarino sinistrado.

Japão e Coreia do Sul possuem DSRV com navios dedicados. Os dois DSRV japoneses tem capacidade para dois tripulantes e doze salvados. O DSRV Coreano LR5K foi baseado no *design* do britânico LR5, tendo sido adaptado para socorro submarino a partir de um submersível *offshore* construído em 1978.



Pouco é conhecido sobre os sistemas russos. Sabe-se que possuem um DSRV classe "Beste" e cinco classe "Prig", os quais estiveram envolvidos na fracassada tentativa de socorro submarino ao "Kursk". Presume-se que o classe "Prig" pode ser operado do seu interior ou remotamente e que sua autonomia é restrita a uma bateria de três

horas de duração. Um *upgrade* proposto permitirá que os SRV russos acoplem em submarinos danificados e seus sistemas de navegação sejam melhorados.

A Índia possui dois DSRV com Navio de Socorro Submarino dedicado, capacidade de doze salvados e três tripulantes, atingem até 300m de limite de profundidade. O NSS dispõe de duas câmaras de recompressão para seis salvados cada.



Taiwan desenvolveu seu próprio DSRV que foi comissionado em 1989, devido aos altos custos dos sistemas americanos e europeus. Ele opera com quatro tripulantes e tem capacidade para vinte e dois salvados. Atinge uma profundidade de 640m. Existe um NSS dedicado para este sistema, equipado com um guindaste de 150 toneladas e câmaras de descompressão.

### Sistemas em desenvolvimento

Ensinamentos obtidos nos recentes acidentes com submarinos, além de estudos realizados indicaram a grande probabilidade de ocorrer uma transferência sob pressão num eventual socorro submarino real, devido ao incremento da pressão interna do submarino sinistrado causado por alagamento, vazamento de ar comprimido, ou, ainda, o uso do *Built In Breathing System* (BIBS) de emergência.



Sendo assim, a Marinha norte-americana está desenvolvendo, por intermédio de um contrato celebrado entre o governo (*GoCo-Government Contract*) e a empresa *Phoenix International*, o projeto de um novo Sistema de Socorro Submarino chamado SRDRS (*Submarine Rescue Diving and Recompression System*), consistindo basicamente num PRM (*Pressurized Rescue Module*) e num SDS (*Surface Decompression System*). O PRM é um sistema inspirado no "Remora", também operado remotamente, com capacidade para dezesseis salvados e dois tripulantes, integrado ao SDS, sistema composto por duas câmaras de recompressão para tratamento e descompressão dos salvados, comportando trinta e dois salvados e quatro operadores cada uma. Esse sistema apresenta as seguintes vantagens em relação ao atual: socorro submarino com possibilidade de transferência sob pressão até 5 Bar; disponibilidade de tratamento e descompressão dos salvados na superfície; maior flexibilidade devido ao uso de VOO com requisitos mais baixos; e menor custo de manutenção. A previsão de prontificação destas inovações é 2005.

**Márcio Gomes Amaral** é Capitão-Tenente, Mergulhador, serve atualmente no NSS "Felinto Perry".

# Mergulho nas Alagoas

CA (RM1) Oscar Moreira da Silva

Nos idos de 60, durante uma comissão do Submarino Bahia, atracamos em Maceió na manhã de uma sexta-feira. A programação prevista para aquele dia, fruto da visita protocolar do Comandante ao Governador do Estado, se resumia em um almoço no Palácio do Governo, seguido de uma saída do submarino com o Governador e sua comitiva.

Ao chegarmos ao palácio, fomos recebidos, cerimoniosamente, na entrada, pelo governador que, em seguida, nos conduziu para uma sala de estar, onde fomos apresentados a alguns Secretários e ao Chefe da Casa Militar. Logo de cara, percebemos o zelo e o toque feminino na decoração daquele aposento. Soubemos, em conversa, que se tratava do setor residencial do palácio e que o governador morava ali com sua família. Sobre uma pequena mesa de canto via-se, num porta-retrato, uma foto do Governador, uma senhora e uma moça, nos fazendo depreender ser sua esposa e sua filha, por sinal, bonitas. Contígua a esta sala divisava-se, através da porta aberta, a sala de jantar, devidamente bem arrumada. Mais uma vez percebia-se o toque feminino, especialmente no arranjo da mesa. A título de gentileza, ressaltamos a beleza e a decoração dos aposentos, indiretamente elogiando quem que, com tanto bom gosto, decorou aqueles ambientes. A reação, por parte do anfitrião, foi seca e fria, o que nos deixou sem graça e momentaneamente mudos. Mais tarde soubemos, confidencialmente, que a esposa e a filha estavam trancadas em seus quartos e proibidas de aparecerem, receoso que estava o Governador da fama imputada, injustamente, aos

Submarino Bahia



marinheiros de terem “uma mulher em cada porto” e, como garantia, aplicava ao pé da letra a máxima de que o “seguro morreu de velho”.

Depois de alguma prosa na sala de estar, passamos para a de jantar, onde sobre a uma pequena mesa lateral, uma coleção de refrigerantes. Nenhuma bebida alcoólica. Nem mesmo cerveja. Soubemos também que esta restrição se deveu à saída no submarino, programada para depois do almoço. Neste caso, como precaução, aplicou o que induz a propaganda de educação no trânsito: “se vai dirigir não beba; se beber, não dirija”. Tradicionalmente na nossa Marinha, bebida nunca foi proibida a bordo de nossos navio, pois marinheiro só se embriaga no porto.

Terminado o almoço, que foi bem rápido, saímos céleres, Comandante e Oficiais, em direção ao submarino, para vestir os uniformes e ultimar as providências para se fazer ao mar. O Governador e seus convidados chegaram, em comitiva, cerca de meia hora depois.

O submarino já estava pronto para suspender. Mal o último convidado entrou pela escotilha de torpedos avante, o Comandante, no pasadiço, começou a manobrar o navio para largar do cais e demandar o alto mar.

Em face da plataforma continental naquela região ser muito rasa, tivemos que navegar na superfície por cerca de duas horas para atingir a profundidade mínima de mergulho. Durante essa longa travessia na superfície, período em que se processava a digestão do “sururu de capote” do almoço, ajudada pelo mar agitado, quase todos os membros da comitiva marearam em profusão, todos guarnecendo baldes para aparrar os rejeitos. O Chefe da Casa Militar, um coronel PM, golfou, em jato sólido, sobre o quadro de alimentação de força no compartimento da Manobra, provocando uma série de curtos-circuitos, sanados, prontamente, graças à equipe de eletricitas de bordo. Foi um verdadeiro caos. A tripulação, por sua vez, estava ansiosa para chegar logo na área e mergulhar, pois só assim os estô-

magos revoltos dos convidados se relaxariam.

Ao atingirmos, finalmente, a isobática de 60 metros, o Comandante mandou soar o alarme de imersão e determinou que o submarino fosse para a cota de 60 pés (cerca de 20 metros). Enquanto o Governador ficou com o Comandante na torreta, todos os convidados, inclusive repórteres, se apinharam na manobra, em meio àquela agitação e ruídos característicos de um mergulho a bordo de submarino — vozes, ordens, escapes de ar comprimido, aberturas e fechamentos de válvulas, luzes verde e vermelhas piscando, etc. - difíceis de entender para um leigo. A tripulação de serviço, à duras penas, mal conseguia trabalhar no local.

Quando tudo parecia se acalmar, ao iniciar o mergulho, o submarino pegou uma grande ponta para baixo, chegando a menos de dez metros do fundo, quando o imediato assumiu a manobra e determinou dar ar a todos os tanques de lastro, trazendo o submarino à superfície com outra inclinação brusca, agora para cima.

O que já estava ruim, ficou pior ainda. Foi um verdadeiro pandemônio. Um repórter, junto à estação de mergulho, registrava tudo no seu gravador de fita de rolo; os convidados sobressaltados, de olhos arregalados e presos aos seus baldes; o Governador na torreta, acompanhado do Comandante, nem sei como estava. Um Oficial de bordo, ao perceber a dificuldade em se trimar (ações para compensar a flutuabilidade) o submarino, comentou com outro, usando a expressão: - “Deu bolo nas águas”, que no linguajar dos submarinistas indica que houve erro no mapa de águas antes do mergulho.

Depois de umas duas tentativas, com manobras de transferência de águas entre tanques de compen-

sação, subindo e descendo, felizmente, o submarino foi trimado e compensado aos 20 metros e aí sim tudo se acalmou. Aos poucos, os baldes foram sendo devolvidos, apesar de algumas relutâncias.

Mais tarde, já com o navio navegando tranquilamente em imersão, na Praça d’Armas, o repórter, com seu gravador, resolveu escutar a gravação, justamente ao lado do Chefe de Máquina<sup>8</sup>, lutador premiado de artes marciais e responsável pelo mapa de águas, que ao ouvir a frase, em alto e bom tom: “- Deu bolo nas águas”, se transformou em “Hulk”. Ao final, o repórter desligou o gravador, levantou-se e se dirigiu ao banheiro. Mal ele entrou no sanitário, o “Hulk”, pegou o pequeno gravador e esmigalhou, entre suas “mãozinhas” verdes, as fitas do repórter. Colocou o gravador no mesmo lugar e continuou sentado, como se nada tivesse acontecido, olhando candidamente para o teto. O repórter ao regressar e ver o seu gravador com os rolos de fita totalmente destruídos, disfarçou, pegou seu instrumento de trabalho e saiu de mansinho, sem dizer nada. Não foi mais visto a bordo.

O submarino realizou várias manobras de demonstração e um pouco antes de vir a superfície, já em direção ao porto, o Comandante convidou o Governador, para, da estação rádio de bordo, previamente combinado com uma estação local de rádio, falar à população da cidade. Com o submarino na cota periscópica, o Comandante determinou que se colocasse a antena de fora, sintonizasse o transceptor (um velho TCS) e, ao entregar o microfone ao Governador para que ele se dirigisse ao seu povo, disse-lhe, todo orgulhoso: - “Sr Governador, o senhor será o primeiro Governador brasileiro a falar debaixo d’água e de dentro de um submarino”.

O Governador, molhado de suor e aparentemente emocionado, apro-

ximou o microfone da boca e começou a falar:

—“Povo das Alagoas! Vocês não sabem o que estou passando aqui dentro deste submarino. É uma coisa horrível!. É uma verdadeira agonia! Não queiram passar o que estou passando. Estou ansioso para sair daqui, (...)” E assim foi nessa retórica por cerca de alguns minutos. Ao término, onde descarregou todo o seu medo, nem se despediu e muito menos agradeceu ao Comandante pela oportunidade do programa que muita gente gostaria de fazer. Mas mesmo assim, ficou registrado, no livro dos records, como a primeira pessoa a falar em “broadcasting” de dentro de um submersível.

Diante disso, o Comandante, frustrado por não ver sua idéia ter surtido o efeito que merecia, determinou secamente que o submarino viesse à superfície e demandasse o porto de Maceió, de onde não devia ter saído naquele dia, pois a tripulação perdeu um dia precioso de porto.

Oscar Moreira da Silva é Contra-Almirante da Reserva, Submarinista.

## Mergulho na História



A 21 de outubro de 1977, foi inaugurado o TTSS (Tanque de Treinamento de Salvamento de Submarinos), cuja entrada em operação foi marcada pelo primeiro adestramento de subida livre de tripulação de submarino, realizado com a participação do Humaitá (S-20).

Marco Polo A. C. de Souza em “Nossos Submarinos”



# Um banco que oferece produtos e serviços exclusivos para Militares das Forças Armadas? Esse banco existe? Esse banco é Real.

- Empréstimo Consignado
- Título de capitalização - RealCap 10
- Fundo de investimento - Real FAQ Forças DI
- Cartão Real Visa
- Realmaster: 10 dias sem juros por mês no cheque especial\*
- Transferência automática entre contas e opção de crédito de salário

Produtos e serviços sujeitos a análise e aprovação de crédito. Converse com um de nossos gerentes sobre as condições para correntistas e não-correntistas.

[www.bancoreal.com.br](http://www.bancoreal.com.br)

O banco da sua vida.



**BANCO REAL**  
ABN AMRO

\*A partir de 11 dias, sendo cobrados juros por todo o período utilizado.

# A Marinha Nuclear Russa

CMG (EN) Leonam dos Santos Guimarães

Desde o final dos anos 50 até o presente, a União Soviética, e posteriormente a Rússia, construíram um total de 245 submarinos nucleares, o que representa um número maior do que a soma de todas as demais nações combinadas. Este número inclui 91 Submarinos Nucleares Lançadores de Mísseis Balísticos – SNLMB (*SSBN: Submarine ballistic missile nuclear*).

Adicionalmente aos submarinos nucleares, a Esquadra Nuclear Russa inclui ainda 4 Cruzadores Lançadores de

Mísseis de Cruzeiro da classe *Kirov*, um pequeno número de navios de pesquisa científica, de apoio e para monitoração de veículos espaciais, e 7 quebra-gelos civis.

As mudanças estratégicas da Rússia e sua difícil situação econômico-financeira após a dissolução da União Soviética em 1991 comprometeram o aprestamento dessa esquadra nuclear, com a perda de importantes bases e instalações de apoio nos mares Negro e Báltico. As bases navais russas remanescentes não têm capa-

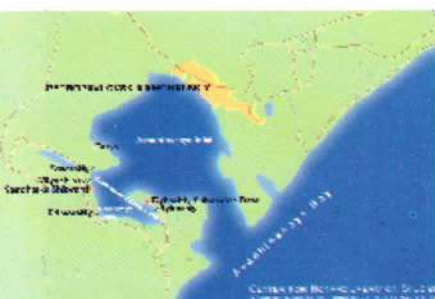
cidade de dar suporte logístico a um número tão grande de meios operativos, em especial quando combinados com submarinos e navios de superfície convencionais herdados da era soviética, nem o limitado orçamento de defesa russo pode arcar com os custos de mantê-los operativos.

Como resultado destas limitações, somente cerca de 100 submarinos nucleares, incluindo SNLMB, Submarinos Nucleares de Ataque – SNA (*SSN: Nuclear Attack Submarine*) e Submarinos Nucleares Lançadores de Mísseis de Cruzeiro – SNLMC (*SSGN: Cruise missile-carrying submarine*), permanecem em serviço ativo, com cerca de 2/3 sediados nas bases da Esquadra do Norte e cerca de 1/3 nas bases da Esquadra do Pacífico.

## Submarinos Nucleares Russos

Entretanto, a inteligência do governo norte-americano estima que somente 75 submarinos encontram-se atualmente em serviço ativo, incluindo 27 SSBNs, 14 SSGNs, e 34 SSNs. Alguns analistas russos consideram que devido à obsolescência planejada, não reposição de unidades descomissionadas e dificuldades imprevistas de manutenção, este número deverá cair para 50 ou menos até 2005. Embora muito menor do que no passado, a Esquadra Nuclear Russa será ainda a segunda maior força de submarinos

### Instalações Navais da Esquadra do Norte



## Submarinos Nucleares Russos

GERAÇÃO	PROJETO	NOME (OTAN)	NOME RUSSO	TIPO	REATORES	UNIDADES
Primeira	627, 627A	November	<i>Kit</i>	SSN	2 PWR*/VM-A	13
Protótipo	645	November 645	<i>ZhMT</i>	SSN	2 LMR**/VT-1	1
Primeira	658, 658M	Hotel		SSBN	2 PWR/VM-A	8
Primeira	659, 659T	Echo I		SSGN	2 PWR/VM-A	5
Protótipo	661	Papa	<i>Anchar</i>	SSGN	2 PWR/VM-5 m	1
Primeira	675, 675M, 675MKV	Echo II		SSGN	2 PWR/VM-A	29
Segunda	667A	Yankee	<i>Navaga, Nalim</i>	SSBN	2 PWR/OK-700/VM-4	34
Segunda	667AR	Yankee Notch	<i>Grosha</i>	SSGN	2 PWR/tipo desconhecido	
Segunda	667B	Delta I	<i>Murena</i>	SSBN	2 PWR/OK-700/VM-4	18
Segunda	667BD	Delta II	<i>Murena-M</i>	SSBN	2 PWR/OK-700/VM-4	4
Segunda	667BDR	Delta III	<i>Kalmar</i>	SSBN	2 PWR/OK-700/VM-4-2	14
Segunda	667BDRM	Delta IV	<i>Dellin</i>	SSBN	2 PWR/VM-4	7
Segunda	670A	Charlie I	<i>Skat</i>	SSGN	1 PWR/OK-350/VM-4	11
Segunda	670M	Charlie II	<i>Skat M</i>	SSGN	1 PWR/OK-350/VM-4	6
Segunda	671, 671V, 671K	Victor I	<i>Kefal I (Yersy)</i>	SSN	1 PWR/OK-300/VM-4	15
Segunda	671RT	Victor II	<i>Kefal II</i>	SSN	1 PWR/OK-300/VM-4	7
Segunda	671RTM	Victor III	<i>Shchuka</i>	SSN	2 PWR/OK-300/VM-4	26
Protótipo	685	Mike	<i>Plavnik</i>	SSN	1 PWR/OK-650 b-3	1
Protótipo	705, 705K	Alfa	<i>Lira</i>	SSN	1 LMR/OK-550/BM-40A	7
Terceira	941	Typhoon	<i>Akula</i>	SSBN	2 PWR/OK-650/VV	6
Terceira	949	Oscar I	<i>Granit</i>	SSGN	2 PWR/OK-650 b	2
Terceira	949A	Oscar II	<i>Antey</i>	SSGN	2 PWR/OK-650 b	11
Terceira	945, 945A, 945B	Sierra I	<i>Barracuda I</i>	SSN	1 PWR/OK-650	4
Terceira	971	Akula (Akula II)	<i>Bars</i>	SSN	1 PWR/OK-650 b	12
Quarta	885	Severodvinsk	<i>Severodvinsk</i>		1 PWR/KPM	
Quinta	935	Borey	<i>Yuriy Dolgorukiy</i>	SSBN		
Outros	10831	10831	<i>AS-12</i>	Mini	1 PWR/tipo desconhecido	1
Outros	1851	X-Ray	<i>AS-11</i>	Mini	1 PWR/tipo desconhecido	1
Outros	1910	Uniform	—	Mini	1 PWR/tipo desconhecido	3

\*PWR – reator a água pressurizada.

\*\*LMR – reator resfriado a metal líquido.

nucleares do mundo, após os EUA, e está enfrentando os desafios administrativos e de descomissionamento colocados pelo ambiente pós-Guerra Fria.

A União Soviética seguiu os EUA no desenvolvimento de submarinos dotados de propulsão nuclear nos anos 50. Estimulados pelo desenvolvimento do SSN *Nautilus* (lançado em 1954), os soviéticos iniciaram suas pesquisas já nos primeiros anos da década de 50 no Instituto de Física e Engenharia de Energia (*Obninski*), sob a liderança de Anatoliy P. Alexandrov, que posteriormente tornou-se diretor do Instituto *Kurchatov*. Em 1956, o primeiro reator nuclear de propulsão projetado por este grupo iniciou seus testes de operação. Enquanto isso, outra equipe de projeto, liderada por *Vladimir N.*

*Peregudov*, trabalhava no navio que iria receber esta instalação propulsora nuclear. Após vencer muitos obstáculos técnicos, incluindo problemas no gerador de vapor, vazamentos de radiação e outras dificuldades, o primeiro submarino nuclear baseado nestes esforços combinados, o *Leninskiy Komsomol*, foi comissionado pela Marinha Soviética em 1958. Uma linha de produção regular desta classe de navio foi iniciada em 1959.

Desde os anos 50, quatro gerações de submarinos nucleares e diversos submarinos nucleares experimentais foram construídos. De 1955 a 1964, 55 submarinos nucleares de primeira geração foram comissionados. No auge da Guerra Fria, cerca de 5 a 10 submarinos nucleares foram construídos por cada um dos

quatro estaleiros soviéticos: *Sevmash* em *Severodvinsk*, *Admiralteyskiye Verfi* em *St. Petersburg*, *Krasnoye Sormovo* em *Nizhniy Novgorod*, e *Amurskiy Zavod* em *Komsomolsk-na-Amure*.

No início dos anos 80, a União Soviética lançou vários submarinos nucleares com casco resistente em titânio, o que representou uma significativa inovação tecnológica, permitindo a esses navios operarem em cotas de mergulho até então inalcançáveis, superiores a 700 metros. Dentre esses submarinos encontrava-se o malfadado *Komsomolets*, que naufragou próximo à costa da Noruega, com 42 tripulantes a bordo, em 1989. A produção de cascos de titânio foi interrompida nos anos 90. A produção atual de submarinos nucleares russa



SSGN Oscar (*Kursk*) e SNA Akula



SSGN Oscar lançando míssil de cruzeiro

inclui as classes de terceira geração de SSN *Akula* e de SSGN *Oscar* (à qual pertence o submarino *Kursk*, naufragado em 2000), a classe de quarta geração de SSN *Severodvinsk* (que pode transportar mísseis de cruzeiro anti-navio além de torpedos) e a classe de quinta geração de SSBN *Borey*. Entretanto, severos problemas de financiamento têm desacelerado o ritmo de comissionamento destes submarinos a não mais que um ou dois por ano.

A União Soviética lançou seu primeiro quebra-gelo nuclear, o *Lênin*, em 1957 e desde então construiu duas classes adicionais, *Arktika* e *Taymyr*. Em 1993, a Rússia desenvolveu o *Ural*, um navio de comunicações para monitoramento de veículos espaciais, propellido por dois reatores de quebra-gelo. Outros navios de superfície nucleares são o porta-barcaças *LASH* (versão civil de um navio-desembarque doca) *Sevmorput*, empregada no

abastecimento de regiões isoladas no litoral siberiano e a classe de cruzadores *Kirov*. As quatro unidades dessa classe são *Ushakov*, *Lazarev*, *Nakhimov* e o navio mais novo, *Petr Velikiy* (*Pedro, o Grande*).

