



O Periscópio



Nosso PESSOAL, nossa FORÇA

Ano LXIX - Nº 69 - 2018



**INCIDENTE SAR
SSE 004-20017**

**CURSO DE COMANDANTE
DE SUBMARINOS
NUCLEARES NA FRANÇA
(COURCO/2017)**

**"8TH ANNUAL
SUBMARINE AND
SUBMERSIBLE
OPERATION SUMMIT
(LONDRES) – 2017"**



9 | 771806 | 564003 |





Caro leitor, é com grande satisfação que divulgamos mais um ano de atividades do Comando da Força de Submarinos e, de antemão, convido a todos a participarem das futuras edições deste renomado periódico deste Comando.

Mantendo a tradição desde a sua primeira edição em 1962, a revista “O Periscópio” é editada anualmente pelo Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché (CIAMA) e traz, além de uma retrospectiva dos acontecimentos ocorridos nos últimos 12 meses, os artigos de interesse à nossa Força. Trata-se de uma publicação com registro da Biblioteca Nacional, sob o número ISSN 1806-5643, contendo em média uma tiragem de 1000 exemplares e periodicidade anual e gratuita. A versão digital encontra-se disponibilizada na página do CIAMA, assim como, as revistas dos anos anteriores.

Apesar das dificuldades encontradas e enfrentadas, gostaria de agradecer especialmente aos colaboradores que tanto se empenharam para que este periódico se tornasse realidade. Esperamos contar com a honra de vossas colaborações nos próximos anos.

Gostou do que leu e quer divulgar uma experiência ou uma descoberta sobre as Atividades de Submarino, Mergulho, Mergulho de Combate, Medicina Hiperbárica, Psicologia de Submarino ou outro tema de caráter científico-militar?

Participe da próxima Revista “O Periscópio” e nos envie simplesmente um texto com fotografias que versem sobre nossas atividades, podendo ter seu artigo aprovado pelo Conselho Editorial e publicado na próxima edição da revista.

O regulamento do concurso é divulgado em **BOLETIM DE ORDENS E NOTÍCIAS – ESPECIAL** da **DIRETORIA DE COMUNICAÇÕES E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DA MARINHA**, normalmente no segundo semestre do ano anterior a edição, e consiste basicamente no seguinte:

- O trabalho deverá ser original;
- O autor deverá encaminhar o trabalho com o seu nome, posto, graduação, OM em que serve e contatos de e-mail e telefônicos;
- Os trabalhos deverão ser enviados eletronicamente, utilizando processador de texto “WORD”, configurados em folha tipo A-4, em espaçamento simples, fonte “Times New Roman”, tamanho 12, e com o máximo de seis (6) páginas de texto (contadas ainda sem figuras);
- Os artigos deverão ter imagens que ilustrem e enriqueçam os assuntos, anexadas ou inseridas no próprio texto. Contudo, é importante ressaltar que as fotos deverão vir em arquivos separados na resolução abaixo indicada, isto evita problemas de utilização das mesmas durante a diagramação;
- As fotos, gráficos ou ilustrações deverão ter a resolução mínima de 300 dpi nos formatos “JPG”, “TIFF” ou “BMP”, a fim de permitirem a sua publicação;
- A inclusão do trabalho na revista implica na cessão ao CIAMA e, conseqüentemente à Marinha do Brasil, de todos os direitos de utilização dos textos e imagens enviados, para divulgação das atividades da instituição, inclusive em sítios da Internet;
- Poderão enviar artigos, os militares da MB e das outras Forças (da ativa e da reserva), oficiais de Marinhas amigas e de Forças Armadas estrangeiras, além de funcionários civis da MB e leitores da sociedade civil.

Contato no expediente da revista:
ciama.operiscopio@marinha.mil.br

USQUE AD SUB ACQUAM NAUTA SUM!

Emilson João D. Gonçalves
Primeiro-Tenente (AA)

Adriana Carvalho dos Santos
Segundo-Tenente (RM2-T)
Editores-chefes



Prezado Leitor,

É com grande satisfação que divulgo a edição de nº 69 da revista “O Periscópio”, contemplando além dos diversos artigos técnico-científicos, mais um ano de atividades da nossa secular Força de Submarinos. De antemão, expresso o grande prazer de estar à frente deste renomado periódico, que desde a sua 1ª edição, em 1962, abrilhanta anualmente a nossa Força.

Nesta edição, em especial, convido nossos leitores à uma viagem pelos mais diversificados assuntos possíveis relacionados à Força de Submarinos e espero que as experiências aqui relatadas auxiliem em futuras decisões para os assuntos relacionados às nossas Atividades Especiais.