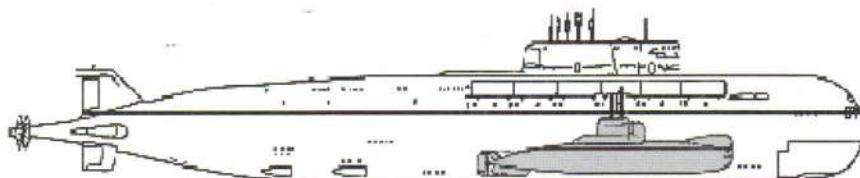
Além destes navios, as autoridades russas planejam usar uma frota de “reatores flutuantes”, composta de navios nucleares descomissionados e instalações nucleares montadas em barcaças, para fornecer energia elétrica e vapor de aquecimento em regiões remotas, não abastecidas por infraestruturas terrestres.

Nos seus primórdios, nos anos 50, a pesquisa soviética em reatores de propulsão nuclear seguiu dois caminhos: um orientado para o projeto térmico moderado e resfriado a água e outro para o projeto rápido resfriado a metal líquido. Apesar de certas vantagens de desempenho dos reatores rápidos resfriados a metal líquido, particularmente no que tange à relação peso/potência,

os projetistas soviéticos acabaram abandonando essa opção devido aos maiores riscos envolvidos e a dificuldade de manter os reatores permanentemente aquecidos, mesmo durante seus períodos não-operacionais. A necessidade de aquecimento permanente conduz ainda a restrições à operação em baixa potência. Caso haja perda de aquecimento, o reator “solidifica”, causando danos irreparáveis à instalação propulsora. Por essas razões, após alguns protótipos experimentais, a Marinha Soviética optou por produzir somente reatores a água pressurizada para uso em submarinos em serviço ativo.

A maioria dos submarinos nucleares soviéticos possuem um ou dois reatores a água pressurizada (*Pressurized Water Reactor – PWR*) com uma potência térmica total de 50 a 200 MW. Dependendo do tipo de reator, cada núcleo contém 200-250 elementos combustíveis. Um elemento combustível contém dezenas

Comparação de dimensões: SSGN Oscar x S convencional alemão Classe 206





Quebra-Gelo Classe *Taymyr*



Cruzador de Batalha Nuclear  
Classe *Kirov*



Porta-Barcaças LASH  
*Sevmorput*

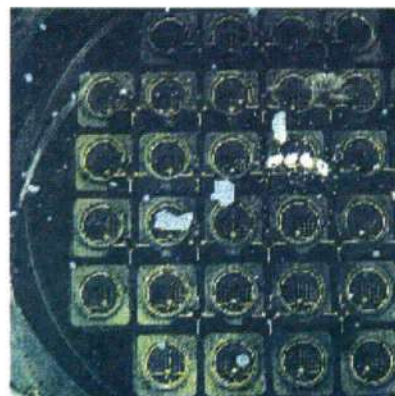


de barras combustíveis que podem ser cilíndricas ou planas. Barras combustíveis planas, tipo placa, aumentam a superfície de troca de calor, melhorando a eficiência térmica e são mais comuns nos reatores mais modernos.

Dentre os 468 reatores navais que estão instalados em 258 submarinos e 24 navios de superfície, 24 usam combustível enriquecido a mais de 90% de Urânio-235. A maioria dos reatores usa combustível enriquecido a 21-45%. Um núcleo típico de reator contém 315 kg de urânio.

O grau de enriquecimento de urânio varia com o projeto do reator. Os reatores de primeira e segunda geração usam combustíveis a 21%. Os reatores de terceira geração

têm núcleos com diferentes zonas de enriquecimento. Os elementos centrais do núcleo são enriquecidos a 21%, enquanto os da periferia são enriquecidos a até 45%. Um reator de submarino de segunda geração contém cerca de 250 kg de urânio, dos quais 50 kg são Urânio-235. Reatores de terceira geração contém aproximadamente 115 kg de U-235.



O ciclo do combustível nuclear naval se superpõe de forma significativa ao ciclo de material físsil para emprego de artefatos nucleares e ao ciclo do combustível das centrais núcleo-elétricas. Nos anos 60 e 70 a indústria núcleo-elétrica, a indústria naval e a Marinha Russa estabeleceram uma infraestrutura para o ciclo do combustível naval. Durante esse período, o combustível



Visão do núcleo e do interior do compartimento do Reator de Propulsão Naval

## Reatores de Propulsão Naval Russos

CLASSE	POTÊNCIA TÉRMICA	ENRIQUECIMENTO COMBUSTÍVEL (% Urânio-235)	CLASSES
2 PWR*/VM-A	70 MWt	20%	Hotel, Echo, November
1 PWR/VM-4	70-90 MWt	20%	Charlie
2 PWR/VM-4	70-90 MWt	20%	Victor II and III, Delta, Yankee
2 PWR/OK-650	190 MWt	20-45%	Typhoon, Oscar
1 PWR/OK-650	190 MWt	20-45%	Akula, Sierra, Mike
2 PWR/VM-5 m	177 MWt	desconhecido	Papa
2 LMR**/VT-1	73 MWt	weapon-grade	November 645
2 LMR/OK-550-BM-40 <sup>A</sup>	155 MWt	weapon-grade	Alfa
1 PWR/tipo desconhecido	10 (X-Ray)	desconhecido	X-Ray, Uniform, AS-12
2 PWR/KN-3	300 MWt	desconhecido	Kirov (cruzador de batalha)
2 PWR/tipo desconhecido	171 MWt	desconhecido	Kapusta (navio auxiliar)
2-3 PWR/OK-150-OK-900	90 MWt	5%	Lenin (quebra-gelo)
2 PWR/KLT-40	135 MWt	< 90%	Arktika (quebra-gelo)
1 PWR/KLT-40	135 MWt	< 90%	Sevmorput (navio auxiliar), Taymyr (quebra-gelo)

\*PWR – reator a água pressurizada.

novo era fabricado na *Elektrostal*, próximo a Moscou. Até os anos 70 o combustível novo era também fabricado na Usina Metalúrgica de *Ulba*, no Kasaquistão. Destas fábricas o combustível era então transportado para bases navais com instalações para recarga de combustível das unidades da esquadra.

A produção de combustível a base urânio *weapon-grade* (+90% U-235) requeria cerca de 1,5 toneladas de *Highly Enriched Uranium – HEU* anualmente do estoque disponível deste material para uso tanto em reatores navais como em reatores de pesquisa. Na atual era pós-soviética, a demanda total por HEU decresceu sensivelmente devido à redução do ciclo de atividades das unidades navais nucleares e conseqüente demanda reduzida de combustível para os respectivos reatores.

Até o início dos anos 90 o urânio do combustível naval era reutilizado nos reatores para produção de trítio de *Mayak (Chelyabinsk-65)* e nos reatores para produção de

plutônio em *Krasnoyarsk-26* e *Tomsk-7*. A instalação RT-1 em *Mayak* reprocessava o combustível HEU irradiado. O urânio enriquecido a aproximadamente 50% recuperado do combustível irradiado era enviado para a *Elektrostal* para fabricação de barras e elementos combustíveis. Após o combustível ser irradiado pelo uso nos submarinos em serviço ativo, ele era armazenado por vários anos antes de enviado a *Mayak* para reprocessamento. O combustível naval irradiado era reprocessado juntamente com o combustível usado de reatores de pesquisa. O plutônio assim separado era armazenado em *Mayak*. O urânio recuperado era enviado à Usina Metalúrgica de *Ulba*, em *Ust-Kamenogorsk*, no Kasaquistão, para produção de combustível para as centrais nucleares do tipo RBMK, similares à mal-fadada central de *Tchernobyl*.

A partir do final dos anos 90, tanto a fabricação como o reprocessamento do combustível naval passou a ser feito em *Mayak*. O combustível naval padrão é do tipo CERMET

(CERâmica-METal) composto pela dispersão de partículas de Dióxido de Urânio (UO<sub>2</sub>) numa matriz de alumínio, revestido por aço inox ou ligas de zircônio. O combustível novo é enviado para armazenagem temporária em *Sevmorput* e *Shkotovo*. Desta estocagem provisória ele é embarcado para instalações de armazenagem central. O combustível naval é então transferido para navios de apoio que fazem sua distribuição para os submarinos nucleares em operação.

A proteção física do combustível nuclear naval é objeto de grande preocupação devido aos níveis inadequados de segurança em muitas instalações de armazenagem russas. Pelo menos dois casos documentados de desvio de combustível novo para submarinos ocorreram desde 1991, um de *Andreyeva Guba* e outro de *Sevmorput*, ambos da Esquadra do Norte. Ocorreram ainda várias tentativas infrutíferas de desvio. Em 1996, o Departamento de Energia dos EUA iniciou um programa de cooperação na área de combustível nuclear naval para assistência técnica no projeto e construção de instalações de armazenagem seguras para a Esquadra do Norte e para a flotilha de quebra-gelos nucleares civil (*Atomflot*). Um esforço similar objetivando as instalações da Esquadra do Pacífico iniciou-se em 1998.

Desde 1995, pouco espaço de armazenagem de combustível usado tem estado disponível em terra para núcleos de reatores adicionais vindos de submarinos nucleares descomissionados. Isto leva a uma situação de fato na qual os próprios submarinos

descomissionados e navios de apoio se tornaram instalações de armazenagem de combustível irradiado por longos períodos. Diversos reatores contendo combustível nuclear usado e pouco irradiado permanecem em operação em submarinos descomissionados, alguns deles fornecendo energia elétrica ou vapor de aquecimento para terra. O combustível pouco irradiado nos submarinos descomissionados antes do fim de suas vidas úteis contém grandes quantidades de HEU. A separação do HEU desse combustível é muito mais fácil tecnicamente do que o reprocessamento químico requerido para separação de plutônio e pode ser feita em instalações de pequeno porte. Os elementos combustíveis de reatores navais são menores e mais fáceis de manusear do que os de uma central núcleo-elétrica. É, entretanto, importante notar que o combustível irradiado em reatores navais requer um significativo tempo de resfriamento antes de ser manuseado. Indivíduos ou organizações terroristas teriam muito maior probabilidade de êxito na construção de um artefato nuclear "caseiro" usando U-235 do que plutônio.

O combustível usado é também mantido em navios de apoio que recebem os elementos de submarinos em serviço ativo, durante as operações periódicas de recarga do núcleo, e de navios nucleares descomissionados definitivamente. Quando a capacidade de armazenagem desses navios está completa, o combustível irradiado é transferido para instalações centrais de armazenagem, onde elas permanecem no mínimo três anos. Atualmente existe uma

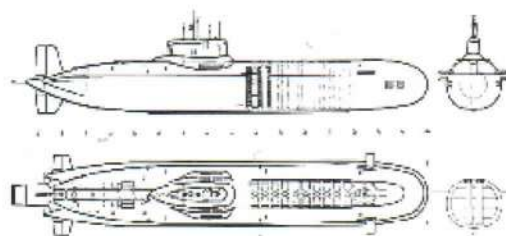


Recarga de combustível nuclear - SSGN Classe Oscar

grande carência de navios de apoio deste tipo em ambas as esquadras e, para complicar, aqueles existentes necessitam grandes reparos e normalmente não estão operativos. O combustível usado é então transferido para contenedores de transporte para serem enviados por via férrea a *Mayak*. Este transporte requer vagões ferroviários especiais e, atualmente, somente uma composição encontra-se disponível para ambas as esquadras. Não se têm informações seguras sobre quanto deste combustível enviado a *Mayak* estaria sendo efetivamente reprocessado.

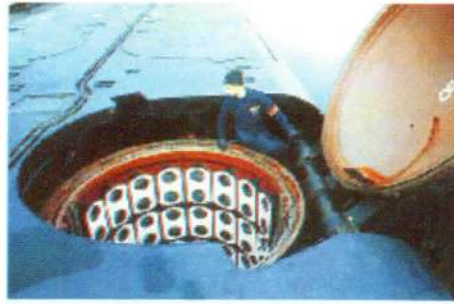
O recarregamento do combustível para as classes mais antigas de submarinos nucleares russos era feita em ciclos operativos de 3 a 5 anos, enquanto para as classes mais modernas este período entre recargas é de 7-10 anos.

Os submarinos nucleares eram recarregados em dique seco dos quatro estaleiros anteriormente citados. Nos últimos anos esta operação passou a ser feita por navios de apoio denominados *Plavuchaya Masterskaya* (PM) ou "oficina flutuante", com o submarino atracado no cais. O combustível é removido usando barcas de apoio a submarinos nucleares tipo PM-124 e navios de apoio classe PM-2020 Malina, com uma capacidade de armazenagem de 1.400 elementos combustíveis ou seis núcleos de reator com combustível irradiado. A frequência de recargas de combustível tem sido significativamente reduzida nos últimos anos devido à falta de equipamentos de transferência e armazenagem, à saturação da capacidade de armazenagem de combustível irradiado e dificuldades na remoção de elementos combustíveis de submarinos com seus núcleos danificados.



Componente naval da Tríade Nuclear Russa - SSBN Classe Typhoon

A remoção do combustível nuclear usado é iniciada no mínimo 90 dias após o desligamento do reator, tempo necessário para seu resfriamento. O processo de remoção do combustível leva cerca de 1 mês. A recarga e preparação do reator toma de 2 a 3 meses adicionais. As etapas envolvidas na recarga de combustível incluem:



Componente Naval da Tríade Nuclear Russa - SSBN Classe Delta-IV

- Corte da seção de casco localizada sobre o reator;
- Proteção da abertura para evitar liberação de poeiras e aerossóis radioativos;
- Isolamento do circuito primário (resfriamento do reator);
- Remoção, um a um, dos elementos combustíveis por guindaste do navio de apoio;
- Armazenagem dos elementos em contenedores metálicos e içamento para o navio de apoio;
- Manutenção do reator e circuito primários após a remoção de todo o combustível;
- Carregamento de novos elementos combustíveis e injeção de água de resfriamento no circuito primário; e
- Fechamento do tampo do reator e soldagem da seção de casco removida.

O processo de recarga de combustível produz rejeitos radioativos além do combustível usado: cerca de 10 m<sup>3</sup> de rejeitos líquidos de alta atividade, rejeitos sólidos na forma de barras de controle, borras de tanques e equipamentos contaminados. A instalação de novos purificadores de água de resfriamento do reator produz cerca de 1 m<sup>3</sup> de resina de troca iônica altamente radioativa e 2-3 m<sup>3</sup> de rejeitos líquidos. Uma operação normal produz de 155 a 200 m<sup>3</sup> de rejeitos a serem processados.

Existem na Rússia diversas instalações para recarga de combustível distribuídas entre a Esquadra do Norte e a Esquadra do Pacífico:

- Esquadra do Norte: *Atomflot, Murmansk*, em associação com a Companhia de Navegação de *Murmansk* (operadora de quebra-gelos nucleares); *Gremikha*, península de *Kola*; Estaleiro *Nerpa*, baía de *Olenya*, península de *Kola*; Estaleiro *Sevmash, Severodvinsk*, Estaleiro *Polyarninskiy, Polyarnyy*, baía de *Pala*;
- Esquadra do Pacífico: *Shkotovo-22*, baía de *Chazhma*; Estaleiro *Kamtchatka*, baía de *Krashennnikova*.

Apesar do declínio no número de navios em atividade, a Marinha Nuclear Russa foi compelida a assumir um papel mais proeminente na tríade nuclear estratégica da Rússia. O Tratado START II, caso plenamente implementado, cortará o número de ogivas russas de 8.500 para um número entre 3.000 e 3.500 em curto prazo. Estas reduções alterarão drasticamente a tríade russa, fundamentada fortemente em mísseis balísticos intercontinentais (ICBM) lançados de terra, para uma situação onde mais da

metade de suas forças seriam baseadas em submarinos nucleares (SSBN).

Ao final dos anos 90, o Governo Russo determinou que a percentagem da tríade nuclear representada pela Marinha deveria elevar-se de 30% para 50%, substituindo assim a Força de Mísseis Estratégicos como a maior parte da tríade. O número de SSBN, entretanto, não foi alterado. A Marinha Russa assumiu esse aumento de responsabilidade pela modernização dos submarinos e dos seus respectivos mísseis. Esse fato fez com que os recursos necessários para manutenção das forças nucleares navais crescessem significativamente. Entretanto, o orçamento efetivamente recebido nos últimos anos tem estado muito aquém dessas necessidades. Mesmo assim, o Comandante da Marinha, Almirante *Vladimir Kuroyedov*, tem garantido que apesar do pequeno número de SSBN em serviço ativo, eles ainda são suficientes para atingir os objetivos de deterrence estratégica estabelecidos pelo Governo Russo.

---

**Leonam dos Santos Guimarães** é Capitão-de-Mar-e-Guerra, Engenheiro Naval, serve atualmente no CTEMSP.





Informática e Engenharia de Sistemas

**TRADIÇÃO E QUALIDADE  
EM SISTEMAS NAVAIS**



Empresa brasileira que desde 1987, dando ênfase à tecnologia nacional, vem desenvolvendo, produzindo, integrando e implantando sistemas na área naval, em especial nos seguimentos de: *Comando, Controle e Direção de Armas, Comunicações e Informações, Apoio Logístico Integrado, Simulação, Hardware e Software*; com soluções diferenciadas e qualidade assegurada através de atualização tecnológica e aperfeiçoamento contínuo.



IES Informática e Engenharia de Sistemas  
Rua da Quitanda 19 - 8º andar - Centro  
Cep.: 20011-030 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil  
Tel.: (21) 2509-7630 Fax.: (21) 2242-0245  
E-mail: [ies@ies-sistemas.com.br](mailto:ies@ies-sistemas.com.br)  
Site: [www.ies-sistemas.com.br](http://www.ies-sistemas.com.br)

**16** Anos

1987 - 2003

# Atenção, Passadiço!

## Preparar para Assumir o Governo do Navio Pelo SPD.

CT Ricardo Reis Rebelo

Mais um dia normal em mais uma comissão a bordo do Navio de Socorro Submarino "Felinto Perry". Navio ímpar da Marinha do Brasil, único na América Latina capaz de realizar socorro à tripulação de um submarino sinistrado. De tantos exercícios e adestramentos realizados, pode-se dizer que a "lista de verificação" para entrar em posicionamento dinâmico já "está no sangue", mas sem dar uma brecha de sorte ao azar, eu verifico, com muita atenção, item a item: "DP ON", "Thrusters", "Rudder Load",...

Quando recebo a ordem da "Manobra" para assumir o governo do navio, sei que de ali em diante tenho em mãos a máquina mais maravilhosa da Marinha: Estou manobrando com o SPD!

Aproximo, então, o navio do submarino pousado no fundo, guiando-me pelo sinal do *transponder* do HPR ou pela bóia marcadora. Tenho ao meu favor dois DGPS (*Differential Global Position System*) e a experiência acumulada ao longo de muito tempo aqui embarcado. Não tenho como errar. Não posso errar.

Já próximo ao submarino, altero a proa para afilar ao vento, coloco o navio na posição mais confortável e segura para iniciar a faina. Cada exercício que participo, encaro como real, pois, na verdade, é real. Não me refiro aos adestramentos simulados normalmente praticados. Todos eles são importantes, mas no caso do "Felintão", há, sobretudo, vidas em jogo. Os procedimentos em um adestramento são praticamente iguais ao de um caso real.



São os meus amigos que estão lá em baixo, aguardando o socorro, seja para receber ar ou algum material pelo torreão. Se necessário, acoplaremos o Sino de Resgate de Submarino (SRS) e os transportaremos para a superfície. Também são meus amigos os que vão mergulhar a uma profundidade em que qualquer erro, mesmo o menor de todos, pode ocasionar

perda de vidas humanas. E eu estou no controle. Não posso errar!

Na Estação de Controle, cientes de nossas responsabilidades, recebemos do Compartimento de Controle do Sino (CONSINO) a solicitação de "luz verde" para o mergulho. Certifico-me que já estamos há meia hora em posicionamento dinâmico com mais de três referências: dois DGPS, dois *Taut-Wire* e um HPR. O Comandante autoriza e eu dissemino pelo circuito de comunicações interiores: "Geral, controle: luz verde para o mergulho, luz verde para o mergulho". Essa informação é repetida pelo fonoclama. No painel, acendo a luz verde. Pronto, vamos tirar vocês daí. Agora é questão de tempo, de pouco tempo, pois o tempo é nosso inimigo.



Sino de Resgate de Submarino (SRS)



Veículo Submarino de Operação Remota (ROV)

O peso-guia desce, os mergulhadores saturados já passaram da câmara para o sino de mergulho. O bote e o veículo submarino de operação remota (ROV) já estão na água. O pórtico do SRS já se movimentou. Todos pedem permissão para esta ou aquela manobra. Na Estação de Controle, autorizamos cada passo. E o anotador do livro do SPD vai registrando tudo, escrevendo páginas que vão entrar para a História de nossa Marinha. Se ele soubesse quão importante é a sua tarefa, seria até mais caprichoso na letra.

Neste ponto, já conseguimos falar com o Comandante do submarino pelo UT 2000. Ele, mais calmo, já tranquiliza a sua tripulação: "O Felinto está aí! Está tudo bem!"

O sino, com os mergulhadores saturados, inicia a descida até a profundidade de trabalho. O ROV nos manda imagens do submarino. Sabemos exatamente como ele está pousado no fundo e informamos ao "CONSINO" a situação completa que os mergulhadores enfrentarão.

O vento aumenta de intensidade e ronda, mas tenho nas mãos oito megawatts de potência! Tudo está funcionando: todos os thrusters, a propulsão, o quadro elétrico, as referências. O Comandante manda alterar para "luz amarela" no mergulho e mantém as operações, pois eles estão lá em baixo e nós vamos tirá-los de lá.

Não temam e rezem a Deus, quaisquer que sejam suas religiões, agarrem-se na vontade suprema de viver. Lembrem-se de seus filhos, esposas, pais e familiares. Aquele churrasco no final de semana no Condomínio Netuno continua marcado. Arrumem uma boa razão para agüentar um pouco mais. Vamos tirá-los daí, meus amigos, pois aqui no Felinto não vai haver erro.

Deus responde às preces e os motores respondem ao vento. Voltamos para "luz verde".

O mergulhador sai do sino e, guiado por nós, chega ao submarino. No display do HPR podemos ver claramente a indicação do transponder do mergulhador. O mergulhador escala o casco. Pega o cabo do SRS e talinga à escotilha. O ROV é testemunha de cada passo. Talvez em Hollywood, esta fita gravada por sua câmera daria um bom esboço de roteiro para um filme de ação.

Pronto, o SRS está apto para acoplar. Com fluviabilidade positiva, desce tracionado pelo cabo que está preso ao submarino até chegar à escotilha. Altera sua fluviabilidade e, já pesado, equaliza as pressões e abre sua escotilha.

A escotilha do submarino é então aberta e, pela câmera do SRS, podemos ver o primeiro tripulante a ser resgatado. Seu nome é "Oscar". Parece ruborizado, ou melhor, alaranjado. Acredito que seja pela satisfação de saber que o Felinto Perry pôde cumprir sua missão.

Seja um exercício ou uma missão real, o importante é saber que sempre existe o risco de vida e que nós, a bordo, não podemos e nem temos o direito de errar. Somos profissionais e sabemos, toda tripulação, da responsabilidade que temos para com nossos bons companheiros submarinistas. Por isso, podemos falar com orgulho o nosso lema: "Mergulhem tranquilos, estamos atentos!"

**Ricardo Reis Rebelo** é Capitão-Tenente, Operador do SPD do NSS "Felinto Perry"

## GLOSSÁRIO

**Oscar** - Nome dado ao boneco usado em condições adversas para simular um militar.

**HPR** - É um sistema hidro-acústico de referência de posição que recebe informações de transponders e troca informações com o SPD.

**ROV - Veículo de Operação Remota** - é um mini submarino não tripulado, que auxilia na busca ao submarino sinistrado e monitora toda a faina de mergulho. Possui manipulador hidráulico (um braço capaz de executar pequenos, mas importantes serviços), sonar de busca e câmeras de vídeo.

**SPD - Sistema de Posicionamento Dinâmico** - Sistema computacional que recebe informações externas, principalmente de satélites, para trabalhar sob máquinas e manter o navio em uma posição pré-determinada para realizar a faina de socorro e salvamento de submarino.

**Taut-Wire** - Equipamento integrado ao SPD que serve como referência de posição. O navio possui dois: um a Bombordo e outro a Boreste.

**Thrusters** - Propulsão transversal do navio. O navio possui quatro thrusters: dois na proa e dois na popa.

**Transponder** - Dispositivo hidro-acústico que envia um sinal de resposta para o navio a fim de determinar a sua posição. Pode ser instalado em qualquer parte submersa que componha o sistema de mergulho, inclusive no mergulhador.

**UT2000** - Aparelho de comunicação entre o navio na superfície e o submarino.

Alta tecnologia é importante .



... na Saab Bofors Underwater Systems.

Saab Bofors Underwater Systems é uma empresa dentro do grupo Saab AB e a tecnologia usada por nós se beneficia do apoio e recursos do Grupo Saab, um dos líderes em alta tecnologia no mundo.

Saab Bofors Underwater Systems está totalmente engajada no desenvolvimento e produção de sistemas submarinos, que detectam e processam dados, detectam e neutralizam minas e destroem alvos de superfície ou submarinos.

Nossos sistemas são projetados para o melhor desempenho nas mais diversas condições, variando de águas profundas até águas rasas ou extremamente rasas, uma capacidade desejada por muitos nos fabricada por poucos.

Saab Bofors Underwater Systems brevemente irá completar um século de experiência na produção de torpedos e 25 anos de experiência como principal fornecedor na área de Veículos Remotamente Operados para Marinhas em todo o mundo.

SAAB BOFORS UNDERWATER SYSTEMS  
www.saab.se



**SAAB**

# Submarinos Classe Scorpène para a Armada do Chile

1T Anderson Antonio Reis de Souza

A história dos submarinos na Armada do Chile tem início em 1913, quando foram encomendados à Electric Boat Co., dos EUA, dois submarinos: o "Iquique" e o "Antofagasta". Entretanto, com o principiar da I Guerra Mundial, esses submarinos foram transferidos para o Canadá. Ao final do conflito, a Inglaterra cedeu 5 submarinos da classe "H" ("Holland") construídos nos EUA que, juntamente com outro da mesma classe, encomendado diretamente pelo Chile, foram incorporados à Armada em 1917.

Em 1928, diante do reconhecimento da potencialidade incrementada pelo submarino a qualquer Poder Naval, o Chile encomendou ao estaleiro inglês Vickers Armstrong Ltd. 3 submarinos de 1520 t. Desenvolvi- am na superfície até 15 nós e mergulhados, por cerca de uma hora, 8 nós. Possuíam 6 tubos na proa e 2 na popa, além de um canhão de 120mm. Os novos meios foram batizados como "Simpson", "Thomson" e "O'Brien", ficando em serviço até 1957.

Os "Fleet Type" surgiram na Armada do Chile em 1961. Eram dois veteranos americanos da II Guerra Mundial, os submarinos "Thomson" (ex-USS "Springer") e "Simpson" (ex-USS "Spot"), que reuniam inúmeros avanços tecnológicos da época: radar, avançado controle de fogo e um canhão



5 polegadas. Andavam mergulhados durante o dia e na superfície à noite. Em 1982 foi dado baixa no último "Fleet Type".

Os modernos sonares, que permitiam detectar alvos a grandes distâncias, e os torpedos guiados a fio surgiram na Força de Submarinos chilena com a classe "Oberon", encomendada em 1970. Na década seguinte, foi ordenada a construção de dois submarinos 209-1400 na HDW da Alemanha, chamados "Thomson" e "Simpson", sendo incorporados em 1984.

## Processo de Seleção dos Novos Submarinos Classe Scorpène

O processo de seleção começou em 1990, com a definição dos requisitos operacionais e adequação dos recursos. Em 1991, diversas ofertas foram recebidas: da Alemanha (classe 209-1400MOD), da França (Agosta 90), do consórcio franco-hispânico DCN-Bazán (Scorpène), do Reino Unido (classe SS 1400), dos Países

Baixos (Moray 1400), da Itália (Sauro 1300) e da Suécia (T-96).

Depois de uma avaliação preliminar de todas as ofertas, a Armada selecionou como finalistas os submarinos Scorpène, o 209-1400MOD e o T-96.

Além destes submarinos, em 1994, o Reino Unido ofereceu, para venda, quatro submarinos da classe Upholder, de segunda-mão, que foram incluídos também na comparação.

Entre 1994 e 1995, comitês de Oficiais submarinistas e dos técnicos do "Astilleros y Maestranzas de la Armada" (ASMAR) visitaram os estaleiros dos construtores e os submarinos Upholder, concluindo que apenas os submarinos das classes Scorpène e 209-1400MOD preenchiam as especificações da Armada. Durante todo este processo, os fabricantes selecionados ajustavam seus preços, programações de pagamento e financiamentos, como também algumas especificações técnicas apresentadas pelo Chile.



Decidiu-se que os submarinos Oberon seriam substituídos pelos dois novos submarinos, denominados *O'Higgins* e *Carrera*, no período de 2004 a 2006, quando aqueles já contariam com 30 anos no serviço. Em face dessa decisão, a Armada do Chile estabeleceu como a data-limite para o término das negociações o ano de 1997.

Depois de analisadas as ofertas recebidas, concluiu-se que:

a) O Scorpène possuía um melhor desempenho operativo que o 209-1400MOD por causa das seguintes considerações, entre outras:

- Era mais silencioso;
- Tinha maior capacidade de transportar armamento, bem como poderia recarregá-los com maior rapidez e facilidade; e
- Poderia atingir maiores profundidades.

b) O Scorpène apresentava um preço menor e a oferta de financiamento feita pelo consórcio DCN-Bazán era a única que atendia as exigências financeiras feitas pela Armada.

Após a escolha pela classe Scorpène, iniciaram-se as negociações com o DCN-Bazán, deixando a companhia alemã como uma segunda opção, caso as negociações com o primeiro falhassem.

Por outro lado, a respeito dos aspectos técnicos, para a análise das especificações de cada oferta, o grupo responsável pela avaliação das propos-



tas, formado por Oficiais submarinistas e engenheiros, considerou as seguintes questões:

1. - O "risco do protótipo". A classe Scorpène é um projeto novo desenvolvido pela DCN-Bazán, que foi encomendado também pela Malásia, em junho de 2002, com incorporação prevista de dois submarinos em 2007 e 2008. A Índia e a DCN ainda se encontram em processo final de negociação para fornecer seis submarinos entre 2010 e 2015. Um estudo completo das especificações, das características do projeto e da capacidade de construção dos estaleiros europeus concluiu que o consórcio da DCN-Bazán tinha as características e os atributos necessários para projetar e construir um moderno submarino convencional com tecnologia para o século XXI. Dessa forma seria possível enfrentar, com a certeza de sucesso, os possíveis riscos envolvidos na compra de um submarino de última geração.

2. - Apoio logístico. O fato que os dispositivos e os sistemas usados pelo submarino eram padrão, feitos por firmas com prestígio e longa experiência, dava garantia suficiente para manter, por longo período de tempo, o apoio logístico. Também foram estabelecidos procedimentos para garantir

preços adequados às futuras necessidades logísticas. Assim, estaria assegurado o êxito dos ciclos de operação e manutenção.

3. - Custos. Incluindo os interesses de crédito diante da concorrência, o submarino Scorpène era ligeiramente mais barato do que o 209-1400MOD, apesar de melhores desempenhos operativos do Scorpène. Os custos pelos dois submarinos encomendados totalizam cerca de 480 milhões de dólares.



Principais Características do Classe Scorpène

### 1. Características Físicas e Propulsão

Os submarinos da classe Scorpène, construídos para a Armada do Chile, têm um comprimento de 66,4 metros e deslocam cerca de 1500 t. Estão equipados com quatro motores diesel (MCP), que fornecem mais do que 2.500 kW e usam geradores síncronos GM com ímãs permanentes.

No topo do casco, imediatamente acima dos MCP, está uma escotilha para a retirada dos motores quando em reparo. O submarino tem um motor elétrico principal eletrônico, suspenso elasticamente, de 2.900kW de potência.

Há duas variantes do Scorpène. O CM-2000 é projetado com um sistema convencional de propulsão. O AM-2000 é equipado com propulsão independente do ar (AIP), sendo capaz de permanecer submerso em patrulha por três vezes mais tempo do que o CM-2000. A Armada do Chile optou pelo sistema convencional de propulsão.

## 2. Sistemas de Armas

O Scorpène é equipado com os seis tubos de torpedo de 21 polegadas, localizados na proa. O lançamento é realizado por descarga positiva, empregando bomba de ar. Em relação ao armamento disponível, o submarino permite o lançamento de torpedos anti-navio e anti-submarino, minas e mísseis anti-navio. A capacidade de embarque é de 18 torpedos ou mísseis, bem como de 30 minas.

Os submarinos serão equipados com os torpedos italianos BlackShark. Esse torpedo é guiado a fio de fibra ótica e possui propulsão elétrica, com motor sem escovas e não possui caixa de redução. Com alcance de cerca de 30 Km, é capaz de atingir a velocidade máxima de 50 nós, sendo considerado, na atualidade, o torpedo de propulsão elétrica mais veloz.

## 3. Sistema de Gerência do Combate

O sistema de gerência do combate, denominado SUBTICS, possui seis consoles multifunção e uma mesa táctica, sendo integrado a outros sistemas e sensores de bordo. O sistema de combate é



composto de um sistema táctico e de comando de manipulação de dados, de sistema de controle do armamento e conjunto



de sensores acústicos com interface com outros sensores. O sistema pode também fazer downloads de dados de fontes externas.

O sistema de navegação, que combina dados dos siste-

mas de posicionamento global, do hodômetro, do medidor de profundidade e do sistema de monitoração de trim/banda do navio, está integrado ao SUBTICS.

## 4. Grupo Sonar

O arranjo sonar do submarino inclui um conjunto cilíndrico de hidrofones passivo de longo alcance, um sonar de interceptação, um sonar ativo, um "flank array" e um sonar de alta resolução para minagem. Cabe destacar que os submarinos não estão equipados com sonar rebocado (towed array).

## 5. Controle e Monitoração

Todas as manobras no submarino são realizadas do compartimento de comando (control room). O Scorpène se caracteriza por um elevado nível de automação e de vigilância, com modo de controle automático dos lemes e da propulsão, monitoração contínua dos sistemas da propulsão e das instalações da plataforma, vigilância contínua e centralizada de todos os perigos potenciais (vazamentos, incêndios, presença de gases) e do status das instalações que afetam a segurança quando submerso.

O Scorpène monitora, ainda, o ambiente marinho, com a medição da densidade e temperatura da água do mar, e os ruídos biológicos, possuindo interface com o sistema SUBTICS.

## Construção

O submarino incorpora um nível elevado de redundância de sistemas, de modo que é possível conseguir a média de

240 dias no mar por ano, por submarino. A profundidade máxima de imersão é de 300m, dando ao comandante maior liberdade tática do que previamente disponível em submarinos convencionais.

O uso de aços de alta resistência reduziu o peso do casco resistente, permitindo uma maior capacidade de combustível e de armamento. Essa característica proporcionou um acréscimo no ciclo de atividades e autonomia do meio.

Quando mergulhado, o Scorpène tem um reduzido ruído irradiado que permite melhores alcances de detecção de seus próprios sensores e risco reduzido de detecção por sensores hostis. O ruído irradiado baixo é conseguido com o uso de hidrodinâmica avançada, como casco de linhas hidrodinâmicas, com poucos apêndices e um hélice otimizado. Ou seja, a concepção de projeto obedeceu à filosofia *Stealth*.

Em contribuição à redução de ruídos, os equipamentos são montados com calços elásticos, sendo que os sistemas mais ruidosos possuem calços elásticos duplos para reduzir seus perfis de ruído. Os sistemas resistentes a choque foram desenvolvidos a partir de sistemas incorporados em projetos de submarinos avançados com propulsão nuclear. A assinatura acústica baixa e a hidrodinâmica dão à classe Scorpène a potencialidade para realizar operações anti-submarino e anti-superfície em áreas oceânicas e costeiras, bem como operar com forças especiais em águas litorâneas.

### Facilidades da Tripulação

O navio pode ter uma tripulação total de 31 homens com um quarto de serviço padrão de nove. O compartimento de comando e os compartimentos habitáveis são montados em uma plataforma flutuante, isolada acusticamente e suportada por calços elásticos. O submarino tem também o espaço para seis beliches adicionais para a equipe de operações especiais.

O navio é equipado com o sistema completo de salvamento e de segurança. Um ponto de conexão para um sino de mergulho ou um DSRV permite operações de salvamento coletivo.

### A Incorporação dos Submarinos O'Higgins e Carrera

Em 23 de outubro de 2003, ocorreu o lançamento ao mar do submarino classe Scorpène "O'Higgins", em Cherburgo, na França. Ele chegará ao Chile, após executar suas provas de mar, no segundo semestre de 2004. O segundo submarino, "Carrera", será entregue em 2005.

A Ministra da Defesa do Chile Michelle Bachelet, presente na cerimônia, confirmou a intenção do país em manter e melhorar a capacidade de seus meios, com um submarino mais eficiente, com uma tripulação menor, melhor capacidade do armamento e uma navegação mais silenciosa. Declarou, ainda, que a incorporação dos novos submarinos não se tratava de uma corrida armamentista no Pacífico Sul, mas apenas do

reaparelhamento previsto para os meios navais daquela nação. Enquanto isso, os submarinos "Thomson" e "Simpson", da classe 209-1400, estão com dois terços de vida útil decorrida. É a intenção da Força de Submarinos do Chile prolongar o ciclo operativo até 40 anos, mantendo-os em operação até 2023.

Finalmente, cabe destacar que as autoridades navais chilenas tratam os quatro submarinos como de primeira linha e consideram os submarinos da classe Scorpène como os mais modernos do cone sul, suprimindo o déficit de quantidade em relação às outras Marinhas lindeiras, com suas qualidades e capacidades operativas.

**Anderson Antonio Reis de Souza** é Primeiro-Tenente, Submarinista, serve atualmente no Submarino Tapajó.

### Mergulho na História

O ano de 1963 foi marcado pela alteração da denominação da Flotilha de Submarinos para Força de Submarinos, pela criação da Escola de Submarinos e pela aquisição dos submarinos da Classe *Fleet Type*.



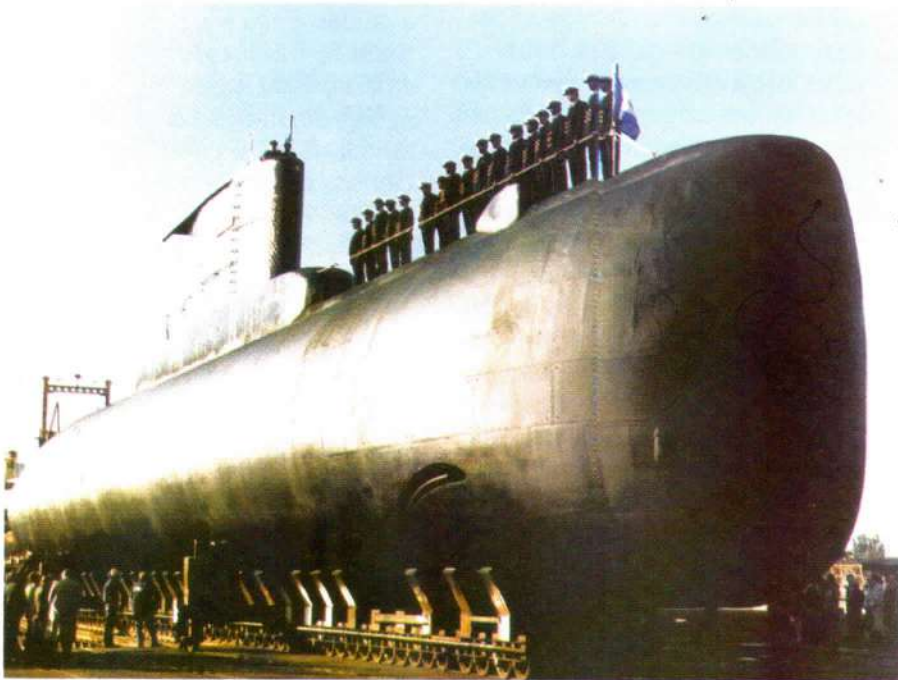
Marco Polo A. C. de Souza em "Nossos Submarinos"



# O Segredo do ARA Salta

Jorge Rafael Abóbada

Tradução: CMG Paulo Vinícius Correia Rodrigues Junior



Muito pouco se tem escrito a respeito da atuação do Submarino ARA *Salta* durante o conflito do Atlântico Sul, em consequência do natural sigilo que rodeia as operações com submarinos. Esse vazio contribuiu para que, depois de finalizado o conflito, circulassem versões dentro e fora da Armada Argentina, que na maioria dos casos minimizaram e distorceram o desempenho dessa unidade. De fato, embora seja certo que o ARA *Salta* não pôde intervir ativamente no teatro de operações por razões que mais adiante ficarão esclarecidas, não se pode negar que ele cumpriu um papel importante e até hoje anônimo na busca de uma solução, a curto prazo, que permitisse corrigir os defeitos acusados pelos torpedos SST-4 e o ineficaz sistema de armas que afetava, nesse momento, a ambos os submarinos classe 209 utilizados pela Armada Argentina. Este artigo revela, pela

primeira vez, aspectos desconhecidos da guerra submarina empreendida contra a Inglaterra, que ainda hoje são objeto de controvérsia. O conteúdo deste artigo se baseia em várias entrevistas realizadas pelo autor com o Capitão-de-Fragata Roberto F. Salinas, ex-comandante do ARA SALTA, no mês de julho de 2001 e nos documentos pessoais inéditos do referido Oficial. Por último, devo esclarecer que os postos do pessoal militar mencionado são os vigentes em 1982.

Em 2 de abril de 1982, o ARA *Salta* (S-31), um dos dois submarinos de origem alemã classe 209 com que contava a Armada Argentina, e o que, em teoria, estava em melhores condições operativas, encontrava-se em Porto Madryn realizando provas de calibragem de seu telêmetro acústico passivo, com a colaboração de alguns técnicos franceses.

Porém, tão logo ficou conhecida a notícia do desembarque argentino nas Malvinas os franceses retornaram a seu país, sem concluir os trabalhos.

A Força de Submarinos passou, então, a depender, de forma direta, do Comandante de Operações Navais (Vice-Almirante Juan José Lombardo), devendo o Comandante da Força de Submarinos (COFUERSUB) e seu Estado-Maior trasladarem-se para a Base Naval de Porto Belgrano (BNPB).

Durante as provas de mar realizadas, depois de um prolongado período em dique seco, para manutenção, informou-se que o submarino apresentava fortes ruídos enquanto navegava tanto na superfície quanto em imersão, fato que o converteria numa presa fácil para as fragatas e helicópteros anti-submarinos inimigos. Não se conhecia então, com exatidão, a origem de tais ruídos.