Com o anseio das novas demandas provenientes das classes de Submarinos S-BR e SN-BR, este periódico é dirigido não somente aos marinheiros até debaixo d'água, mas também, à recém embarcada atividade em nossa Força, os Psicólogos de Submarino, cuja função específica relaciona-se ao treinamento, apoio à seleção, estudos e pesquisas, prevenção de acidentes e acompanhamento psicológico de submarinistas.

Atualmente, a revista divide-se em 4 partes distintas e de acordo com a natureza dos artigos apresentados, sendo eles: Operativo, Ciência e Tecnologia, Histórico e outros assuntos diversos que relacionam-se direta ou indiretamente à Força. Destaco o relato do Incidente SAR SSE 004-2017, onde, com êxito, foi realizada a flutuação da aeronave modelo KING AIR C90, onde se encontrava o Ministro do Supremo Tribunal Federal Teori Zavaski. Temos ainda, os estudos acerca da Renovação da Atmosfera de Submarinos quanto à geração de O₂ e absorção de CO₂; o emprego de materiais absorvedores de micro-onda, em particular os materiais absorvedores de radar (RAM - Radar Absorbing Material) usados como técnica de invisibilidade; o emprego de Cartas Náuticas



Digitais como fruto dos novos equipamentos provenientes da MODSUB; o Curso de Comandante de Submarinos (CCOS 2016) realizado no Chile e, por fim, a participação da Marinha Brasileira no “8th Annual Submarine and Submersible Operation Summit”.

Desde já, agradeço pelo empenho e a dedicação dos colaboradores deste periódico e à toda a minha tripulação do Comando da Força de Submarinos, pelo comprometimento que permitiu que esta edição se tornasse uma realidade agradável e enriquecedora.

Aproveito ainda para, convidar todos os interessados em nossas atividades a participarem da próxima edição da revista “O Periscópio”, enviando seus artigos técnicos, experiências vividas ou mesmo sugestões relacionadas à área de atividades especiais de Submarino, Mergulho, Mergulho de Combate, Medicina Hiperbárica e Psicologia de Submarinos, ou seja, tudo que proporcione a evolução profissional dos militares que aqui servem.

Muito obrigado e boa leitura.

Nosso orgulho mergulha fundo!





O Periscópio



Nosso PESSOAL, nossa FORÇA Ano LXIX - N° 69 - 2018 ISSN 1806-5643 - 2017

O PERISCÓPIO

Revista anual da Força de Submarinos, editada pelo Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Ache (CIAMA)

CORRESPONDÊNCIA

Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Ache - CIAMA Ilha de Mocanguê Grande, s/n - Niterói RJ - CEP 20.040-400 Ciama.operiscopio@marinha.mil.br

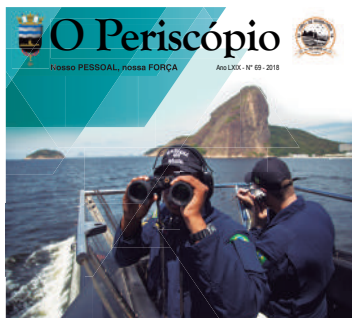
VERSÃO ELETRÔNICA

<http://www.ciama.mb/sites/default/files/periscopio/ano2017/index.html>
http://www.mar.mil.br/Revistas_Navais/revistas.html

As opiniões e fatos descritos nos artigos são de inteira responsabilidade de seus autores e podem não coincidir com a opinião dos editores desta revista e da Marinha do Brasil.

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

Capa:



INCIDENTE SAR SSE 004-20017

CURSO DE COMANDANTE DE SUBMARINOS NUCLEARES NA FRANÇA (COURCO/2017)

"8TH ANNUAL SUBMARINE AND SUBMERSIBLE OPERATION SUMMIT (LONDRES) - 2017"



Alan Guimarães Azevedo

Contra-Almirante Comandante da Força de Submarinos

Oscar Moreira da Silva Filho

Contra-Almirante Comandante da Força de Submarinos
13/08/2015 a 17/04/2017

Hélio Moreira Branco Júnior

Capitão de Mar e Guerra Comandante do CIAMA

Humberto da Cunha Lima

Capitão de Mar e Guerra Comandante do CIAMA
26/02/2016 a 26/01/2018

COORDENAÇÃO

Felipe Bittencourt Alves

Capitão de Corveta Encarregado da Escola de Submarinos

Gustavo Condurú de Oliveira Malta

Capitão-Tenente Encarregado da Seção de Ensino de Motores, Máquinas Auxiliares e Instalações Elétricas

Emilson João D. Gonçalves

Primeiro-Tenente(AA)

Adriana Carvalho dos Santos

Segundo-Tenente (RM2-T)
Editores-Chefes

REVISÃO

Antonia Clécia Teixeira da Silva Reis

Primeiro-Tenente(RM2-T)