O COFUERSUB decidiu que todo o casco do navio deveria ser submetido a uma revisão completa, em dique seco, antes de suspender para sua patrulha de guerra. Foi durante este período que seu Comandante teve que ser substituído por problemas de saúde. Isso impediu que o navio completasse seu período de aprestamento e suas provas no mar. A substituição do Comandante da unidade há poucos dias de iniciado o conflito com a Inglaterra repercutiu negativamente na moral dos Oficiais e da tripulação do navio.

O Vice-Almirante Juan José Lombardo, um veterano oficial de submarinos, e o então COFUERSUB (Capitão de Navio Eulogio Moya Latrubesse) iniciaram a busca urgente de um substituto que pudesse preparar o navio para seu rápido emprego na Área de Operações. A escolha recaiu no Capitão de Fragata Roberto F. Salinas, Ajudante Naval do Presidente da República. Esse Oficial tinha se formado em segundo lugar na Escola Naval Militar, era ex-comandante do ARA *Salta* e lhe precedia uma reputação de submarinista experiente, com uma irrepreensível folha de serviços.

Em 13 de abril de 1982, o Capitão Salinas recebeu uma comunicação do Diretor Geral de Pessoal Naval (DGPN), ordenando-lhe assumir o “comando acidental” do ARA *Salta*; para tanto, deveria apresentar-se em 24 horas na BNPB. A notícia o pegou de surpresa pois já passara o comando há mais de dois anos e desconhecia por completo o estado de adestramento da nova tripulação e a situação operativa da unidade. Para agravar ainda mais as coisas, a Força de Submarinos carecia de experiência em combate, desconhecia a capacidade anti-submarino do inimigo e não dispunha de uma doutrina de combate preestabelecida para fazer frente à frota inglesa, dado que a Inglaterra não constituía uma hipótese de conflito para a Argentina. Nesse contexto não cabia outra alternativa que improvisar e esperar o melhor.

No dia seguinte, se apresentou diante do COFUERSUB para assumir seu novo comando, quando foi informado que ele não assumiria antes de 17 de abril, pois o navio acabara de sair do dique seco e estava sendo submetido a uma prova de medição de ruídos sob o comando do Imediato, Capitão-de-Corveta Esteban J. ARATA. Este Oficial já havia sido o subdiretor da Escola de Submarinos em Mar del

Plata, quando Salinas ocupava o cargo de diretor, por isso ambos os Oficiais se conheciam bem.

Quando o navio atracou, depois de uma curta navegação, o Capitão ARATA informou que o problema dos ruídos e vibrações, de origem desconhecida, ainda persistia. O COFUERSUB ordenou então submeter o navio a uma nova revisão, em dique seco, devendo o pessoal da Oficina da BNPB desmontar o eixo e o hélice de cinco pás de passo fixo, de 3,20 metros de diâmetro, o selo de ré, etc. para lhe efetuar uma revisão completa. Enquanto se realizavam as revisões, vários alarmes de ataque aéreo soaram, pois se temiam que possíveis bombardeios *Vulcan* atacassem a Base, o que obrigou a alagar repetidamente o dique seco para poder rebocar o submarino a um lugar menos exposto. Por sorte, os temidos bombardeios nunca aconteceram.

**“A Força de Submarinos carecia de experiência em combate, desconhecia a capacidade anti-submarino do inimigo...”**

Duas semanas depois, sem que ainda se tivesse determinado as causas dos ruídos, Salinas suspendeu com destino à Base Naval de Mar del Plata para preparar o navio para a guerra. Navegando na superfície pelo canal, na altura da bóia Nº9, recebeu a ordem de retornar ao porto, pois se informou que um avião de patrulha tinha detectado um submarino nuclear (presumivelmente inimigo) navegando na superfície a 80/100 milhas náuticas da bóia farol (referência náutica que assinala o começo do canal de acesso a BNPB). Como consequência deste fato o

COFUERSUB ordenou preparar o navio na BNPB, solução que o Capitão Salinas já tinha sugerido antes de suspender, por considerar que o porto de Mar del Plata é totalmente indiscreto, podendo a inteligência inimiga conhecer com exatidão o dia e a hora em que o *Salta* se fizesse ao mar, no caso da base estar sendo observada por agentes inimigos, tal como parece ter ocorrido com o Cruzador ARA *General Belgrano*, quando suspendeu de Ushuaia.

A princípios de maio, receberam alarmantes informes do ARA *São Luis* que davam conta de que os torpedos SST-4 não eram confiáveis, dado que tinham falhado os dois lançamentos efetuados contra unidades de superfície inimigas e um contra um possível submarino, sem que tivesse sido possível determinar a origem das falhas. Essas eram péssimas notícias para o ARA *Salta* já que além do problema dos ruídos devia agora inferir que iria combater o inimigo sem nenhuma perspectiva de êxito, como consequência do mau funcionamento dos torpedos.

Para tentar solucionar o problema, em 12 de maio de 1982, o COFUERSUB criou uma comissão especial, integrada por quatro Oficiais, presidida pelo próprio Salinas, para analisar e determinar as causas dos frustrados ataques do ARA *São Luis* e avaliar a confiabilidade do sistema de armas, devendo propor as medidas adequadas para colocar o sistema de armas em condições operativas. Em face dos limitados meios técnicos disponíveis e os termos impostos à comissão para efetuar sua avaliação, emitiu-se um relatório parcial depois de 72 horas, sem que fosse possível chegar a determinar-se, convincentemente, a origem das falhas. Constatou-se que, entre os expedientes reunidos, em dezembro de 1981 informou-se da existência de falhas de similar natureza às do ARA



*São Luis*, nos lançamentos de exercício realizados durante aquele ano naval. Decidiu-se esperar a chegada do ARA SÃO LUIS para poder contar com mais elementos e determinar a causa dos problemas.

Com a chegada do ARA *São Luis* a Porto Belgrano, em 19 de maio, depois de uma patrulha de 39 dias, na qual teve que permanecer 864 horas em imersão (equivalente a 36 dias) completou-se a análise da comissão, descartando o uso de torpedos similares aos embarcados nesse navio. Salinas recebeu a ordem de embarcar um novo tipo de torpedos SST-4 preparados na empresa argentina EDESA. Estes contavam com algumas melhoras em relação ao modelo anterior de origem alemã, mas ainda não tinham sido suficientemente testados.

O ARA *Salta* voltou a suspender em patrulha de guerra dia 21 de maio de 1982, com ordens de realizar testes de tiro, em trânsito para a zona de operações, para se assegurar a efetividade dos novos torpedos e verificar o funcionamento geral do sistema de armas do navio. Adicionalmente se fariam diversas provas e avaliações dos ruídos do casco do navio. Isso ocorreu 48 horas depois de que o ARA SÃO LUIS atracou, dada a necessidade de se manter, de forma contínua, um submarino em operações, evitando com isso que o inimigo descartasse a ameaça submarina. Para o lançamento do torpedo sobre um alvo predeterminado e convenientemente colocado perto da costa, foi destacado um grupo de observadores terrestres.

Em 23 de maio, às 14:00 horas, o ARA *Salta* chegou à área localizada na costa norte do Golfo Novo. Na manhã do dia seguinte tudo estava preparado para iniciar as provas de tiro com torpedos com cabeça de combate. Tratava-se do primeiro exercício dessas caracte-

rísticas realizado pela Armada Argentina em toda sua história. O navio navega a profundidade de periscópio e a baixa velocidade, com o propósito de efetuar o disparo em ótimas condições. Nem bem o torpedo deixasse o tubo, o Comandante tinha previsto levar o submarino para a cota de segurança, evitando assim que o torpedo pudesse procurar e destruir por engano o próprio submarino.

Às 09:13 horas se dá a ordem de fogo com o tubo Nº 7. O torpedo corre, dentro do tubo, por 1 minuto 15 segundos e em seguida se detém. Imediatamente depois do lançamento a voz do operador sonar dá o primeiro indício de alarme: “não escuto ruído de hélices!”

**“Um sentimento de frustração e impotência se espalha por todo navio.”**

Uma rápida verificação permite constatar que o torpedo não tinha abandonado o tubo. O Comandante consciente de que o êxito ou o fracasso da arma submarina repousa quase por inteiro no resultado daquelas provas decide, por sua própria iniciativa, efetuar um segundo lançamento.

Às 10:25 horas, a uma distância de 13.000 jardas do alvo, ele ordena lançar com o tubo Nº 1. Logo depois de uma corrida do torpedo, dentro do tubo, de 54 segundos, se produz idêntico resultado.

Um sentimento de frustração e impotência se espalha por todo navio. O saldo do exercício é: dois torpedos com cabeça de combate atizada, travados nos tubos de torpedos, com todos os riscos que isso implica. Apesar de ter sido tentada

a manobra prevista para desprender-se deles (inclinando o submarino 20 graus de ponta para baixo) os torpedos permaneciam nos tubos. O moderno *Salta* não dispõe de nenhum meio para expulsar os torpedos. Não havia a bordo um único sistema de ar comprimido para esse propósito, nem se podia descarregá-los do interior do casco do navio.

Depois de um dia cheio de sobressaltos, o Comandante decide manter-se em cota profunda, dentro do Golfo Novo, para que a tripulação pudesse descansar e relaxar um pouco, circunstância que foi aproveitada para servir o jantar. Aproximadamente às 20:28 horas se sentiu uma forte vibração, seguida de uma voz de alarme da seção de proa do navio. O torpedo preso no tubo Nº1 voltou a correr. Toda a tripulação passou a temer o pior, pois essa é a mais grave emergência imaginável para qualquer submarinista. Salinas ordena levar o navio a superfície, em emergência, para minimizar o risco da explosão da bateria do torpedo e, como medida preventiva, manda abrir as comportas dos tubos, pois teme que o torpedo abandone o tubo de um momento a outro. As hélices do torpedo param às 21:15 horas.

O Comandante informa o ocorrido ao COFUERSUB, que ordena retornar ao porto, interrompendo assim seu deslocamento para a zona de operações. O Comandante por razões de segurança decide manter os tubos alagados e com o propósito de minimizar os ruídos do casco de navio ordena fechar as comportas dos tubos. O trânsito de retorno para Porto Belgrano implicava, em si mesmo, um risco potencial para o navio, dado que os gases das baterias do torpedo podiam gerar uma explosão interna, com devastadoras conseqüências.

O ARA *Salta* atraca em 29 de maio designando-se o Capitão-de-Corveta Engenheiro Ernesto Conrad,

junto a outros dois homens, desativar e extrair do submarino os torpedos defeituosos. Enquanto se realiza a perigosa manobra ninguém permanece a bordo com exceção do grupo mencionado. Cumprida, com êxito, a tarefa os torpedos são submetidos a numerosos testes e o submarino a uma rigorosa inspeção, visando determinar as causas dos incidentes. A conclusão é que um dos sistemas de segurança não tinha sido desativado, por completo, impedindo assim a saída dos torpedos. O Comandante informou que o nível de ruídos e vibrações seguia sendo considerável, a tal ponto que interferia no sonar passivo em 100º dos 360º, em diversos setores.

Em 12 de junho, Salinas recebe a ordem de fazer-se ao mar novamente para continuar com os exercícios de tiro e avaliação de ruídos na zona do Golfo Novo. O dia 14 de junho (dia da rendição do Porto Argentino) surpreende o ARA SALTA navegando na zona preestabelecida, sem haver ainda podido efetuar os lançamentos programados.

Mesmo com o término das hostilidades, se decide seguir adiante com as provas, que se realizam no dia seguinte a tarde. O ARA *Salta* se dispôs a realizar seu terceiro lançamento de um torpedo com cabeça de combate, 23 dias depois do primeiro exercício nessas mesmas águas. O navio navega nas mesmas condições que nos lançamentos anteriores. O primeiro torpedo abandona o tubo N° 6, mas transcorridos 1 minuto e 41 segundos o operador do sonar perde todo contato com o mesmo. O Comandante ordena então cortar o cabo de guiagem e levar o submarino para a cota de segurança, devido ao problema na corrida do torpedo. Nunca mais se soube nada dele. Uma vez verificado todo o sistema de direção de tiro, o Comandante ordena efetuar um segundo lançamento com o tubo N°2. O torpedo saiu do tubo e

parecia comportar-se adequadamente até que se recebeu a indicação de "cabo cortado" a uma distância de 7.200 jardas do alvo.

Imediatamente se ordenou levar o submarino para cota profunda. Após dois minutos do corte do cabo se escutou uma ensurdecadora explosão, pelo través do submarino. O torpedo se encontrava a 5.500 jardas da costa (a metade do caminho entre o submarino e o alvo) muito perto da isóbata de 50 metros, quando explodiu sem nenhuma razão. Esta penosa experiência terminou por convencer ao alto comando naval de que os torpedos SST-4 e o sistema de armas em geral não eram operativos.

Entre os dias 17 e 18 de junho de 1982 o ARA *Salta* realizou os testes de ruídos. Para poder determinar com certa exatidão o nível de ruídos do submarino, se improvisou uma estação de escuta submarina, mediante o aproveitamento dos equipamentos de escuta submarina que se encontravam a bordo do navio oceanográfico *Austral* (CF SANTIALLÁN) e a ajuda de uma bóia. O submarino navegou em uma zona prefixada, a velocidades e profundidades variáveis, para medir sua assinatura acústica e determinar se a mesma era capaz de delatar a presença do submarino.

Mas é a manhã de 19 de junho que Salinas mantém mais fresca em sua memória, pois foi nesse dia que, por uns instantes, teve no seu periscópio a imagem da "grande baleia branca", apelido com que os britânicos batizaram afetuosamente o gigantesco transatlântico *Canberra* (Capitão D.J. Scott Masson) de 44.807 toneladas.

Este navio havia suspenso de Southampton, convertido em transporte de tropas. Adicionalmente havia sido equipado com duas cobertas de vôo para operar

com helicópteros e um sistema para permitir a transferência de combustível em alto mar. Embora o Comandante do ARA *Salta* ignorasse, o *Canberra* navegava lotado de prisioneiros de guerra argentinos (4167, incluindo feridos), ansiosos para serem repatriados a seus lares, depois das dilaceradoras vivências do combate. Depois de cumprir esta tarefa humanitária em Porto Madryn, o *Canberra* suspendeu de retorno ao Port William (Ilhas Malvinas).

Concluída a navegação, o Capitão Salinas foi desembarcado e voltou a seu destino anterior (Casa Militar) onde assumiu novamente suas funções de Ajudante Naval do Presidente, até o final do mandato do General BIGNONE (último presidente de fato).

Parece inegável, tal como aconteceu com o ARA *São Luis*, que se o ARA *Salta* tivesse operado na área das MALVINAS, seu defeituoso sistema de armas o teria privado de infligir dano algum ao inimigo. A falta de adestramento com torpedos de combate, nos anos prévios ao conflito, impediu que fossem detectados e corrigidos, a tempo, as falhas nos sistemas vitais dos submarinos, impedindo que a Força de Submarinos concretizasse seu primeiro ataque bem-sucedido contra a frota de superfície Britânica. Esta desvantagem contribuiu significativamente para que a Royal Navy pudesse obter, com êxito, o controle do mar na zona de operações, controle que reteve até o final do conflito.

Nossa Força de Submarinos se viu assim envolvida numa corrida contra o tempo para solucionar uma multiplicidade de problemas logísticos e de operações de grande complexidade. Um desafio técnico nunca antes encarado pelas autoridades navais argentinas, que tinham relegado ao submarino um papel secundário. A rendição de nossas

tropas em 14 de junho evitou que se pudessem obter resultados positivos em curto prazo.

Outro elemento decisivo, que contribuiu para a impossibilidade de prever adequados planos, foi não contar com aviso prévio do início da "Operação Azul" (hoje conhecida como ROSÁRIO), fato que incidiu negativamente na preparação da Força de Submarinos para a iminente campanha militar. Se a isso somarmos que o Comitê Militar impediu o Vice-Almirante J.J. LOMBARDO de utilizar a vantagem tática que só a arma submarina era capaz de obter para a frota Argentina, atacando o inimigo onde aquele menos o esperava, é fácil imaginar o porquê do resultado final do conflito. Somente a partir de 28 de abril os submarinos argentinos foram autorizados pelo Comitê Militar a atuar ofensivamente, como consequência direta do ataque inglês às Geórgias do Sul.

Não obstante, a circunstância de que os submarinos diesel elétricos "crioulos" pudessem operar discretamente em águas controladas pelo inimigo, que dispunha de uma força naval superior, com plataformas anti-submarinos de última geração, constitui, em si mesmo, um mérito inegável dos submarinistas argentinos. As peritas forças anti-submarinos britânicas (que naquele tempo realizavam 70% das patrulhas anti-submarinos da Aliança Atlântica) receberam esta inesperada lição, ao mostrar-se impotentes para neutralizar essa ameaça, que como se sabe, se reduziu a um único submarino convencional, o ARA São Luis. Dez anos depois de concluído o conflito, o Comandante da dita unidade, ainda decepcionado pelos pobres resultados obtidos declarou a uma revista:

- "eu da guerra me inteirei pelo rádio".

## Mergulho na História



O NSS "Gastão Moutinho" foi o primeiro navio da Marinha especialmente configurado para a missão de realizar o salvamento de pessoal de submarino sinistrado e impossibilitado de vir à superfície. Era dotado de câmara de salvamento (sino), de equipamentos e de pessoal qualificado em mergulho a hélio-oxigênio (grande profundidade).

Marco Polo A. C. de Souza em "Nossos Submarinos"

Paulo Vinícius Correia Rodrigues Júnior é Capitão-de-Mar-e-Guerra, Submarinista, atual Comandante do NVe "Cisne Branco"



Há mais de 30 anos participando do crescimento do Poder Naval Brasileiro

Submarinos Classe "Tupi"

Corvetas Classe "Inhaúma"

Navios Varredores Classe "Aratu"

FILIAL  
RIO DE JANEIRO  
Praia de Botafogo, 440 - 9º andar  
22250-040 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil  
Tel. 021-2537-9020  
Telefax 021-2537-8774

# Casco 116: Submarino Timbira primeiro ciclo operativo

CT Hélio Moreira Branco Júnior

Como a vida imita a arte, e estando em voga trilogias e séries que narram a saga de heróis, ousou lançar, mesmo sem autorização, o “segundo volume” da saga do Submarino Timbira, iniciada com o texto do então CT RALPH DIAS, publicado no “O Periscópio N° 052”, sobre a construção e incorporação do casco 116, narrando então toda a complexidade de comissionar um meio naval de tão irrefutável importância para a nossa Marinha.

Desde de sua incorporação até hoje, muito aconteceu: dias de mar, horas de imersão, períodos de manutenção, fainas diversas, enfim...vivemos realmente um período operativo. Credencio-me a dissertar acerca de algumas lembranças e sentimentos, pois vivi muitos dias de mar nesse grande barco, sou parte também da alma desse guerreiro de aço.

A cada “detalhe especial para o mar” disseminado, sabíamos que nunca seria igual ao anterior, pois o mar nos reserva, a cada dia, novas experiências e desafios, um novo capítulo na nossa história; história desses “argonautas” modernos, briosos e destemidos, que se fazem ao mar com amor e vocação imensuráveis, com os quais conseguem superar

as intempéries de toda sorte, bem como reverenciar a bonança, quando ela nos sorri.

Fazendo-se soar o alarme de imersão do “Timbira” (sendo o único que conheço como submarinista), decerto o âmago de “ser marinheiro até debaixo d’água” se tornava então latente e eminente, consumava-se a nossa melhor realidade: “mergulhar, mergulhar !!!”. Tínhamos em nós uma ímpar emoção em sê-lo, emoção esta que busco na definição da palavra herói *“homem extraordinário pelos seus feitos guerreiros, pelo seu valor ou magnanimidade”* algum significado afim. Éramos e nos sentíamos então: heróis, sem permitir que a soberba nos cortejasse.

Sem esquecer as inúmeras vezes que Equipe de Ataque foi guarnecida, cada qual, singular; pois tínhamos a certeza que cada caçada não seria uma reedição da anterior, e ao longo desses anos aprendemos com cada “Oficial de Aproximação” que nos conduzira, que um feliz resultado anterior conotaria apenas na responsabilidade em fazer um novo ataque com profissionalismo e denuedo, dos quais fui testemunha e aprendiz. Não nos era permitido tergiversar, formávamos uma equipe capaz e

resoluta; sempre pronta e sob a regência de todos os Comandantes, fomos sempre desafiadores e ousados. Afinal ao longo deste ciclo operativo o Submarino Timbira se fez um **“predador por natureza”**, bem alicerçado no excelso valor de sua tripulação.

Muitas histórias de Praça d’Armas, muitos momentos felizes e, certamente, com algumas dificuldades e alguns mares bravios que vieram intempestivos, dignificando assim a nossa singradura, fazendo o nosso cotidiano sobreceleste.

Trago comigo estas lembranças e, também, o que considero de mais caro: o aprendizado colhido. Pois nasci “caseano” no “Timbira”, aonde também fui Oficial qualificando, bem como ali, ainda, realizei minha prova de mar. Formei-me submarinista e o “TIBA” continuou a ser o meu lar. Convivi com grandes homens e profissionais e cada “belo amigo” certamente me ajudou a forjar a minha alma de submarinista. Tive a honra e privilégio de ser comandando por todos os seus Comandantes, da incorporação até hoje. Desta minha vivência colhi e reuni algumas frases, inéditas ou não, tais como: *“estuda que Deus ajuda”*; *“não pega abso-*

lutamente nada"; "se melhorar vira festa" e "tudo contribui para o bem daqueles que amam a Deus", frases estas que aglutinadas e analisadas como um todo espelham o meu maior aprendizado, nestes termos:

***Devotando-se à profissão com seriedade, estudando para se aprimorar continuamente, buscando os verdadeiros valores morais, sob a égide de Deus, não seremos surpreendidos, não "pegará" nada, em absoluto, então teremos sempre um***

***ambiente de camaradagem e profissionalismo, profuso de motivos para serem celebrados todos os dias.***

Na fé que tenho na sua grandeza "velho TIBA", busquei ainda em Fernando Pessoa uma "sugestão", que reflete um pouco do que habita a alma de cada um que agregou, e ainda agrega, com um pouco de si, a alma do nosso TIMBIRA:

"Para ser grande: sê inteiro  
Nada teu exagera ou  
exclui.

Sê todo, em cada coisa

Põe quanto és no mínimo  
que fazes

Assim em cada lago a lua  
toda brilha, porque alta vive"

Que este capítulo não seja o epílogo da nobre derrota do nosso "Timbira", mas somente um desejo que ecoa forte, de um breve retorno, modernizado e revigorado, singrando novamente os mares...aonde sempre será: ***"predador por natureza"***.

Hélio Moreira Branco Júnior é Capitão-Tenente, Submarinista, serve atualmente no Submarino Timbira.



**Tecnologia Naval para Produtos e Serviços de Qualidade**

Construção e reparo de meios navais, integração de sistemas de combate, fabricação de munição de médio e grosso calibres, sistemas digitais, guerra eletrônica e apoio logístico integrado.

**Naval Technology Applied to Quality Products and Services**

Naval Shipbuilding and Repair, Systems Integration, Ammunition Production of Medium and High Calibers, Digital Systems, Electronic Warfare, Integrated Logistic Support.

Empresa Gerencial de Projetos Navais - Edifício 8 do AMRJ - 3º andar - Ilha das Cobras  
Cep.: 20091-100 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - Tels.: (21) 2253-4090 / 3849-6855 / 2253-6669  
Fax: (21) 2233-5142 - E-mail: emgepron@emgepron.mil.br Site: www.emgepron.mil.br

**EMGEPRON**  
EMPRESA GERENCIAL DE PROJETOS NAVAIS

AG Comunicação Visual

# Engenharia Simultânea e sua Aplicação na Indústria Naval

CF (EN) Carlos Luiz Pimentel  
Oscar Brito Augusto

## Introdução

A globalização tem elevado sobremaneira o nível de competição entre as empresas, forçando-as a lançar novos produtos em intervalos cada vez menores.

Desta maneira, torna-se uma questão de sobrevivência a redução do tempo gasto no ciclo de desenvolvimento de novos produtos, acrescentando ainda a necessidade de produzi-los com elevada qualidade, dentro de padrões internacionais e com drástica redução de custo.

A indústria naval se insere nesse contexto de alta competitividade, tendo um mercado atualmente dominado pelos países asiáticos, que produzem com rapidez, qualidade e baixo custo, quando comparados com o restante do mundo.

Os sistemas navais caracterizam-se por necessitarem, em geral, de longos ciclos de desenvolvimento. O ciclo de desenvolvimento ou projeto é, seguramente, um dos mais importantes, se não o mais importante, determinante (*driver*) do custo final de um sistema.

A filosofia da Engenharia Simultânea, com seus objetivos de redução do ciclo de desenvolvimento, garantia da qualidade e diminuição do custo final, dentre outras teorias, surge como uma alternativa para a indústria de construção

naval do mundo ocidental, que busca competir com os países asiáticos pelas encomendas que nos últimos anos têm crescido, devido ao incremento do comércio internacional, como também devido a expansão da área de *offshore*.

## Definição de Engenharia Simultânea

Engenharia Simultânea (ES), ou mais modernamente, Desenvolvimento Integrado de Produto e Processo (*Integrated Product and Process Development - IPPD*) é uma filosofia que na verdade envolve mais do que Engenharia. No início o objetivo era o projeto simultâneo do produto e dos respectivos processos de manufatura. O objetivo cresceu passando a incluir todas as

etapas do ciclo de vida do produto, desde a sua concepção até a sua retirada de serviço, sua destinação final, após transcorrido seu período de vida útil.

Assim como o *Just-in-Time*, a Engenharia Simultânea é uma filosofia e não uma tecnologia. Engenharia Simultânea usa tecnologia para atingir seus objetivos.

O principal objetivo da Engenharia Simultânea ou Desenvolvimento Integrado de Produto e Processo é a diminuição do tempo desde o pedido até a entrega, para um novo produto, com custo mais baixo e maior qualidade. Isto é alcançado através do desenvolvimento paralelo, ao invés de seqüencial, das diferentes etapas que compõem o Projeto do Produto, com o

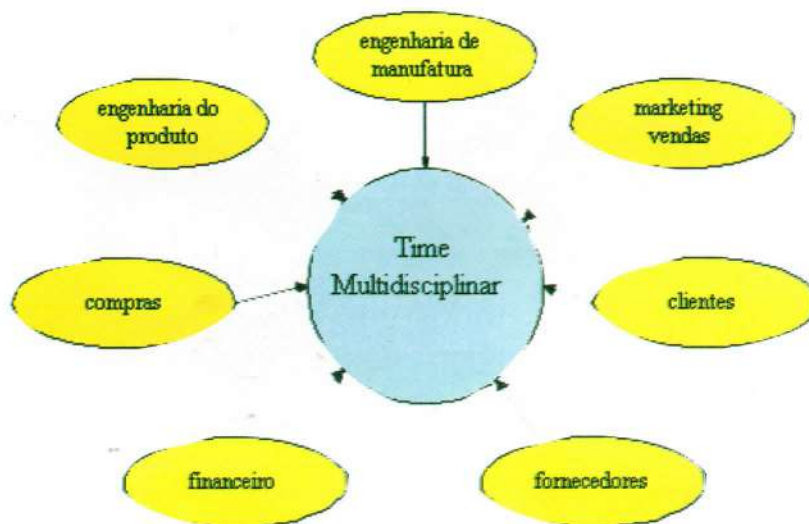


Figura 1 - Composição de um time de desenvolvimento multidisciplinar baseada em Syan (1994)



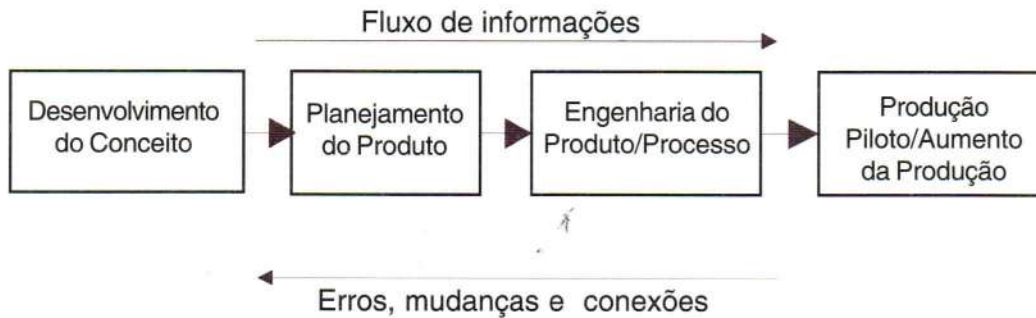


Figura 2 - Exemplo de desenvolvimento sequencial de produtos

emprego de times ou equipes multidisciplinares (*cross-functional teams*). Segundo Syan (1994), estes times devem conter pessoas de vários departamentos da empresa, como mostrado na figura 1, incluindo os principais fornecedores e clientes.

Entre as várias definições de Engenharia Simultânea pode-se citar a do "Institute of Defense Analysis" (IDA) dos E.U.A.:

"Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o projeto integrado e concorrente de produtos e de seus processos relacionados, incluindo manufatura e suporte. Esta abordagem intenciona provocar que os desenvolvedores, desde o início, considerem todos os elementos envolvidos no ciclo de vida do produto desde a sua concepção até o seu descarte, ao fim de sua vida útil, incluindo qualidade, custo, prazos e os requisitos dos clientes".

A definição do *Concurrent Engineering Research Center* (CERC) é:

"Engenharia Simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento integrado de um produto e os processos relacionados, que enfatiza a responsabilidade para com as expectativas do

consumidor e incorpora os valores de cooperação dos times, confiança e compartilhamento, de uma maneira tal que a tomada de decisões se processa com largos intervalos de trabalho paralelo, englobando todas as perspectivas do ciclo de vida do produto, de uma maneira sincronizada, por meio de diálogo para obtenção de consenso".

Como visto acima, idealmente, a Engenharia Simultânea envolve todos os participantes no desenvolvimento do produto, incluindo o cliente e os fornecedores, em um ambiente de time, desde o início e ao longo do projeto do produto e dos processos relacionados.

Conceitos básicos da Engenharia Simultânea já eram aplicados por empresas

ocidentais no início dos anos 80, no entanto, a primeira definição formal, apresentada acima, surgiu com o trabalho de Winner et al. (1988). A abordagem tem sido usada por muitas companhias, em vários países. A experiência tem mostrado, que, se aplicada de maneira adequada levará ao atingimento dos objetivos citados nas definições acima.

### Método tradicional (seqüencial) de desenvolvimento de produtos versus a abordagem de Engenharia Simultânea

O processo tradicional ou seqüencial de desenvolvimento de produtos, também conhecido pela expressão em inglês "over the fence" ou "over the wall", que significa "sobre a cerca" ou "sobre o muro", é

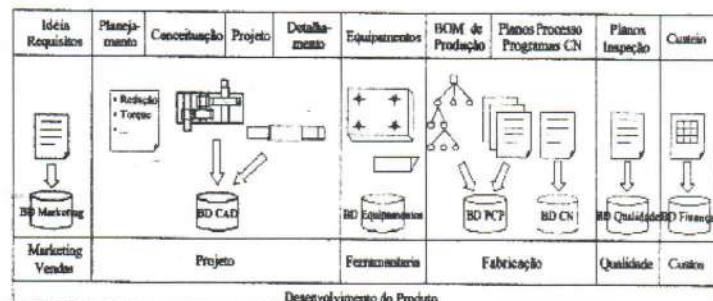


Figura 3 - Fragmentação dos dados de produto no desenvolvimento sequencial

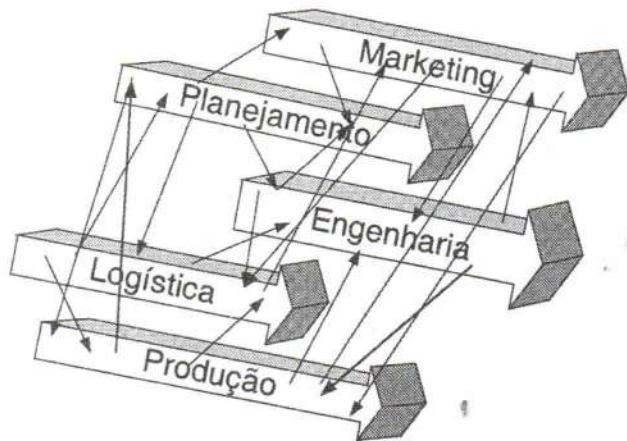


Figura 4 - Desenvolvimento Simultâneo (paralelo e integrado) do produto

baseado na organização departamental, o que não favorece a integração entre as unidades funcionais, uma vez que cada departamento ou setor responsável por determinada etapa do projeto, trabalhando estanque ou independente dos demais, tende a preocupar-se somente com suas atividades específicas, e não existe um responsável pelo desenvolvimento como um todo. A figura 2 apresenta um exemplo de desenvolvimento seqüencial.

As etapas de desenvolvimento mostradas na figura 2 são apresentadas à seguir: as duas primeiras fases – desenvolvimento do conceito e planejamento do produto – incluem informações sobre oportunidades de mercado, possibilidades técnicas e requisitos da produção que devem ser combinados para se definir a arquitetura do novo produto. Isto inclui seu projeto conceitual, mercado alvo, necessidades em investimentos e viabilidade econômica. Para a aprovação do programa de desenvolvimento do produto, o conceito deve ser validado através de testes e discussão com potenciais clientes.

Uma vez aprovado, o projeto entra na fase detalhamento da engenharia de produto e processo. Esta fase envolve o desenvolvimento do projeto, a construção de protótipos e o desenvolvimento de ferramentas e equipamentos a serem utilizados na produção em larga escala. O detalhamento de engenharia envolve o ciclo “projetar – construir – testar”. Os produtos e processos gerados no conceito são incorporados em um “modelo de trabalho”, que é submetido a testes que simulam o produto em uso. Caso ocorram problemas, alterações

são buscadas e implementadas de modo a melhorar o projeto, e o ciclo “projetar – construir – testar” é repetido, até atingir a maturidade necessária para início da produção piloto. A conclusão desta fase de detalhamento da engenharia é marcada pela liberação da versão final, que indica que o projeto está pronto para iniciar uma produção piloto.

Na fase de produção piloto, os componentes individuais são construídos e testados os meios de produção. Durante esta fase, são produzidas muitas unidades do produto com o objetivo de testar os planos de processo nos níveis de produção comercial. A conclusão desta fase indica que todo o ferramental e equipamentos estão prontos, incluindo os fornecedores de peças/equipamentos, estando assim o produto pronto para início da produção comercial.

A fase final do desenvolvimento é o aumento da produção. Isso envolve o refinamento do processo de produção, que deve ser testado para operar com um alto nível de produção. Nesse momento, a empresa inicia a produção em



Figura 5 - Custo das alterações de projeto

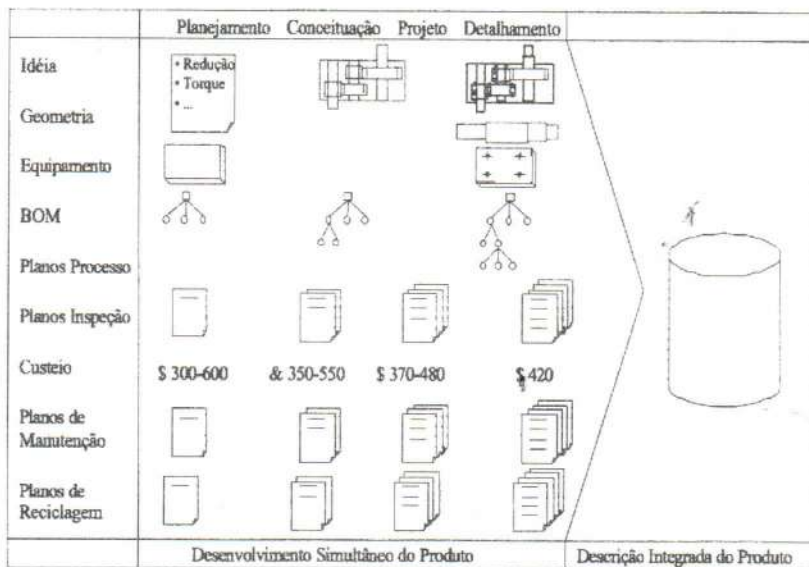


Figura 6 - Integração dos dados do produto para apoiar a Engenharia Simultânea

um nível relativamente baixo, e assim que a organização e seus fornecedores desenvolvem confiança em sua capacidade de produção e comercialização, vai-se aumentando seu volume até atingir as metas planejadas de produção, custo e qualidade.

Um departamento ao executar a etapa que lhe corresponde, "passa adiante", ou "joga sobre a cerca ou muro" (*over the wall*), para o próximo departamento, os documentos e/ou desenhos gerados, para que seja dada continuidade aos mesmos.

O início de uma etapa está condicionado à conclusão de uma etapa anterior, tendo como consequência o fato de que qualquer problema encontrado em alguma etapa do projeto, irá provocar um retorno à etapas anteriores, ocasionando atrasos na conclusão do projeto.

As diferentes visões descritivas, utilizadas pelas várias unidades organizacionais envolvidas no desenvolvimento, resultam em bases de dados independentes, separadas em

vários sistemas e plataformas de *hardware*, conforme apresentado na figura 3.

A descrição geométrica do produto, por exemplo, é armazenada na base de dados do sistema CAD, enquanto que a estrutura de produto e os planos de processo macro, gerados em uma fase posterior, são armazenados na base de dados do sistema de planejamento da produção (figura 3).

A abordagem da Engenharia Simultânea é focada em três preocupações: a integração antecipada e coordenada entre as áreas de conhecimento relevantes ao desenvolvimento de produtos, organização da equipe sob o prisma de multidisciplinaridade e dedicação integral ao projeto e enfoque sobre as necessidades do cliente. Esta abordagem busca alcançar os seguintes objetivos: menor tempo de desenvolvimento do produto; menor custo e aumento da qualidade do produto final.

O paralelismo (simultaneidade) na execução das

etapas de desenvolvimento de produtos ocupa uma posição de destaque no contexto da Engenharia Simultânea, uma vez que é fundamental na redução do ciclo de desenvolvimento de produtos, reduzindo desta maneira o *time-to-market* (tempo transcorrido desde a detecção da necessidade até a introdução de um novo produto no mercado), o que constitui uma importante vantagem competitiva. Para tal é vital que haja a integração entre áreas de conhecimento, mediante a constituição de equipes multidisciplinares (figura 1).

O paralelismo (simultaneidade), bem como a integração, entre as diversas áreas envolvidas nas etapas de desenvolvimento são representados na figura 4.

A estratégia de simultaneidade, com o emprego de equipes multidisciplinares, fornece uma oportunidade para tratar antecipadamente, no processo de desenvolvimento, de fontes de conflitos entre agentes do desenvolvimento, que representam os pontos de vista de diferentes áreas: projeto do produto, marketing, fabricação, logística, operação, etc.

O custo tende a ser reduzido sobremaneira, principalmente devido à participação do pessoal de produção nas equipes multidisciplinares, desde o início do desenvolvimento de modo que, participando no desenvolvimento, contribuem para que, quando da fabricação, não seja detectada a necessidade de correções no projeto (reprojetos), que ocasionam não só atrasos no lançamento de produtos, que representam elevado custo em um mercado competitivo, como

também evitam os elevados custos que representam as alterações de projeto, que aumentam drasticamente à medida que o projeto se aproxima da etapa de produção, pois quanto mais próximo desta etapa, maior é a quantidade de itens integrados, e conseqüentemente maior é a quantidade de interfaces que necessitam de revisão em função de alterações a serem introduzidas.

A figura 5 apresenta o custo de alterações ao longo do desenvolvimento, comparando a abordagem de desenvolvimento serial e a abordagem de Engenharia Simultânea.

A figura 5 mostra que a Engenharia Simultânea, com o emprego das equipes multidisciplinares de projeto, busca concentrar o maior número de alterações na etapa de concepção, onde o custo é muito baixo, ao contrário da abordagem tradicional (serial), que concentra elevado número de alterações na etapa de desenvolvimento de produto e de processo, quando o custo é bem mais elevado. A abordagem tradicional apresenta ainda grande número de alterações na fase de produção/operação, onde o custo é extremamente alto, ao contrário da ES que apresenta

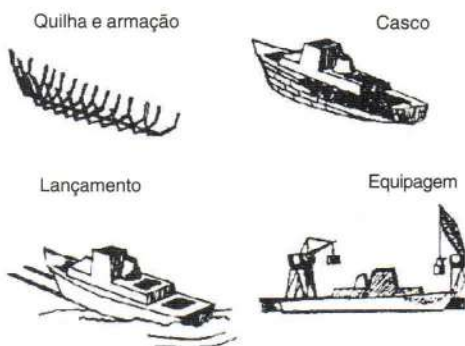


Figura 7 - Processo tradicional de construção

Tabela I – Resultados obtidos pela implementação da Engenharia Simultânea

Tempo de Desenvolvimento do Projeto	30% - 70%	Redução
Alterações de Projeto e Retrabalho	65% - 90%	Redução
Tempo de Lançamento de Produto	20% - 90%	Redução
Qualidade Total do Produto	200% - 600%	Melhoria
Produtividade	20% - 110%	Melhoria
Retorno sobre Vendas (dollar sales)	5% - 50%	Melhoria

número bastante reduzido de alterações nesta etapa.

A participação do cliente (armador na indústria naval) nas equipes multidisciplinares, desde o início, é importante na medida em que permite um perfeito entendimento, por parte da equipe multidisciplinar, dos requisitos que o produto deve satisfazer, bem como o cliente pode ser assessorado com relação a requisitos conflitantes, que possam trazer como conseqüência degradação na operação do produto final, ocasionando insatisfação por parte do mesmo. Deste modo, esse entendimento provoca, desde o início, um desenvolvimento contínuo, sob uma estrutura sólida (requisitos do produto), perfeitamente compreendida e edificada à "quatro mãos".

Na aplicação da Engenharia Simultânea é fundamental que as equipes multidisciplinares de projeto "ataquem" todos os aspectos do desenvolvimento de forma paralela e concorrente, em contraste com o processo tradicional (*over the wall*), resultando com isso na necessidade imperiosa de maior integração entre os dados do produto. Tais informações devem estar localizadas em uma base de dados única, conforme mostrado na figura 6, ao invés de se encontrarem

fragmentadas, como no caso do desenvolvimento seqüencial (mostrado na figura 3).

A integração das informações do produto, mostrada na figura 6, permite que todos os membros da equipe tenham acesso a informações atualizadas e comuns a todos, facilitando o processo decisório e diminuindo os riscos de decisões baseadas em informações desatualizadas.

A abordagem da Engenharia Simultânea conduz a melhores projetos, que buscam atender perfeitamente os requisitos dos clientes (armadores na indústria naval), com aumento da qualidade e da confiabilidade, além de propiciar à alta gerência e aos gerentes de projeto um melhor controle dos custos envolvidos.

Estas vantagens podem ser quantificadas com os dados constantes da tabela I.