COLABORAÇÃO

José de Andrade e Silva Neto

Capitão de Mar e Guerra

Wladimir dos Santos Lourenço

Capitão de Fragata

Renata da Rocha Pereira

Capitão-Tenente

Thiago Andrade Costa

Capitão-Tenente

Carla Barboza Vieira

Capitão-Tenente(QC-IM)

Gean Felipe Alves de Oliveira

Primeiro-Tenente(RM2-T)

Luis Fernando do Nascimento Vieira

Primeiro-Tenente(IM)

Warley Fagundes dos Santos

Suboficial PL

Diego Santos Ferreira

Segundo-Sargento PL-SB

Christian Ryhosin da Cunha

Nakandakare

Cabo DA

Diagramação

M&W Comunicação Integrada Ltda

Impressão

Impressoart Editora Gráfica Ltda

SUMÁRIO

OPERATIVO

O emprego de cartas náuticas digitais na MB.....	07
A Utilização de Minissubmarinos nas Operações Especiais (OpEsp).....	13
Sistema de Posicionamento Dinâmico.....	17
Curso de Comandante de Submarinos Nucleares na França “Courco/2017”.....	21
8º Annual Submarine and Submersible Operation Summit (Londres) – 2017.....	25
Incidente SAR SSE 004-2017.....	38

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Instituto de Pesquisa da Marinha, Pioneiro Nacional na Técnica da Invisibilidade.....	40
O futuro dos submarinos diesel-elétricos: o Japonês classe Soryu e as baterias de íon-lítio.....	44
A Influência da Hidroacústica no Projeto de Propulsores de Submarinos.....	48
Renovação da Atmosfera de Submarinos.....	54
Submarino Nuclear: um salto tecnológico da MB para garantir a soberania Nacional.....	60

HISTÓRICO

Do “TYPE XXI” ao “IKL-206” – A origem do “IKL-209”.....	73
Modernização de submarinos em proveito do desenvolvimento tecnológico e científico.....	79
Breve história da campanha dos U-BOATS no atlântico, durante a 1ª grande guerra.....	83

ARTIGOS DIVERSOS

Aula Inaugural do Cameco e C-ESP-MEC 2016.....	93
PROSUB: defesa e soberania.....	99
Documentos de defesa e a força de Submarinos.....	103
Psicologia de Submarino: da prevenção á atuação pós-acidente, um percurso teórico.....	107

PERISCOPADAS

Comemoração do 103º aniversário de criação da força de submarinos.....	113
--	-----



O EMPREGO DE CARTAS NÁUTICAS DIGITAIS NA MB



Capitão-Tenente Harlisson Fabrício de Assis Pereira

Com o passar dos anos, diversos equipamentos de auxílio à navegação foram desenvolvidos com a finalidade de prestar maior segurança aos meios marítimos, sobretudo aqueles que empregam Cartas Náuticas Digitais. De acordo com os requisitos de dotação de equipamentos e sistemas de bordo, estabelecidos na Regra 19 do Capítulo V da Convenção Internacional para Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS, 1974), as cartas náuticas eletrônicas são apoiadas por modernos sistemas eletrônicos de exibição e sua presença garante ao navegante uma redundância de informações de grande importância no que tange à segurança no mar. As definições e os conceitos sobre Cartas Náuticas Oficiais, Digitais e seus Sistemas serão apresentados a seguir.

1 CARTAS NÁUTICAS OFICIAIS

São as cartas impressas em papel, produzidas por um Estado, ou por um serviço hidrográfico por ele autorizado, de acordo com os padrões internacionais estabelecidos pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI). Sua atualização se dá por meio de Avisos aos Navegantes, envolvendo corte e colagem de trechos a serem alterados

(“bacalhaus”) ou sua total substituição por uma mais atual. No Brasil, a produção dessas cartas é de responsabilidade da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

2 CARTAS NÁUTICAS OFICIAIS DIGITAIS

Dependendo do formato utilizado podem ser dos tipos apresentados a seguir.

2.1 Carta Náutica Eletrônica ou *Electronic Navigational Chart (ENC)*

É o arquivo vetorial que apresenta informações cartográficas náuticas a partir de um banco de dados, produzida por um Estado, ou por um serviço Hidrográfico por ele autorizado, de acordo com os padrões da OHI, com dados criptografados, para garantir sua incorruptibilidade; e

2.2 Carta Náutica *Raster* ou *Raster Navigational Chart (RNC)*

É a imagem digitalizada georreferenciada de uma carta náutica em papel. Em outras palavras, são imagens formadas por uma matriz de pontos (*bitmap*), onde cada *pixel* é associado a uma posição geográfica, nos mesmos padrões de aceitação das ENC.

Atualmente, o desenvolvimento da base de dados cartográficos no Brasil se dá através do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), que após a obtenção do certificado ISO 9001/2008, possibilitou a produção de ENC nacionais, sendo então distribuídas pela Base de Hidrografia da Marinha em Niterói (BHMN), para utilização nos sistemas eletrônicos de exibição.