### Engenharia Simultânea na Indústria Naval

O projeto de um sistema naval (navio ou plataforma oceânica) caracteriza-se por longos ciclos de desenvolvimento e de construção ("produção"). Embora a utilização de dados de "navios semelhantes" seja uma metodologia extensivamente utilizada nas fases iniciais de projeto, contribuindo para

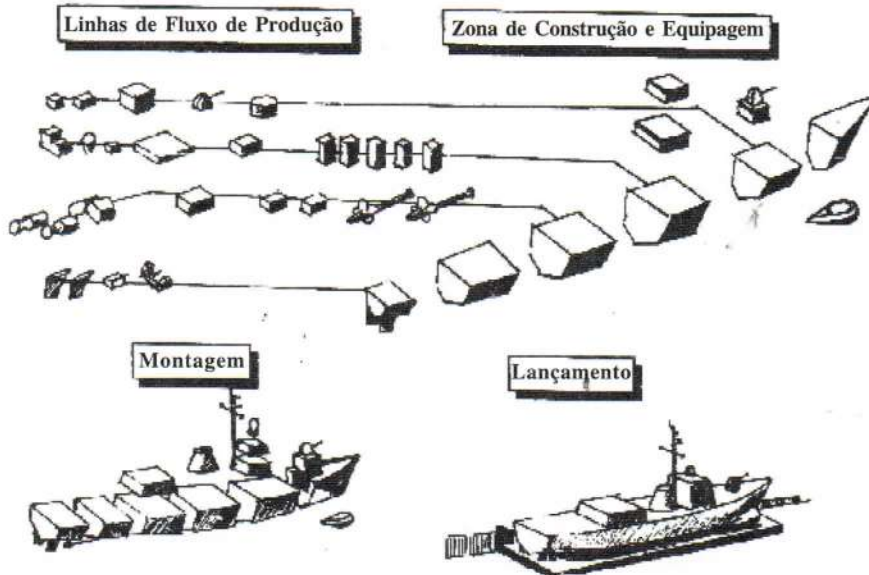


Figura 8 - Processo Moderno de Produção

reduzir o ciclo de desenvolvimento, é na fase de detalhamento, que antecede a construção, que ocorre uma grande quantidade de consumo de tempo dentro do ciclo de projeto, devido a grande quantidade, dimensões e complexidade de subsistemas, como por exemplo uma praça de máquinas, que compõem os sistemas navais.

A etapa de construção passou por um importante desenvolvimento, que foi a introdução da construção modular, onde o navio é dividido por blocos ou seções, ocorrendo a construção e montagem de equipamentos, sistemas e itens, em cada bloco

(*outfitting*), de maneira totalmente independente dos demais, permitindo diminuição sensível do tempo de construção e flexibilidade à produção do estaleiro.

As figuras 7 e 8 exemplificam o processo tradicional de construção e o processo moderno de "produção" de navios.

Tendo a etapa de construção sido desenvolvida, com a introdução da construção modular, resta ainda a busca de redução do ciclo de desenvolvimento (projeto), sendo então o emprego da ES um meio de atingir tal objetivo.

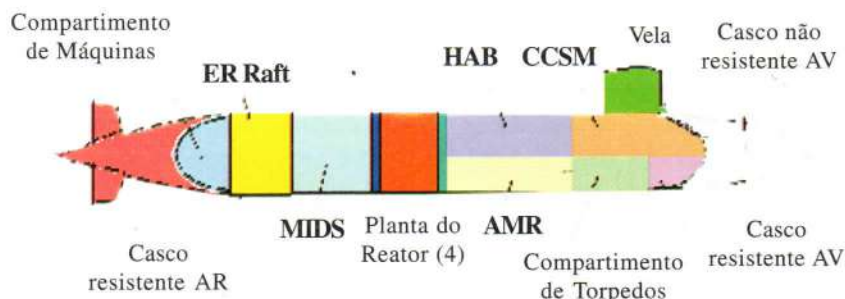


Figura 9 - Quinze equipes multidisciplinares de grandes áreas

A ES não só contribui para a redução do ciclo de projeto como certamente o seu emprego resulta em uma redução ainda maior do ciclo de construção, pois, como citado anteriormente, a utilização de equipes multidisciplinares de projeto, com a participação, fundamental, de pessoal da produção, resultará em projetos com uma grande redução da necessidade de alterações detectadas, em geral, na etapa de construção e que provocam reprojeto que, por sua vez, levam a atrasos e altos custos.

A ES, como citado anteriormente, utiliza tecnologias (ferramentas) para alcançar seus objetivos, como por exemplo: CAD, CAE, CAM, PDM, simulação e 3D Product Model.

O 3D Product Model é responsável pela integração das informações do produto, conforme mostrado na figura 6, servindo como único banco de dados para a o emprego de CAD, CAE, CAM, simulação e concentrando ainda todas as informações logísticas do projeto. Deste modo todos os integrantes das equipes multidisciplinares têm acesso e usam as mesmas informações, evitando uso de informações desatualizadas, que concorrem para erros e atrasos no projeto. O controle de todas as informações do Product Model é realizada através de softwares do tipo PDM (Product Data Management).

### Exemplo de aplicação da Engenharia Simultânea na Indústria Naval

A necessidade do pós guerra-fria de reduzir drasticamente o custo de seus submarinos nucleares levou a Marinha norte-americana e

estaleiro americano *Electric Boat* a buscar uma maneira de torná-los viáveis. O estaleiro *Electric Boat* reconheceu que os custos de construção e de operação são quase totalmente determinados durante o desenvolvimento. Com isso o estaleiro, com total apoio e participação da Marinha, decidiu empregar a ES no programa da mais nova classe de submarinos nucleares de ataque dos E.U.A, cujo primeiro navio, "Virginia", será lançado em 2004.

A meta de custo para a classe "Virginia" é de que os navios tenham custo igual ou inferior à classe 688I, anterior a classe "Seawolf", que atualmente é o mais moderno submarino da Marinha norte-americana. Esta meta de redução de custo, no entanto, não foi acompanhada de degradação dos principais requisitos de projeto já que, por exemplo, foram mantidos para o "Virginia" os requisitos de assinatura acústica, extremamente rigorosos, do "Seawolf", o que tornou bem mais difícil a tarefa de projetar o navio.

Para a execução do projeto, o navio foi dividido em quinze grandes áreas contíguas, cada qual com uma equipe multidisciplinar de projeto, conforme mostrado na figura 9.

Cada equipe multidisciplinar possui representantes da Marinha (cliente) e do estaleiro, sendo composta de engenheiros, projetistas, fornecedores, representantes da área de logística e responsáveis pelo controle de custo. Dentre os projetistas encontram-se operadores de CAD para

arranjo, redes, estruturas, eletricidade, e mecânica.

A estrutura organizacional adotada para o projeto foi a matricial, sendo que as decisões acerca do projeto couberam às equipes multidisciplinares, que possuem total autoridade e liberdade para a tomada de decisão (*empowerment*). A tomada de decisão saiu da esfera dos departamentos funcionais, que a detinham no processo tradicional, cabendo aos mesmos, na abordagem de ES adotada, fornecer mão-de-obra especializada para as equipes multidisciplinares, bem como executar o que foi decidido pelas equipes. Há de se ressaltar que tal mudança além de partir da alta administração do estaleiro, com apoio da Marinha, teve permanentemente o total apoio da mesma.

Alguns resultados, referentes ao programa, são mostrados a seguir.

O projeto do "Virginia" está sendo completado e a construção está avançando com poucos problemas. A figura 10 mostra a situação atual do

projeto, com dados de 2002, em relação ao que foi planejado. A Marinha afirma que a curva apresentada na figura, mostrando tão pequena distorção em relação ao planejado em 1993, nunca havia sido vista em um programa de um submarino antes do "Virginia."

É importante que seja salientado que os desenhos prontificados, representados pela curva da figura 10, são muito mais completos, possuindo mais dados, e necessitaram de muito menos revisões do que aqueles produzidos para o "Seawolf" (submarino mais moderno em operação atualmente).

A figura 11 mostra que no projeto do "Virginia", apesar de serem produzidos mais desenhos que no projeto do "Seawolf", a prontificação dos mesmos, em relação ao início da construção (marco 0) ocorreu, em média, 2.5 anos antes do que no projeto do "Seawolf", sendo que em fevereiro de 2002 já havia sido concluído 99.1% do total, aproximadamente 3.5 anos

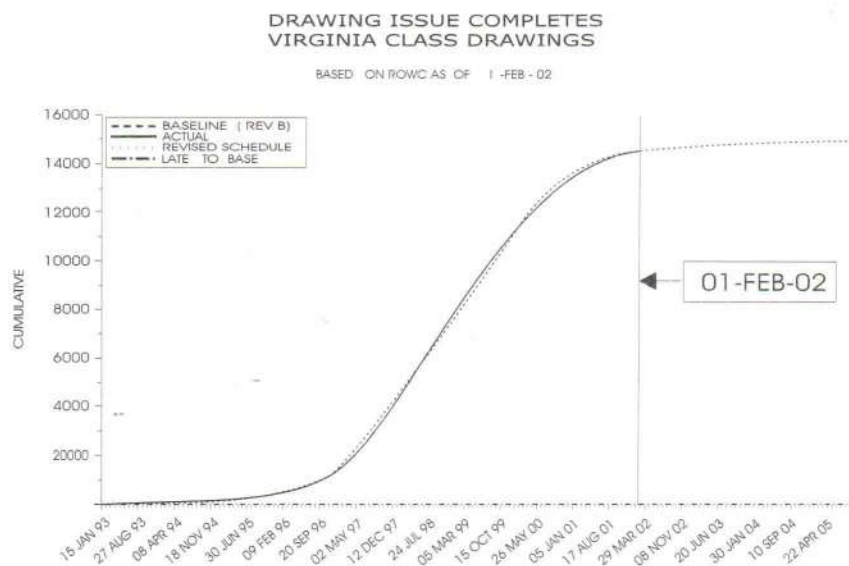


Figura 10 - Situação atual do Projeto x Planejado

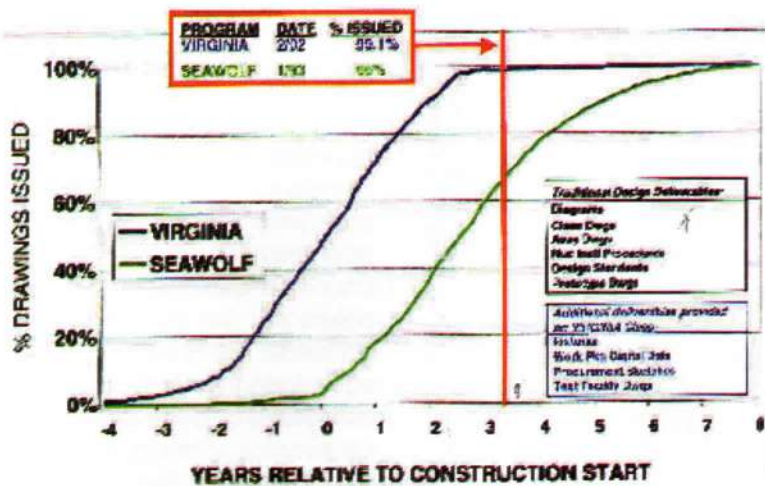


Figura 11 - Planos e Desenhos

ntes do "Seawolf" atingir a mesma marca.

O número de homens-hora (HH) necessário para construir o "Virgínia", primeiro navio da classe, foi reduzido em 40%, em relação ao "Seawolf".

Os problemas identificados durante a construção têm sido em número bem menor e muito menos sérios do que no caso do "Seawolf". A figura 12 mostra que em janeiro de 2002, 3.2 anos após o início da construção, haviam sido

identificados 5.300 problemas. Com uma fração da quantidade de HH requerida para a construção, o navio já havia alcançado quase 70% do total. O "Seawolf" não alcançou o mesmo nível antes de quase seis anos. Nesse estágio da obra os construtores do "Seawolf" já haviam identificado aproximadamente 53.700 problemas. Deste modo, a redução de erros, em estágio equivalente da construção, é de aproximadamente 90%.

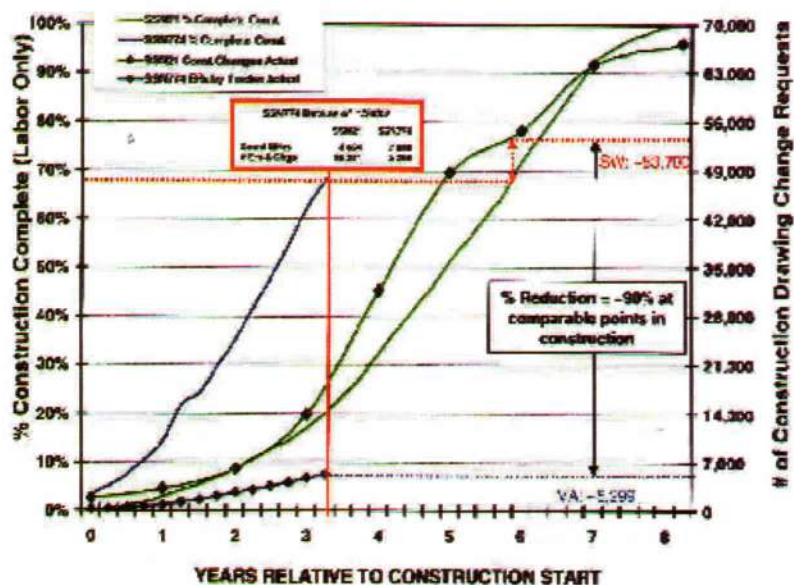


Figura 12 - Problemas durante a construção: Virgínia x Seawolf

A implantação da ES possibilitou um projeto muito mais maduro que proveu suporte à construção. A figura 13 mostra que 50% do projeto do "Virgínia" já havia sido completado quando do início da construção, comparado com 5.6% do "Seawolf" e 1.6% do "Ohio" (submarino lançador de mísseis balísticos). A pior projeção para o número de alterações de projeto, detectadas durante a construção, para o "Virgínia" é de apenas 30% do total do "Seawolf" e 36% do total do "Ohio".

Uma das conseqüências fundamentais da ES é que, com o desenvolvimento integrado do produto e processo (construção), através do emprego das equipes multidisciplinares, o projeto é concebido e conduzido de tal maneira que poucas alterações ocorram nas etapas finais do mesmo (maturidade), permitindo que os requisitos de projeto, bem como o contrato para construção, sofram um número extremamente pequeno de alterações ao longo do ciclo de desenvolvimento e construção, o que certamente conduz à redução de custos. A figura 14 mostra que projeções pessimistas em relação ao número de alterações contratuais para o "Virgínia" são da ordem de 12% das alterações contratuais do "Seawolf" e apenas 0.46% das do "Ohio".

## Conclusão

Os dados recentes (2002), apresentados acima, acerca da implantação da Engenharia Simultânea no projeto da mais nova classe de submarino nuclear da Marinha norte-americana, mostram claramente

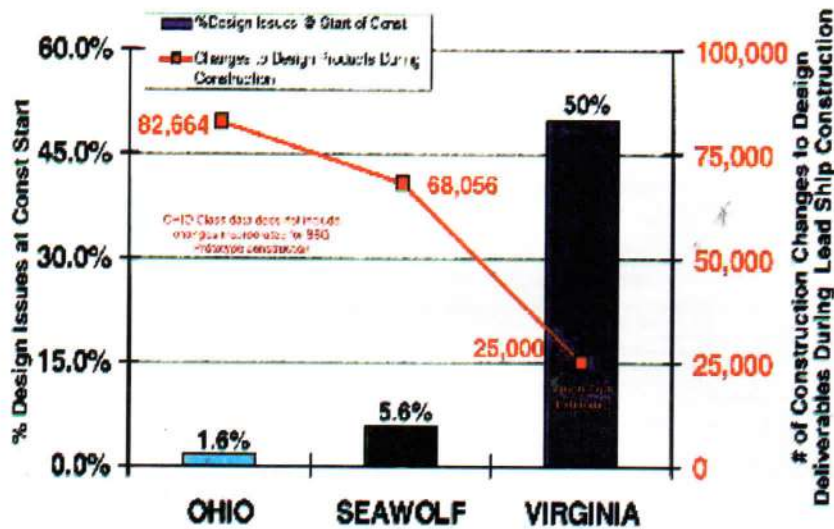


Figura 13 - Maturidade do Projeto

que a ES tem sido fundamental no sucesso do projeto, implementada como um meio de sobrevivência, tanto para o estaleiro quanto para o programa de submarinos norte-americanos.

A diminuição do tempo de desenvolvimento do navio e a drástica redução da necessidade de alterações de projeto, dentre outros fatores, levaram à grande redução de custo, tornando o projeto viável economicamente. Isto foi obtido

por meio da participação de representantes da produção, do cliente (Marinha) e de fornecedores, nas equipes multidisciplinares, desde o início do projeto, bem como pelo emprego de modernas ferramentas, citadas no trabalho, principalmente do 3D Product Model.

Estes resultados certamente fortificam a justificativa para aplicação da Engenharia Simultânea em futuros projetos, como um meio de sobrevivência da indústria

naval ocidental na sua competição frente aos estaleiros asiáticos.

No momento em que crescem as encomendas mundiais na indústria naval, principalmente na área de *offshore*, a indústria naval brasileira que, no momento, passa por um aparente processo de ressurgimento, após longo período de estagnação, deve aprofundar os estudos visando a aplicação da Engenharia Simultânea bem como da tecnologia de construção modular, tentando deste modo se modernizar, diminuindo o *gap* existente entre a nossa indústria e aquelas que se utilizam das melhores práticas (*best practices*), semelhantemente ao processo de modernização que atualmente está em curso na indústria naval americana.

**Carlos Luiz Pimentel** é Capitão-de-Fragata, Engenheiro Naval, serve atualmente na Base Naval de Natal (RN); e

**Oscar Brito Augusto** é Professor do Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP

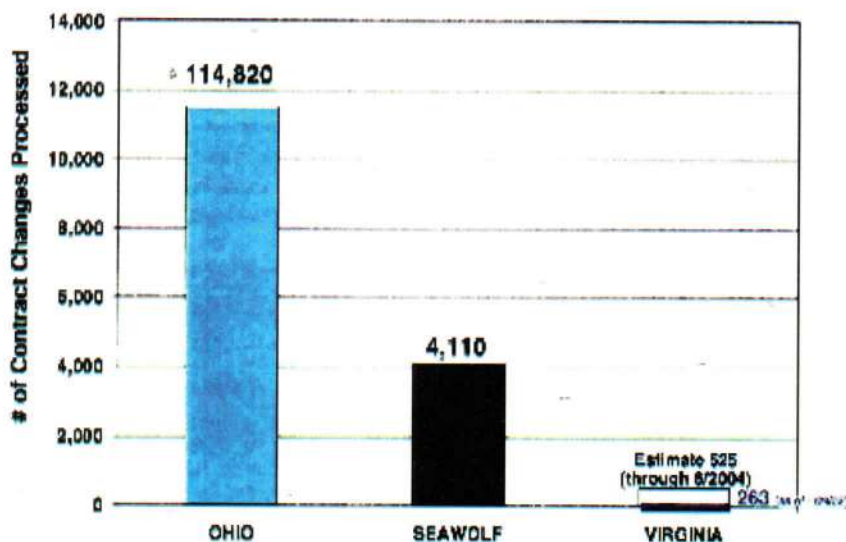


Figura 14 - Alterações contratuais do "Virginia" (2002) e projeções para 2004

## Mergulho na História

A 26 de março de 1974 foi concluído o primeiro curso de Mergulhador de Combate ministrado no Brasil, dando origem à especialidade MEC, empregada em operações submarinas de grande importância militar.



Marco Polo A. C. de Souza em "Nossos Submarinos"



# Projeto SICS

Urias da Rosa Novaes

## 1. Introdução

O projeto SICS, atualmente sendo desenvolvido pela IES, é parte do projeto de modernização dos submarinos classe Tupi. Tem como objetivo principal a substituição dos sistemas KAFS, desenvolvido pela extinta empresa inglesa Ferranti, e HDW Data Bus, desenvolvido pela empresa alemã HDW Elektronik. O SICS está sendo desenvolvido fazendo uso da tecnologia atualmente disponível na área de sistemas computacionais, e tendo como base a experiência obtida na operação e manutenção do sistema KAFS. Novas funcionalidades serão agregadas e, através da utilização de componentes COTS, espera-se minimizar e facilitar a resolução de problemas de logística de manutenção. A substituição do sistema HDW Data Bus, além de resolver o problema de obsolescência logística, permite que sensores do sistema sejam modernizados ou novos sensores sejam agregados.

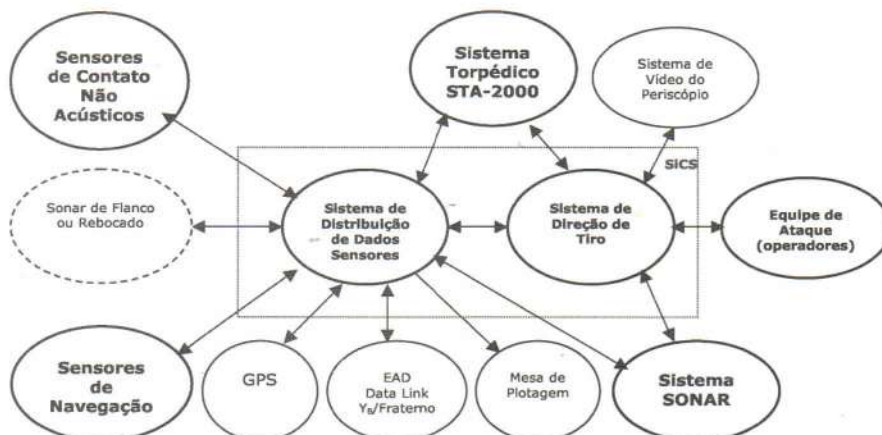
## 2. Características funcionais

As facilidades funcionais do SICS abrangem toda a funcionalidade do sistema KAFS com significativos aprimoramentos além de diversas funcionalidades adicionais. Dentre os principais aprimoramentos e novas funcionalidades, podemos citar:

- Uma interface homem-máquina inteiramente nova, utilizando quatro monitores coloridos LCD de 18 polegadas, tracker-ball e teclado QWERTY. Organizacionalmente a interface homem-máquina do SICS será estruturada com o foco em três processos principais: Elaboração do quadro tático, Avaliação do quadro tático e Engajamento.
- Um conjunto de cálculos táticos de auxílio ao operador, dentre os quais podemos destacar: cálculo de hora de entrada e saída do círculo de contra-deteção, cálculo da hora da entrada do alvo na distância máxima de lançamento, cálculo de rumo e velocidade ou hora para

interceptação de alvo, cálculo de melhor posição para lançamento do armamento, cálculo de sugestão de manobra para otimização da obtenção da solução de alvo, cálculo de manobra para evitar contra-deteção, cálculo de máxima distância verossímil, cálculo de vetores  $V_{sliv}$ ,  $V_{spliv}$ ,  $V_{aliv}$ ,  $V_{apliv}$ , cálculo de prognóstico de rate de marcação, entre outros.