3 SISTEMAS ELETRÔNICOS DE EXIBIÇÃO

São os seguintes tipos de sistemas empregados para navegação marítima e fluvial.

3.1 Sistema Eletrônico de Exibição de Cartas Náuticas ou *Electronic Chart Display and Information (ECDIS)*

É um sistema utilizado para integrar as informações necessárias à navegação, onde armazena em seu banco de dados as ENC, suas atualizações e outras informações; e

3.2 Sistema de Cartas Eletrônicas ou *Electronic Chart System (ECS)*

É um sistema mais genérico que não cumpre as especificações pela IMO, porém ajuda a acompanhar a trajetória da embarcação, auxiliando assim sua navegação.

Por intermédio das modernizações ocorridas nos Submarinos da Classe TUPI e TIKUNA, passou-se a empregar o modelo ECPINS-W Sub (*Electronic Chart Precise Integrated Navigation System*), sendo outro modelo de ECDIS, também, aprovado pela IMO e fabricada pela empresa *OSI Maritime Systems Ltd*, que, devido à sua capacidade de integrar os principais dados provenientes de outros sensores, permite realizar uma

navegação mais precisa, o que é de grande importância em Submarinos por ocasião da realização de suas Tarefas Operativas.

Tal sistema possui diversas possibilidades de emprego, que vão desde a criação de Áreas Móveis de Exercício (AMX), criação de *Pool* de Erros (método utilizado em Submarinos de forma a gerar uma área de incerteza da sua posição), até uma forma secundária de obtenção de soluções para contatos, através de Análises de Movimento do Alvo de forma simples e rápida.

A navegação através do ECPINS-W Sub pode ser realizada tanto em ENC ou RNC. Contudo, por serem as ENC organizadas em camadas e apresentar elementos de forma personalizada ou automática, permitem uma maior interação com o navio. Além disso, por serem baseadas em bancos de dados, sua capacidade de incorporar informações de diversas fontes é ilimitada, diferentemente das RNC que não apresentam tantos recursos devido ao seu formato.

Devido as ENC estrangeiras serem de exclusividade dos Centros de Coordenação Regional, como o *International Centre for ENC (IC-ENC)*, operado pelo Serviço Hidrográfico do Reino Unido e, PRIMAR, operado pelo Sistema Hidrográfico Norueguês, sua aquisição se dá por meio de empresas autorizadas, como a OCEANTRACK, localizada no Brasil. Em contrapartida, as ENC nacionais são disponibilizadas de forma gratuita para os Navios da MB.

Em janeiro de 2017, o Submarino Tupi, ao realizar a operação ASPIRANTEX 2017, que teve dentre seus portos visitados a cidade de Mar Del Plata, no centro-leste da Argentina, realizou a aquisição de três cartas vetoriais que contemplavam a área marítima de acesso

e atracação no porto, a fim de prover uma maior segurança à sua navegação. A aquisição desse recurso de navegação, em conjunto com o Sistema de Exibição ECPINS-W Sub, propiciou ao Comandante mais um elemento

de auxílio à decisão, já que tal porto apresenta inúmeros bancos de areia, que mesmo sendo constantemente dragados, oferecem um risco considerável aos seus visitantes.



Figura 1 - Sistema de Exibição ECPINS.