- Apresentação de cartas náuticas digitais e cenário georeferenciado.
- Cálculo de previsão de alcance sonar, ativo e passivo.
- Acompanhamento de alvos através de tratamento multi-sensor e fusão de dados.
- Integração de EAD (enlace automático de dados), obtenção e apresentação de dados provenientes de EAD.
- Integração com o sistema de vídeo do periscópio e apresentação da imagem do periscópio ao operador.
- Integração de GPS ao sistema.
- PAC eletrônica com apresentação de dados e



introdução de avaliações feitas pelo operador.

· Planejamento de navegação e apresentação de alarmes táticos.

### 3. Contexto operacional do sistema a bordo

O SICS a bordo incorpora dois sistemas: o Sistema de Direção de Tiro (SDT) e o Sistema de Distribuição de Dados de Sensores (SDDS). O SDDS gerencia o fluxo de dados entre os sensores de bordo disponibilizando seus dados também para o SDT. O único sensor que disponibiliza seus dados diretamente para o SDT é o sonar, no entanto informações como rumo e velocidade do próprio navio são passados ao sonar através do SDDS. O SDT interage diretamente com o STA-2000 e com o sistema de vídeo periscópio, além do SDDS e o sonar como mencionado anteriormente. O SDDS pode interagir diretamente com o STA-2000 apenas em uma situação de operação degradada, se o SDT não estiver operacional; neste caso dados de sensores são

passados diretamente ao STA-2000.

### 4. Contexto operacional do sistema para treinamento

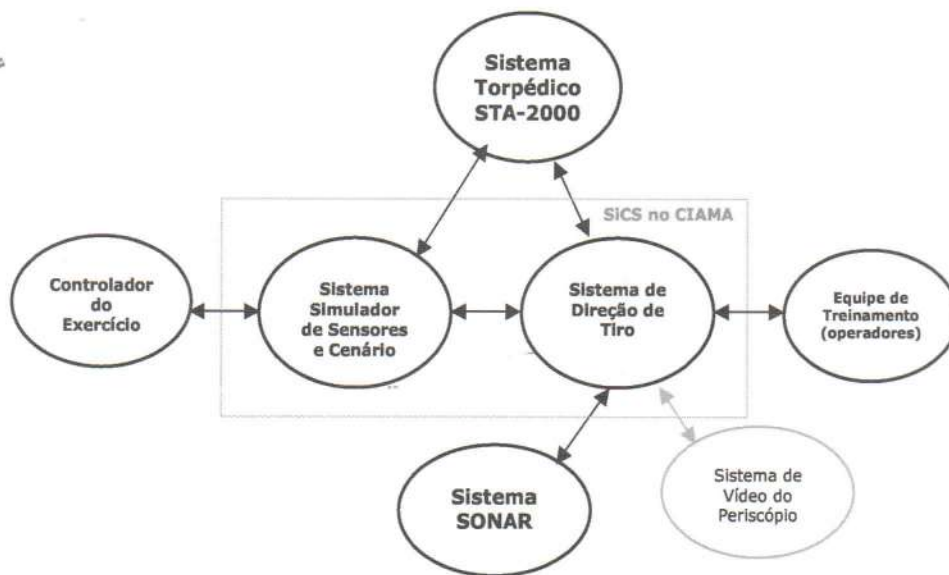
O sistema para treinamento é configurado de forma a ser funcionalmente equivalente ao sistema a bordo, apesar de não existirem sensores reais. O SDDS não está presente no sistema para treinamento. O SDDS e os sensores são substituídos pelo SSSC (Sistema de Simulação de Sensores e Cenário), que interage com o SDT de forma idêntica ao SDDS, ou seja, para o SDT não existe diferença entre o modo de operação no ambiente de bordo ou no ambiente de treinamento.

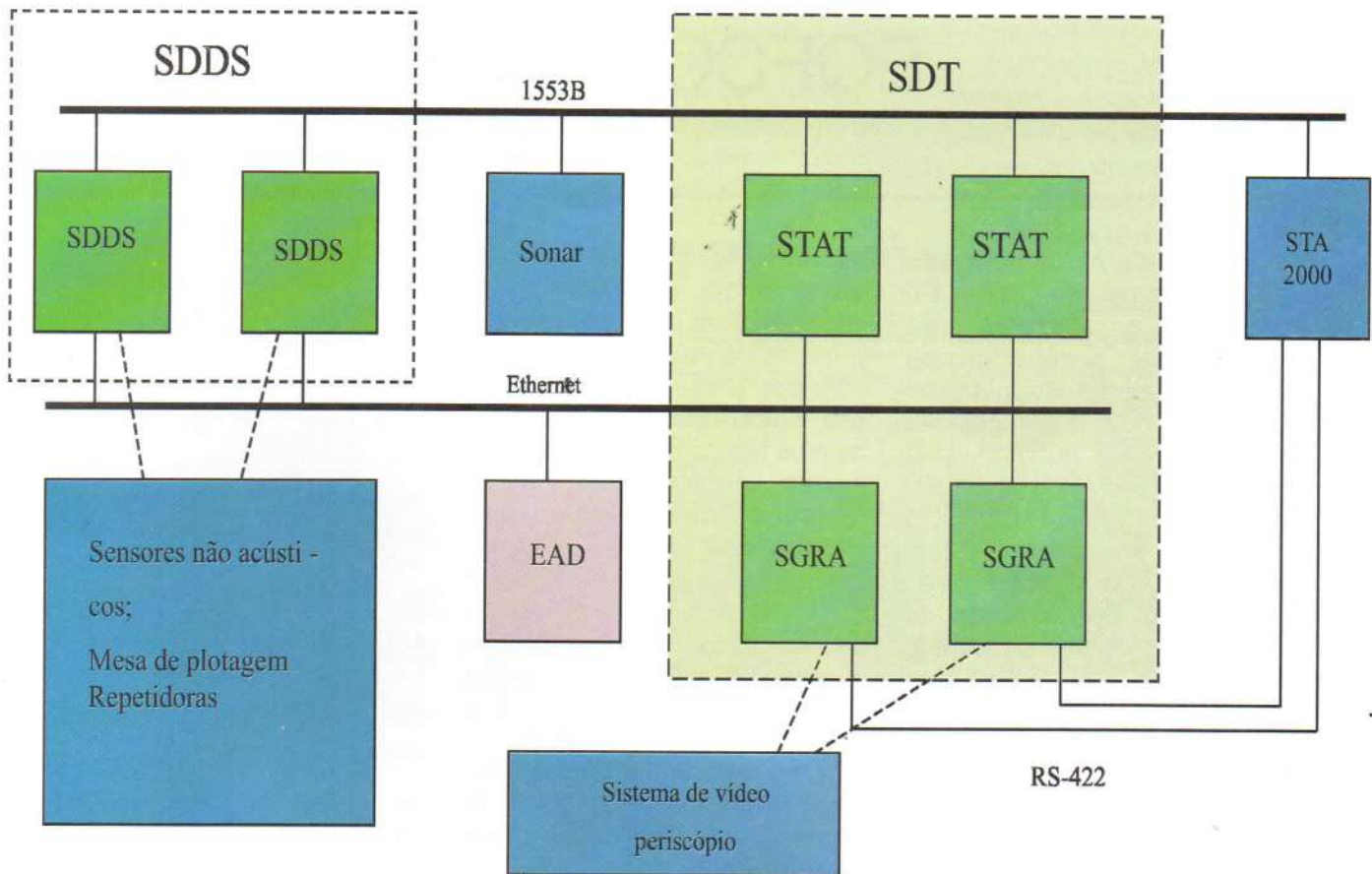
### 5. Arquitetura geral do sistema

A arquitetura do sistema permite grande flexibilidade e capacidade de expansão através da introdução de um barramento Ethernet de alta velocidade, sem no entanto deixar de atender às condições de contorno impostas pelo fato de o sistema continuar a

interagir com outros sistemas do submarino que, a princípio, não serão modificados e cujas interfaces deverão se manter exatamente como eram antes da modernização. O protocolo de comunicação com o STA-2000 e com o sonar CSU/83 será exatamente igual ao que era antes da modernização e conseqüentemente o barramento 1553B será mantido tal como era antes.

Fisicamente o sistema será composto por dois Consoles de Operador e dois Gabinetes SDDS. Cada Console de Operador será composto por dois processadores (Processador Tático e Processador Gráfico) com barramentos e alimentações independentes; os processadores são da família Intel e o barramento será cPCI (compact PCI) por reunir características como robustez, confiabilidade e comunalidade. Cada Console de Operador terá dois monitores coloridos de LCD de 18 polegadas, teclado QWERTY e com teclas de função adicionais e *tracker-ball*. Terá também um módulo supervisor que monitora fontes,





ventoinhas, calefatores, etc, gerando alarme em caso de identificação de problemas.

Cada gabinete SDDS terá um processador da família Intel em barramento cPCI e um pequeno display alfanumérico de LCD. Terá também um módulo supervisor.

O sistema no ambiente de treinamento terá os dois Consoles de Operador, mas não terá Gabinetes SDDS por não existirem sensores reais. Em seu lugar existirá o SSSC (Sistema de Simulação de Sensores e Cenário). Este terá um processador da família Intel em barramento PCI por não ser um equipamento a ser instalado a bordo.

O sistema está sendo desenvolvido com a utilização

de notação UML e será implementado em linguagem C++ com orientação a objeto. Durante o desenvolvimento, a modelagem matemática dos algoritmos a serem utilizados está sendo feita em MatLab. O sistema operacional a ser utilizado na máquina alvo será o QNX e o ambiente de desenvolvimento está baseado no sistema Linux. O sistema será desenvolvido de forma incremental através de quatro versões de software, todas submetidas a testes.

O desenvolvimento contará com um LIT (Laboratório de Integração e Testes) a ser instalado nas dependências do CIAMA, para facilitar o trabalho de integração a ser feito com o STA-2000 e com o sonar

CSU/83.

O cronograma do projeto prevê uma fase de desenvolvimento que será concluída com a implantação do sistema de treinamento no segundo semestre de 2006. A partir daí o cronograma prevê que todos os submarinos terão seus sistemas instalados até o primeiro semestre de 2008.

**Urias da Rosa Novaes** é Engenheiro Eletrônico, Mestre em Computação de Alto Desempenho pela COPPE/UFRJ. Atualmente exerce a gerência de projeto de modernização do Sistema de Combate dos submarinos da classe "TUPI", desenvolvido pela IES – Informática e Engenharia de sistemas.

# EQFCOS 2004

CC Humberto da Cunha Lima

No período de 08 de março a 30 de abril de 2004 foi realizado o Estágio de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos (EQFCOS), com a participação de cinco Oficiais Submarinistas da Marinha do Brasil e um Oficial da Armada do Chile. O EQFCOS é realizado anualmente e tem como objetivo o aprimoramento do preparo profissional de Oficiais Submarinistas para o desempenho do cargo de Comandante de Submarino. O estágio é conduzido em duas etapas, a de Segurança e a Tática. Cada etapa tem uma fase de mar, na qual os estagiários têm a chance de por em prática procedimentos doutrinários estabelecidos para operações sob ameaça de outros meios navais.

No decorrer do estágio os Oficiais realizam exercícios no Treinador de Ataque (TA) do CIAMA, simulando situações vivenciadas pelo Oficial quando investido no cargo de Comandante do submarino. Sob a supervisão do Instrutor, os Oficiais estagiários põem em prática os conhecimentos adquiridos durante as aulas teóricas sobre o ambiente

operacional, através da rígida observância às normas de segurança na cota periscópica durante a aproximação de contatos (Fase de Segurança); e a observância de procedimentos táticos e doutrinários, em águas inimigas, durante a condução de tarefas secundárias (Fase Tática).

Ao final de cada fase no TA, os estagiários, juntamente com a comissão avaliadora presidida pelo Comandante do CIAMA e composta por um Oficial e Praças especializadas do Departamento de Ensino de Submarinos, seguem para a fase de mar, onde, embarcados em um submarino, participam de exercícios com navios de superfície e aeronaves. Nessa etapa o ambiente simulado no Treinador de Ataque é realizado de forma dinâmica com as unidades participantes.

Na fase de Segurança do EQFCOS, este ano foram realizados exercícios GODEX com as Fragatas Defensora e Bosísio e com a Corveta Júlio de Noronha. A fase Tática, contou com a participação, novamente, da Fragata Defensora e da Corveta Júlio de Noronha, além

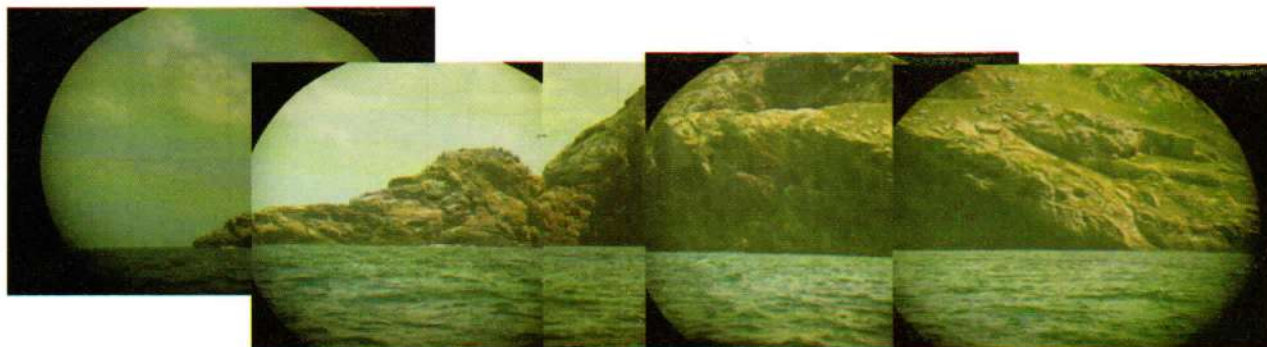


do Aviso de Apoio Costeiro Almirante Hess e aeronaves do 1.º Esquadrão de Helicópteros Anti-Submarino.

A turma do EQFCOS-2004 foi constituída pelos seguintes Oficiais:

- CF JORGE ANTONIO VASCONCELOS DOS SANTOS;
- CF ARMANDO MORAES REPINALDO;
- CF CARLOS ALBERTO SOARES TELES;
- CF FRANCISCO ANTONIO DE OLIVEIRA JÚNIOR;
- CC ALEXANDRE MADUREIRA DE SOUZA;
- CF JULIO IGNACIO DA SILVA CUNICH (Armada Chilena).

**Humberto da Cunha Lima** é Capitão-de-Corveta, Submarinista. Serve atualmente no CIAMA.



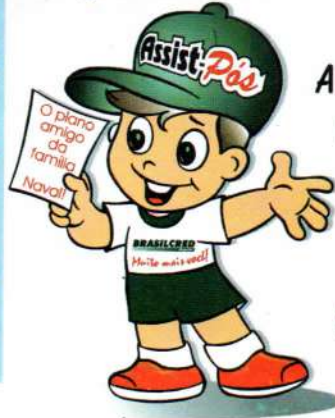
**BRASILCRED**  
Seguros

## ASSISTÊNCIA FUNERAL

A BRASILCRED SEGUROS em parceria com o DSS/AMN, oferece excelentes benefícios aos consignantes que optam por aderir ao Assist-Pós, uma Assistência Funeral Completa com todos os itens necessários a um funeral de alta qualidade, e ainda:

- Um moderno Call Center 24 Horas que pode ser acionado gratuitamente do Brasil e do exterior.
- Cartão BRASILCRED Card que dá direito a descontos ou prazos especiais nos estabelecimentos conveniados com a BRASILCRED SEGUROS.

# Assist-Pós



**A TRANQUILIDADE  
QUE VOCÊ MERECE  
COM A  
SEGURANÇA  
QUE A SUA  
FAMÍLIA PRECISA.**



Para aderir ou consultar outros planos, basta procurar um posto do DSS/AMN, os comandos dos 2º, 3º, 4º, 7º e 8º Distritos Navais ou ligar para (21) 2233-8583 / 2104-5508.

Acesse: [www.brasilcred.com.br](http://www.brasilcred.com.br)

Solicitação de serviços: Call Center 24 Horas 0800-707-2011 ou (85) 242-3249

# Teste de Capacidade de Baterias de Propulsão de Submarinos

CF (EN) Antonio Bernotavicius de Araújo

## 1. A Bateria de Propulsão de Submarinos

As baterias, o MEP (Motor Elétrico de Propulsão), o QEP (Quadro Elétrico de Propulsão) e os grupos diesel geradores constituem os principais equipamentos do sistema de propulsão elétrica de um submarino.

A bateria de propulsão de um submarino é um equipamento elétrico formado por um conjunto de elementos de bateria conectados em série.

Os elementos de bateria constituem-se na menor unidade de acumulador de energia destinado ao sistema de propulsão, sendo formados por um conjunto de placas positivas e negativas montadas em uma cuba de fibra de vidro.

A figura 1 apresenta elementos de bateria de propulsão, fabricados pela Saturnia Baterias e utilizados nos submarinos classe Tupi (16UR14) e nos submarinos classe Humaitá (25UR8G).

A bateria de um submarino é, normalmente, dividida em subgrupos, denominados baterias

parciais. O número de elementos de cada bateria parcial pode variar em função das características do submarino ou de sua planta propulsora. O submarino da classe Tupi possui 4 baterias parciais, cada uma com 120 elementos conectados em série.

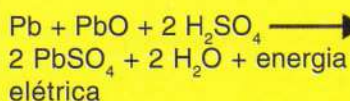
## 2. O Processo de Sulfatação

A bateria de propulsão de submarinos é do tipo chumbo-ácida, ou seja, possui placas formadas por uma liga de chumbo-antimônio, imersas em uma solução de água destilada e ácido sulfúrico, denominada eletrólito.

A bateria é fornecida pelo fabricante sem o eletrólito. O processo de enchimento dos elementos de bateria de propulsão denomina-se ativação.

Após a ativação da bateria inicia-se a sua vida útil, garantida pelo fabricante por 5 anos (algumas baterias podem possuir um período de garantia de 6 anos). A partir da ativação, as placas são submetidas ao processo de sulfatação, ou seja, inicia-se a formação de sulfato de chumbo na superfície das placas devido à auto-descarga, inerente a esse tipo de elemento. Sempre que uma bateria chumbo-ácida é descarregada, o chumbo metálico é oxidado a sulfato de chumbo e o dióxido de chumbo é reduzido a sulfato de chumbo.

A reação é:



O sulfato de chumbo formado em ambas as placas é um composto insolúvel, e mantém-se na superfície da placa da bateria ao invés de dissolver-se no eletrólito. Como a reação é reversível, a bateria pode ser recarregada liberando o sulfato novamente para o eletrólito. Esse fenômeno pode ser observado pelo aumento do valor da densidade do eletrólito.

Portanto, a aplicação periódica de cargas e descargas permite controlar e retardar o processo de sulfatação da bateria, prolongando a sua vida útil.

Deve-se ressaltar, entretanto, que muito embora uma bateria seja mantida de forma correta, executando-se todas as rotinas de manutenção, com a aplicação das cargas e descargas preconizadas, reenchimento com água destilada, controle de temperatura pelo sistema de resfriamento, agitação do eletrólito, etc, o processo de sulfatação não pode ser revertido totalmente. Algumas moléculas de sulfato de chumbo atingem conformação e configuração extremamente estável que, mesmo com aplicação de grandes quantidades de energia durante as cargas, essas moléculas não são desfeitas. O efeito observado na bateria é a perda gradual da sua capacidade, mais conhecida como "envelhecimento".

## 3. O Teste de Capacidade

### 3.1 Objetivo

O teste de capacidade é o processo utilizado para se verificar a condição da capacidade de uma bateria. Esse teste permite que o



Figura 1 - Elementos de bateria de propulsão de submarinos 16UR14 (Tupi) e 25UR8G (Humaitá)

Comandante do submarino possa estabelecer suas condições táticas operativas, tendo conhecimento prévio da quantidade de energia que poderá ser extraída da sua bateria, informação vital, principalmente em condições de combate ou de emergência.

### 3.2 Periodicidade

O procedimento de teste segue uma metodologia padronizada internacionalmente e recomendada pelos fabricantes de baterias, com periodicidade anual.