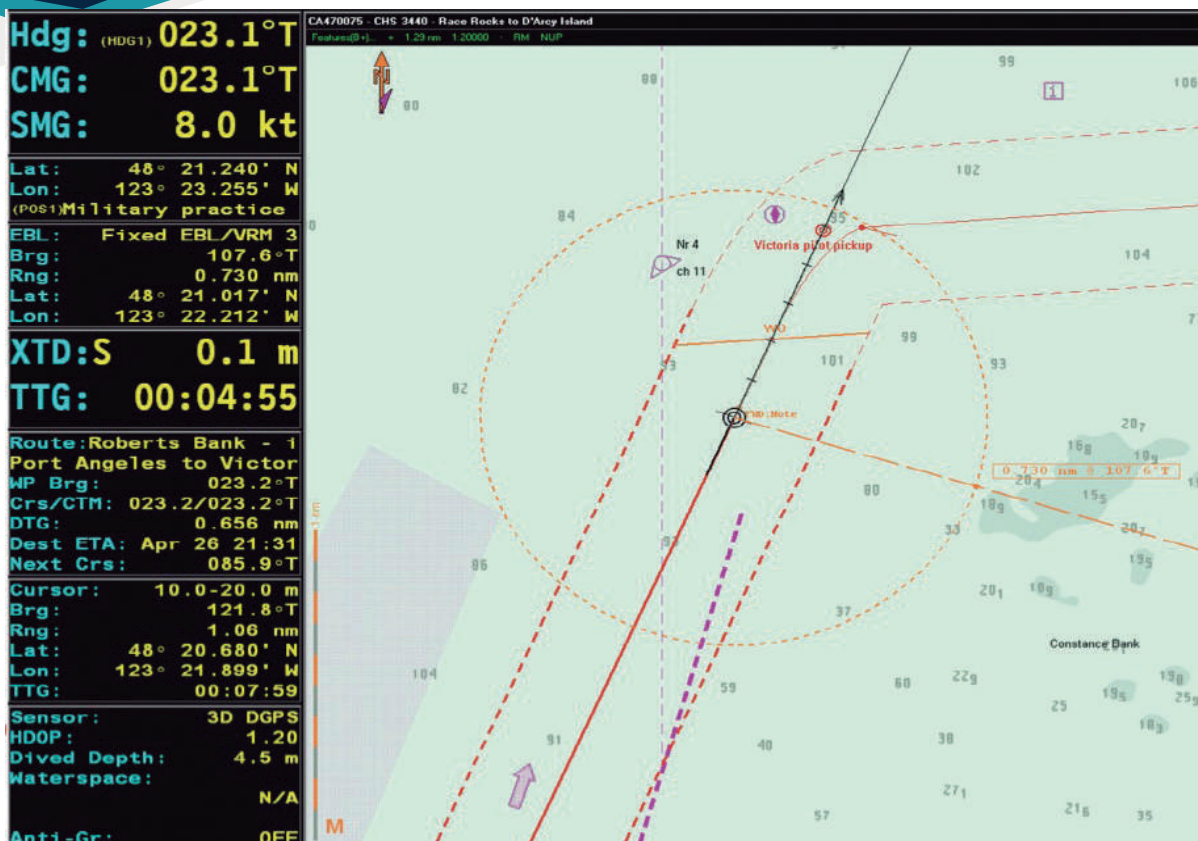


Figura 2 - Sistema de Exibição ECPINS-W Sub.

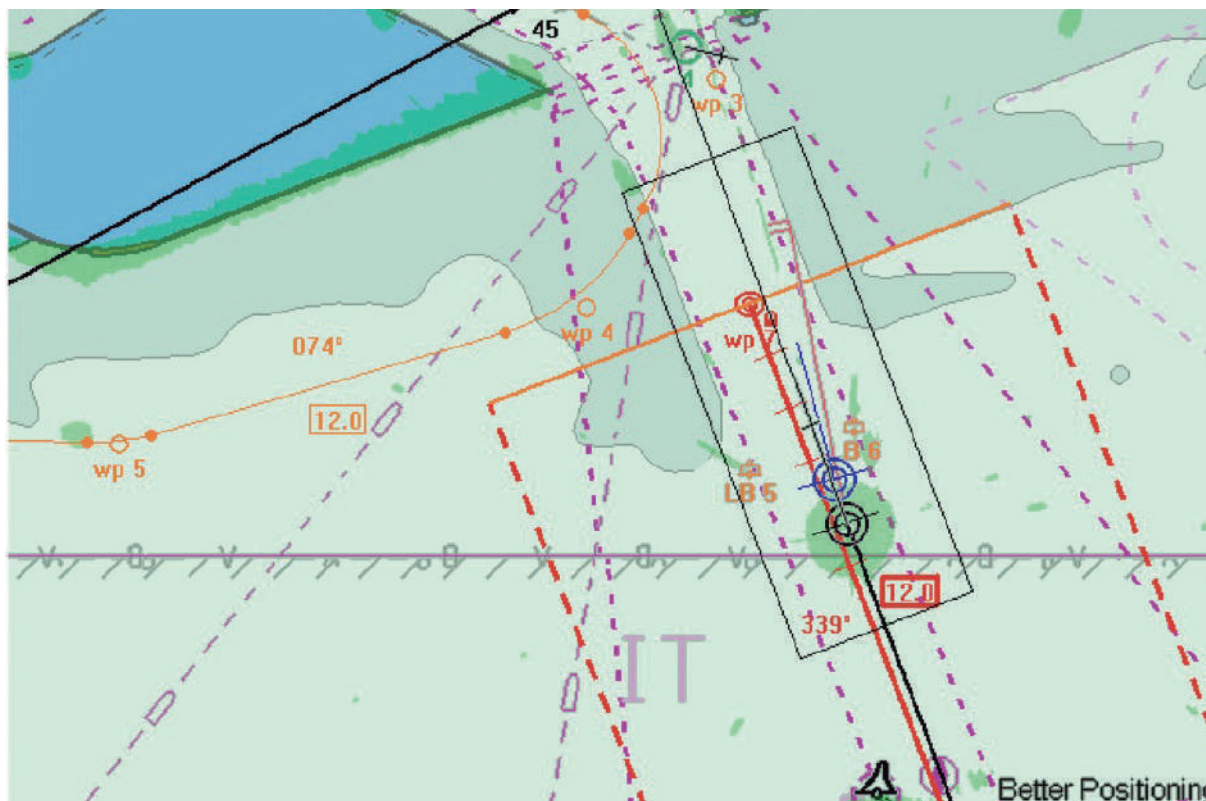


Figura 3 - Carta Náutica Eletrônica.