### 3.3 Pré-Requisitos

Para a realização do teste de capacidade é necessário dispor de equipamentos, materiais e infraestrutura, além de algumas providências preparatórias, descritas a seguir:

a) As baterias de propulsão do submarino deverão ser previamente carregadas, o nível do eletrólito dos elementos deverá estar normal e a temperatura das baterias não deverá exceder a 30°C, sendo desejável que a temperatura média esteja em cerca de 28°C;

b) O submarino deverá estar atracado diretamente ao cais, não



Figura 2 – Banco de cargas

podendo estar a contrabordo de outro submarino ou navio, por razões de segurança e de necessidade de operação;

c) Deverão estar disponíveis bancos de carga (um único com capacidade adequada ou mais de um) localizado nas proximidades do cais, em local seguro e distante de áreas de movimentação de viaturas e guindastes. O banco de cargas empregado em testes de capacidade de baterias é constituído por um conjunto de resistências elétricas, dispositivos de chaveamento dessas resistências, ventiladores para dissipação do calor, disjuntores de proteção e equipamento de controle de corrente. A figura 2 apresenta uma ilustração de um banco de cargas típico;

d) Deverão estar disponíveis cabos elétricos flexíveis, para serviço pesado, de modo a interligar eletricamente o banco de cargas à tomada de energia de terra e carga de baterias, ou ao barramento principal das baterias de propulsão do submarino;

e) Os equipamentos deverão estar eletricamente interligados, conforme a figura 3. As quatro baterias parciais deverão estar conectadas em paralelo e os barramentos positivos e negativos deverão ser conectados ao banco de cargas.

### 3.4 Seqüência Padrão do Teste de Capacidade

O teste de capacidade segue uma seqüência de atividades padronizada conforme o fluxograma (figura 4):

### 3.5 Descarga Preparatória

Após a verificação do cumprimento dos pré-requisitos, inicia-se a descarga preparatória, cujas finalidades básicas são:

a) Obter uma posição inicial sobre o estado da capacidade da bateria; e

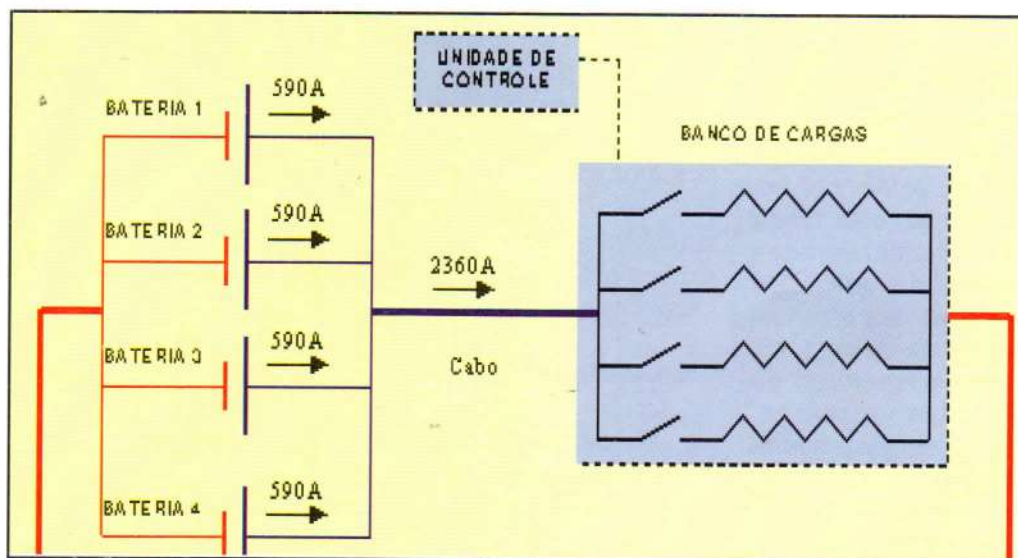


Figura 3 – Diagrama Elétrico para o teste de capacidade das baterias de propulsão

## CURVAS DE DESCARGA

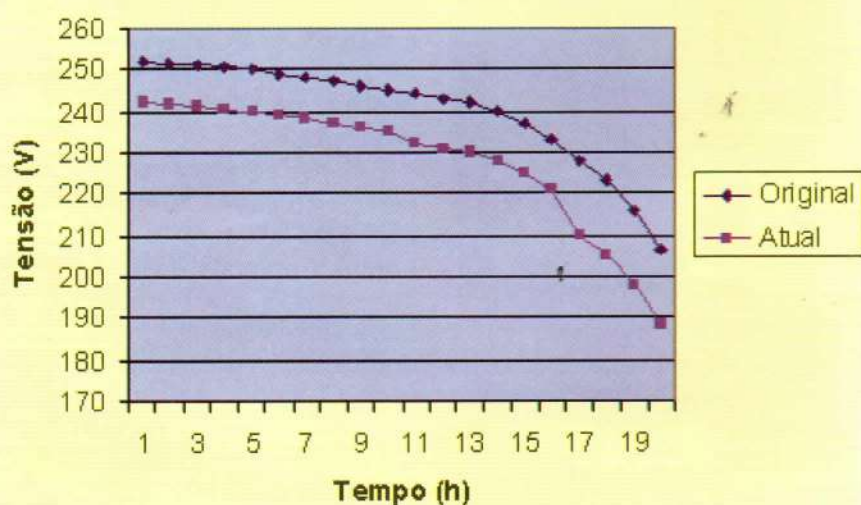


Figura 5 - Curvas de descarga das baterias de propulsão

b) Ciclar a bateria de forma a trazê-la a condições ideais para a sua avaliação.

Nessa descarga é obtida uma curva de descarga inicial, que poderá ser comparada com a curva nominal, fornecendo um parâmetro de comparação entre o estado inicial da bateria e sua situação atual.

A figura 5 apresenta essas curvas.

### 3.5.1 Descarga

É realizada uma descarga na "rate" (corrente) de descarga de 20 horas, correspondente a uma corrente de 590A, porém por um período máximo de 16 horas. Desta forma, serão descarregados somente cerca de 80% da capacidade nominal das baterias. Essa limitação de tempo de descarga deve-se a fatores de segurança. Nessa descarga, procura-se detectar os elementos de menor tensão final de descarga. Geralmente, esses elementos tendem a demonstrar comportamento semelhante durante a descarga de teste.

### 3.5.2 Recarga

Imediatamente após o término da descarga preparatória, inicia-se a recarga da bateria, repondo-se 100% dos ampères-hora descarregados de modo a levar a bateria às condições iniciais para a descarga de teste.

### 3.5.3. Registros

Deverão ser analisados todos os valores registrados durante a descarga, principalmente tensão individual, temperatura, corrente de descarga e tempo total de descarga. Pelo valor de tensão total obtido ao fim da descarga poderá ser feita uma extrapolação do valor preliminar de capacidade da bateria.

### 3.5.4. Medições

Imediatamente após o término da recarga deverão ser realizadas medições de tensão individual, densidade, temperatura, tensão total das baterias parciais e ampères-hora carregados.

## 3.6 Descarga de Teste

Após análise dos registros obtidos ao término da recarga, verificando-se valores adequados para os parâmetros da bateria e uma vez a temperatura da bateria tendo se estabilizado na faixa de  $30 \pm 1$  °C, inicia-se a descarga de teste, aplicando-se a mesma corrente de descarga de 590A ("rate" de 20 horas), pelo tempo em que os elementos se mantiverem com tensão individual mínima superior ao limite recomendado (1,69V/elem para a bateria tipo 16UR14).

Durante a descarga são registrados os valores de tensão individual dos elementos, temperaturas dos elementos piloto, correntes de descarga e tempo.

No momento em que o elemento de tensão mais baixa atingir o valor de tensão mínima individual, o teste é encerrado, interrompendo-se a descarga e registrando-se o horário do encerramento do teste.

## 3.7 Resultado do Teste

Após o encerramento da descarga de teste é realizada uma análise dos registros obtidos durante a descarga. Os valores são corrigidos para a temperatura de referência (30°C) e calcula-se a quantidade total de ampères-hora descarregados. Comparando-se esse valor com o valor nominal para a bateria em teste, obtém-se o percentual total de capacidade que a bateria possui. No caso da bateria 16UR14, utilizada nos submarinos da classe Tupi, o valor nominal de capacidade a 30°C é de 11.800 AH. Portanto, a bateria somente será aprovada no teste se o valor obtido for superior a 9.440 AH (30°C), equivalente a 80% do valor nominal.

## 3.8 Ações Corretivas

Caso o total de ampères-hora descarregados durante o período do





teste seja inferior ao valor limite de 80%, é feita uma análise dos resultados, observando-se principalmente o comportamento dos elementos que apresentam ao final do teste os menores valores de tensão. Esses elementos limitam a descarga da bateria, causando a interrupção do teste. Dependendo das características dos valores

registrados e da quantidade e localização dos elementos no interior das praças de baterias, pode ser estudada a possibilidade de retirada desses elementos do circuito elétrico, por meio de "ponteamto" (by-pass), ou seja, instalação de cabos elétricos, interligando os elementos situados imediatamente antes e depois do elemento

defeituoso a ser retirado do circuito (o elemento não é retirado de bordo, mas somente desconectado do circuito elétrico). É recomendável que sejam "ponteados" números idênticos de elementos em cada uma das baterias parciais, de modo a evitar desbalanceamento de corrente, motivada por diferença de tensão entre as mesmas.

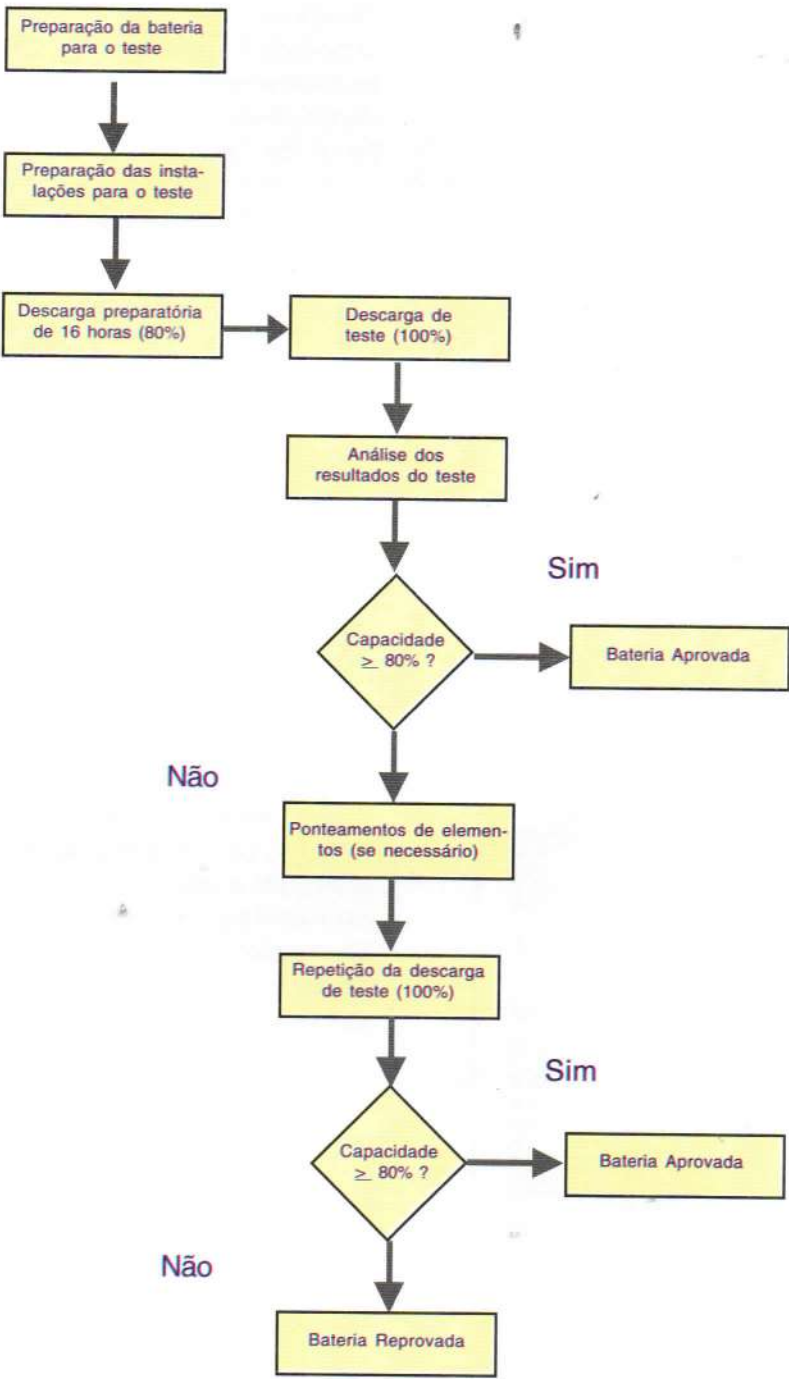


Figura 4 - Fluxograma para o teste de capacidade das baterias de propulsão

### 3.9 Repetição da Descarga de Teste

Caso seja necessário executar o "ponteamto" de elementos, deve-se executar uma nova descarga de teste, utilizando-se o mesmo procedimento descrito no item 3.5. O resultado deverá apresentar um valor de ampères-hora superior, permitindo assim o prolongamento da utilização da bateria. Nesse caso, é necessário que seja programado novo teste em período mais curto, uma vez que o desempenho da bateria tende a degradar com maior velocidade, bem como é necessário impor condições restritivas de operação, principalmente, reduzindo o valor máximo de corrente de descarga a ser aplicado quando em operação. Essa limitação é traduzida em termos de redução do estágio de velocidade do sistema de propulsão do submarino, limitando-se a estágios que requeiram valores de corrente de descarga mais reduzidos.

### 4. Limitações para "Ponteamto" de Elementos

A quantidade de elementos de bateria que pode ser selecionada para "ponteamto" é limitada pelo valor final da tensão da bateria. A retirada de elementos do circuito reduz proporcionalmente a tensão total da bateria parcial. A partir de um valor mínimo de tensão, a ser verificado na prática, não será possível operar o sistema de propulsão a contento. A título de informação, a primeira bateria de propulsão do submarino "Tupi"

operou com 36 elementos "ponteados" e atingiu a marca, até então insuperada na MB, de 11 anos em operação. Tal marca foi possível de ser obtida monitorando-se a capacidade da bateria e selecionando corretamente os elementos a serem "ponteados".

## 5. Inversão de Polaridade de Elementos de Bateria

O Chefe de Máquinas e o Conductor Eletricista devem observar com bastante critério e frequência elevada a tensão dos elementos que apresentam valores em faixas inferiores aos demais, principalmente em situações nas quais a descarga já atingiu valores superiores a 70% de capacidade. O risco pela não detecção do elemento com baixa tensão é a inversão da sua polaridade, com resultados extremamente perigosos.

Um elemento de bateria ao atingir valores próximos a sua tensão mínima individual para aquela "rate" de descarga apresenta um comportamento peculiar, no qual sua tensão cai rapidamente para o valor

de 1 Volt positivo e imediatamente após inverte o seu sinal, apresentando uma tensão de 1 Volt negativo. A figura 6, apresenta a curva de inversão da polaridade de um elemento. Esse fenômeno ocorre devido a uma inversão no fluxo de íons entre as placas do elemento.

Se essa situação for mantida, a bateria parcial considerará o elemento invertido como uma carga adicional que possui uma resistência elevada e será drenada grande quantidade de corrente elétrica para esse elemento, gerando calor e gaseificação do eletrólito, ocorrendo normalmente explosões. Essa explosão pode danificar elementos vizinhos, bem como o compartimento da praça de baterias e as consequências poderão ser incêndio e até mesmo alagamento. A bateria parcial continuará a enviar corrente para o elemento invertido até que o elemento em si ou suas conexões estejam completamente calcinados, interrompendo o circuito elétrico. Não há nada que possa ser feito para interromper essa descarga. Pode-se, somente, combater o incêndio e nada mais.

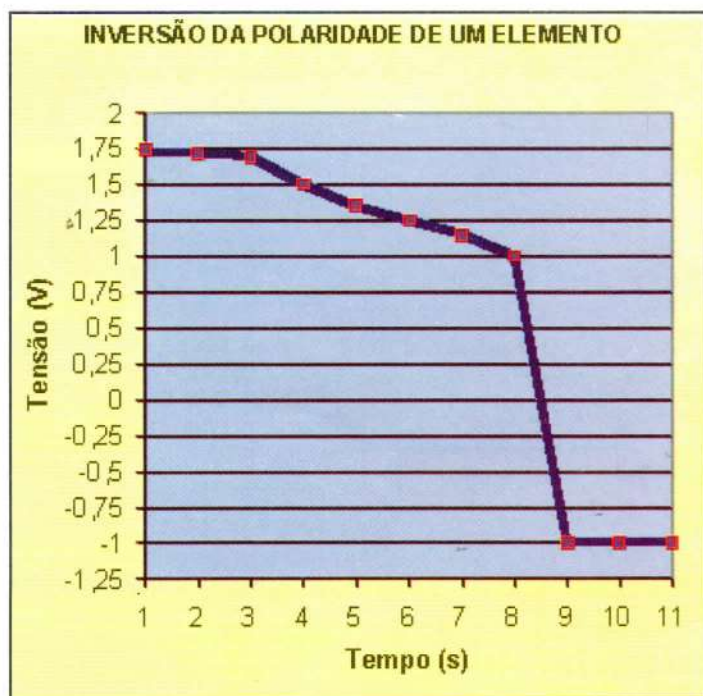


Figura 6 -Curva de inversão da polaridade de um elemento

Ao ser verificado um elemento nessas condições o condutor deverá imediatamente reduzir a corrente de descarga e desconectar a bateria parcial do circuito elétrico.

O ex-submarino Riachuelo, quando em navegação, vivenciou um caso de inversão de polaridade de elementos em uma de suas praças de bateria, tendo ocorrido uma série de explosões seguidas de incêndio. O incêndio foi controlado e a bateria foi eletricamente isolada. Não houve danos sérios para o navio, além da perda de um grande número de elementos de bateria e de barramentos de interligação e seus sistemas auxiliares, instalados internamente na praça de baterias, os quais foram destruídos pelo incêndio. O fato que mais contribuiu para essa ocorrência foi a inexistência a bordo dessa classe de submarinos de voltímetros individuais.

## 6. Conclusões

O teste de capacidade de baterias de propulsão não é somente uma atividade de manutenção da bateria, mas também é um procedimento que permite otimizar o seu emprego, aumentar a segurança na sua operação, prolongar a vida útil da bateria e principalmente, fornecer ao Comandante do submarino uma noção precisa da quantidade de energia disponível para emprego em operações táticas.

---

**Antonio Bernotavicius de Araújo** é Capitão-de-Fragata, Engenheiro Naval. Serve atualmente no Centro de Projetos de Navios.

Caro Leitor,

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

A ficha deverá ser enviada para o seguinte endereço:

Revista "**O Periscópio**"

Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché  
Ilha do Mocanguê - Niterói - RJ

CEP 24040-400

Tel/fax: (0xx21)2716-1392

A redação

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

NOME: \_\_\_\_\_

POSTO/GRADUAÇÃO \_\_\_\_\_

ENDEREÇO \_\_\_\_\_

CIDADE \_\_\_\_\_ ESTADO \_\_\_\_\_ CEP \_\_\_\_\_

TELEFONE PARA CONTATO \_\_\_\_\_ E-MAIL \_\_\_\_\_

---

Editoração Eletrônica, Montagem, Impressão e Acabamento:  
Departamento Industrial Gráfico  
Base de Hidrografia da Marinha em Niterói  
Rua Barão de Jaceguai, s/nº  
Ponta da Armação - Niterói - RJ  
CEP 24098-900

---

# Militar da Marinha,

o **Unibanco** criou especialmente para você as facilidades do **Crédito Consignado** e da **Conta com Crédito de Salário**.

**Confira os benefícios que o Unibanco oferece especialmente a você:**

- Cheque Especial 13 dias por mês sem juros\*\*;
- Crédito Consignado\* com uma das menores taxas de juros do mercado;
- Cheque Especial do Investidor\*, com uma taxa de 1,9% a.m.\*\*\*;
- Crédito Imobiliário\* com taxa de juros diferenciada.

**Pague menos tarifas com o Unibanco:**

- 6 meses de isenção no pacote de tarifas, após abertura de Conta com Crédito de Salário;
- Após os 6 meses de isenção, você terá desconto de até 30%\*\*\*\* sobre o pacote escolhido.

**Para conhecer os benefícios acima,  
vá até a Agência Unibanco mais próxima ou ligue para 0800 788 182.**

Ofertas válidas até dezembro de 2004. \* Sujeito à análise de crédito. \*\* A partir do 14º dia de utilização do limite de crédito, serão cobrados juros por todo o período utilizado. Sujeito à análise de crédito.  
\*\*\* Taxa sujeita a alteração sem prévio aviso. \*\*\*\* No caso de clientes Exclusivo e Especial esse desconto é limitado a 20%.

**UNIBANCO 80**

**80 anos  
inovando para você.**

B R A S I L

**Sabe onde você pode encontrar um dos melhores lubrificantes do mundo? Na parte amarela do mapa.**

Marbrax é o lubrificante marítimo da Petrobras que está em todos os portos brasileiros e na cabeça dos maiores fabricantes de motor do mundo. Wärtsilä, MTU GmbH, SEMT Pielstick, Sulzer, Mirrlees Blackstone, Daihatsu, Fiat-GMT, MAN B&W AG, MAN B&W Diesel, entre outros, já aprovaram e recomendam Marbrax. Você e seu navio vão descobrir a mesma qualidade e a tecnologia dos melhores lubrificantes internacionais, além dos principais serviços de atendimento ao setor marítimo e o conforto da logística de abastecimento que só a Petrobras oferece em todo o litoral brasileiro. Se Marbrax já conquistou os principais fabricantes do mundo, vai conquistar você também.

**MARBRAX**

**BR PETROBRAS**

SAC 0800-789001 · www.br.com.br

O Desafio é a Nossa Energia.