4 CONCLUSÃO

Apesar de as ENC não estarem autorizadas a substituir ou dispensar a única base oficial de navegação na MB, a carta em papel, empregadas pelos navios e embarcações, o emprego de cartas vetoriais garante ao navegante uma ótima ferramenta para que, em conjunto com a doutrina em vigor, resulte numa navegação eficaz e mais segura às vidas humanas que a empregam.

O Sistema de apresentação ECPINS-W Sub permitiu ao Submarino Tupi, por ocasião de sua navegação em águas internacionais (Aspirantex 2017), estar dotado do estado da arte, não somente em recursos de auxílio à navegação, mas também de compilação de quadro tático de navios operando com AIS (*Automatic Identification System*), contribuindo para o cumprimento, com sucesso, da missão recebida.



A *Amazul – Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A.* promove, desenvolve, transfere e mantém tecnologias sensíveis às atividades do Programa Nuclear da Marinha, do Programa de Desenvolvimento de Submarinos e do Programa Nuclear Brasileiro.

A empresa participa de projetos importantes, como o do Reator Multipropósito Brasileiro (RMB), voltado à pesquisa e à produção de radioisótopos para a fabricação de fármacos usados no diagnóstico e tratamento de doenças como câncer.

Outro projeto estratégico da Amazul é a gestão de conhecimento na área nuclear.

Tecnologia nacional em benefício da sociedade

www.amazul.gov.br

FAZEMOS FUNCIONAR



A EMGEPRON, empresa pública vinculada ao Ministério de Defesa (MD) por intermédio da Marinha do Brasil (MB), gerencia projetos e exporta produtos e serviços de alta qualidade, empregados pela MB, tais como navios-patrolha, munição de artilharia, sistemas navais, apoio logístico e estudos do mar.

A EMGEPRON pode atuar como “main contractor” em projetos de defesa e, autorizada pelo MD, como Interveniente Técnico para governos estrangeiros no acompanhamento da produção de material de defesa de empresas brasileiras em contratos de exportação.

A UTILIZAÇÃO DE MINISSUBMARINOS NAS OPERAÇÕES ESPECIAIS (OPESP)



Capitão-Tenente Felipe Fonseca Mesquita Spranger



Figura 1 - Utilização de *DIVER PROPULSION DEVICE* (DPD)

1 BREVE HISTÓRICO

Em dezembro de 1941, em plena 2ª Guerra Mundial, seis mergulhadores de combate da Marinha italiana, equipados com garrafa de ar comprimido que tinham autonomia de até 6 horas debaixo da água, saíram de um submarino próximo do porto de Alexandria (Alexandria, Egito) e entraram em minissubmarinos adaptados de torpedos. A pequena embarcação de 1,5 tonelada e 6,7 metros tinha velocidade de 2 nós (3,7 km/h) e comportava dois militares, sentados, um à frente do outro.

Eles penetraram no porto sem serem detectados e plantaram explosivos que neutralizaram dois navios de guerra e um

navio-tanque britânicos, no total de 80 mil toneladas. A história é famosa entre as OpEsp e analisada em detalhes no livro *Spec Ops* (Operações Especiais, em tradução livre), do Almirante estadunidense William McRaven.

2 PLATAFORMAS MARÍTIMAS

As plataformas de apoio às Operações Especiais (OpEsp) ganharam uma importância significativa nos últimos anos decorrente da necessidade de proteção das riquezas e dos recursos naturais, do combate ao narcotráfico, da pirataria, de assaltos à mão armada contra navios no mar territorial e bacias hidrográficas. A variedade de meios vai desde lanchas rápidas de pequeno porte e navios de combate litorâneo multi-emprego a casulos acoplados a submarinos para o lançamento de mergulhadores (DDS - Dry Deck Shelters) e veículos submarinos de transporte de mergulhadores de combate (SDV- *Swimmer Delivery Vehicles* ou DPD - *Diver Propulsion Device*).

No Grupamento de Mergulhadores de Combate (GRUMEC), as principais plataformas são seus botes infláveis de combate tipo Zodiac, as Hurricanes, os caiaques Klepper e os DPD.

Os DDS e os SDV são recursos utilizados pelos SEAL norte-americanos desde a década de

80. Cinco submarinos nucleares de ataque (SNA) da classe Los Angeles, classe *SeaWolf* e outros da classe Virgínia possuem adaptações no seu convés, à ré de sua vela e, sofreram modificações nas suas redes de ar comprimido, possibilitando o acoplamento do dispositivo conhecido por DDS que nada mais é que um casulo resistente que, após a entrada dos mergulhadores, é alagado e permite o lançamento enquanto o submarino permanece submerso, sem a necessidade de exposição do mesmo na superfície, aumentando a discrição. Dependendo da missão, o DDS pode ser utilizado para lançar as equipes com seus equipamentos individuais, botes infláveis ou SDV.

Os SDV, que são pequenos submersíveis pilotáveis, são utilizados por elementos de OpEsp para o deslocamento até um ponto próximo ao objetivo como, por exemplo, uma plataforma de petróleo ou mesmo uma área próxima à costa, onde os mergulhadores saem do veículo e realizam suas infiltrações mergulhados.

Quase nenhuma outra fase de uma OpEsp possui mais riscos que a inserção/infiltração. Nela, ocorre a colocação de pequenos contingentes de militares e equipamentos nas proximidades de objetivos de valor estratégico onde há a presença de uma oposição inimiga em superioridade numérica. Somente a extração de uma equipe, sob fogo inimigo, pode ser mais arriscada, e a plataforma utilizada nesta última, normalmente, é a mesma da inserção/infiltração.

3 DIVER PROPULSION DEVICE (DPD)

O GRUMEC está capacitado a fazer esse tipo de operação especial e possui os modernos minissubmarinos americanos da Stidd Systems.

Os equipamentos navegam a 3,2 nós (6

km/h), contam com carta eletrônica, navegação submersa, agulha magnética (bússola), profundímetro, computador de bordo, entre outras ferramentas de tecnologia. A Bateria de íon-lítio proporciona um desempenho sem precedentes, com mais de 2,5 horas de autonomia a velocidades superiores a 3 nós, proporcionando até 6 milhas náuticas de alcance. O DPD permite que mergulhadores de combate, com equipamentos, movam-se por longas distâncias tanto na superfície ou submersos, minimizando a fadiga e aumentando o tempo disponível no objetivo.

Além deste modelo da Stidd Systems, o GRUMEC também já testou e operou outro DPD, o *Blackshadow 730*, da alemã Rotinor e com o *design* assinado pela BMW. A Rotinor atua neste mercado desde 2009 e já vendeu o equipamento, que custa US\$ 95 mil a unidade, para as Forças Armadas da China, do Japão, da Itália e da Espanha.

O equipamento alemão é capaz de transportar quatro mergulhadores, tem mecanismos modernos e mapas de navegação avançados. O motor de oito cavalos de potência permite que se mova mais rapidamente que o modelo estadunidense.



Figura 2 - Militares do GRUMEC utilizando um DPD durante intercâmbio com o SEAL Team 2.



Figura 3 - DPD Blackshadow 730.

4 SWIMMERS DELIVERY VEHICLE (SDV)

SDV é um submersível tripulado “molhado”, usado principalmente para missões secretas ou clandestinas em áreas de acesso negado, dominadas por forças hostis e empregado para missões de operações especiais.

O SDV é inundado e os mergulhadores ficam expostos à água, respirando o ar comprimido de abastecimento do veículo ou usando seu próprio equipamento de mergulho. Sua bateria de íon-lítio, sendo equipado com propulsão, navegação, comunicação e equipamentos de suporte à vida.

Capacidades e características do SDV:

- transportar secretamente uma seção de seis mergulhadores de combate, com um raio operacional de 40 MN, a uma profundidade operacional de 6 a 10 metros, velocidade de cruzeiro de 5 nós e velocidade máxima de 7 nós;
- 8m de comprimento máximo;
- 300 kg de carga útil de equipamentos adicionais;
- profundidade máxima de operação 30 m (trânsito) e 100 m (não tripulados);
- navegação com agulha magnética e GPS, odômetro, sensores de indicação de nível da bateria e nível de indicação de ar, sistema que informa a temperatura da água de 10°C a 32°C, sistema de navegação “Doppler”, sonar de prevenção de colisão, comunicação interna, VHF e luzes indicadoras.



Figura 4 - Interior alagado de um DDS



Figura 5 - SDV sendo lançado de um submarino classe *Los Angeles* (momento anterior ao lançamento, ainda no interior do submarino).



Figura 6 - SDV sendo lançado de um submarino classe *Los Angeles* (momento após ao lançamento).

5 CONCLUSÃO

Os DPD são excelentes plataformas de apoio às operações do GRUMEC, atuando como grandiosos defensores da Amazônia Azul. Com o avanço da tecnologia e suas inovações, torna-se importante o aprimoramento interno

do Grupamento com relação a este método de infiltração. É sobretudo imperativo que o GRUMEC, por meio de intercâmbios, possa se manter atualizado e capacitado para utilizar novos equipamentos no estado da arte e aperfeiçoar sempre os métodos de operação, valendo-se dos equipamentos mais modernos na atualidade. O GRUMEC deve buscar no mercado ou ainda, criar normas padrão de operações para que os DPD também possam ser transportados e lançados por aeronaves, lanchas rápidas ou navios de superfície.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Advanced SEAL Delivery System. In : WIKIPEDIA Encyclopedia. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Advanced_SEAL_Delivery_System>. Acesso em : 18 fev.2017.

Blackshadow DPD. Disponível em: <http://www.rotinor.com/blackshadow-730/further-information>. Acesso em 18 fev.2017.

Blackshadow DPD. Disponível em: <http://www.landauuk.com/products/latest-products/rotinor-black-shadow-730/>. Acesso em 18 fev.2017.

Stidd System DPD. Disponível em: <https://stiddmil.com/diver-propulsion-device-dpd/>. Acesso em 18 fev.2017.

SISTEMA DE POSICIONAMENTO DINÂMICO

Segundo-Tenente Marco Vinícius Alves Gobatti

1 RESUMO

O artigo tem como propósito descrever, de maneira sucinta, o funcionamento do Sistema de Posicionamento Dinâmico, mostrar algumas atividades que dependem do sistema e listar algumas conclusões acerca das vantagens e desvantagens do mesmo.

2 INTRODUÇÃO

O Sistema de Posicionamento Dinâmico controla, automaticamente, a posição do navio e o “aproamento” de uma embarcação, seu desenvolvimento foi impulsionado pelas grandes empresas de exploração de petróleo em águas profundas na década de 60. Embora esse sistema tenha sido criado para plataformas de perfuração, outras áreas se desenvolveram com a criação desse sistema.

3 FUNCIONAMENTO DO POSICIONAMENTO DINÂMICO

Como citado acima, o Sistema de Posicionamento Dinâmico (SPD) é um sistema que controla, automaticamente, a posição e a proa de uma embarcação, se utilizando de propulsores, *thrusters* e leme. Um computador central, utilizando um

modelo matemático, que tem como variáveis os sensores de referência de posição (DGPS e GPS), sensores de vento (Anemômetros), sensores de movimento e giroscópios, é o responsável pelas correções de posição e interface com o operador. O sistema é capaz de conhecer a posição do navio, bem como a magnitude e direção das forças ambientais que afetam sua posição e, com isso, calcular como os propulsores, *thrusters* e leme deverão atuar para manter a posição do navio.

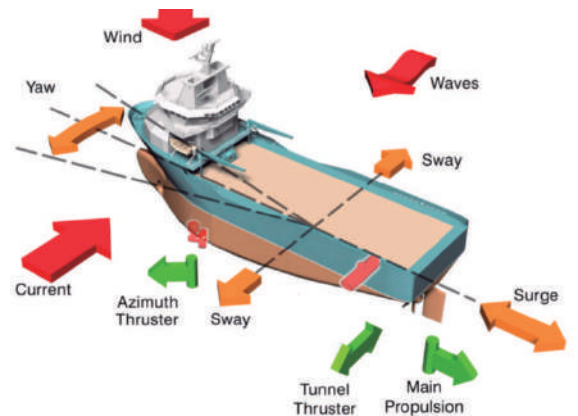


Figura 1 - Distribuição de forças em um navio com SPD

O SDP pode ser absoluto, onde é utilizado um ponto fixo como referência, a exemplo da posição DGPS, ou pode ser relativo, onde se utiliza como referência outro objeto em movimento, por exemplo, outro navio.

3.1 INTERFACES COM O OPERADOR

Abaixo, as figuras 2 e 3 mostram dois exemplos de interface. Podemos observar que o sistema apresenta ao Operador todas as variáveis recebidas, a posição GPS e DGPS, o vento, a corrente, qual a velocidade (lateral e frontal) do navio naquele instante e se o sistema está conseguindo receber essas informações ou não. O Operador também tem o controle de qual a porcentagem dos propulsores, dos *thrusters* e o ângulo de leme que o sistema está usando. É possível selecionar os limites de

variação de posição e de proa do navio. Caso sejam ultrapassados esses limites o sistema alarma, fornecendo uma maior segurança na utilização do SDP.

Essas informações são de grande relevância porque fazem com que, quem esteja operando com o SDP, tenha uma real noção do que está acontecendo com o navio e como as forças ambientais estão afetando o seu posicionamento. De posse dessas informações, o Operador poderá escolher realizar ou não algum trabalho marinho, ou até mesmo interromper algum que já esteja ocorrendo.

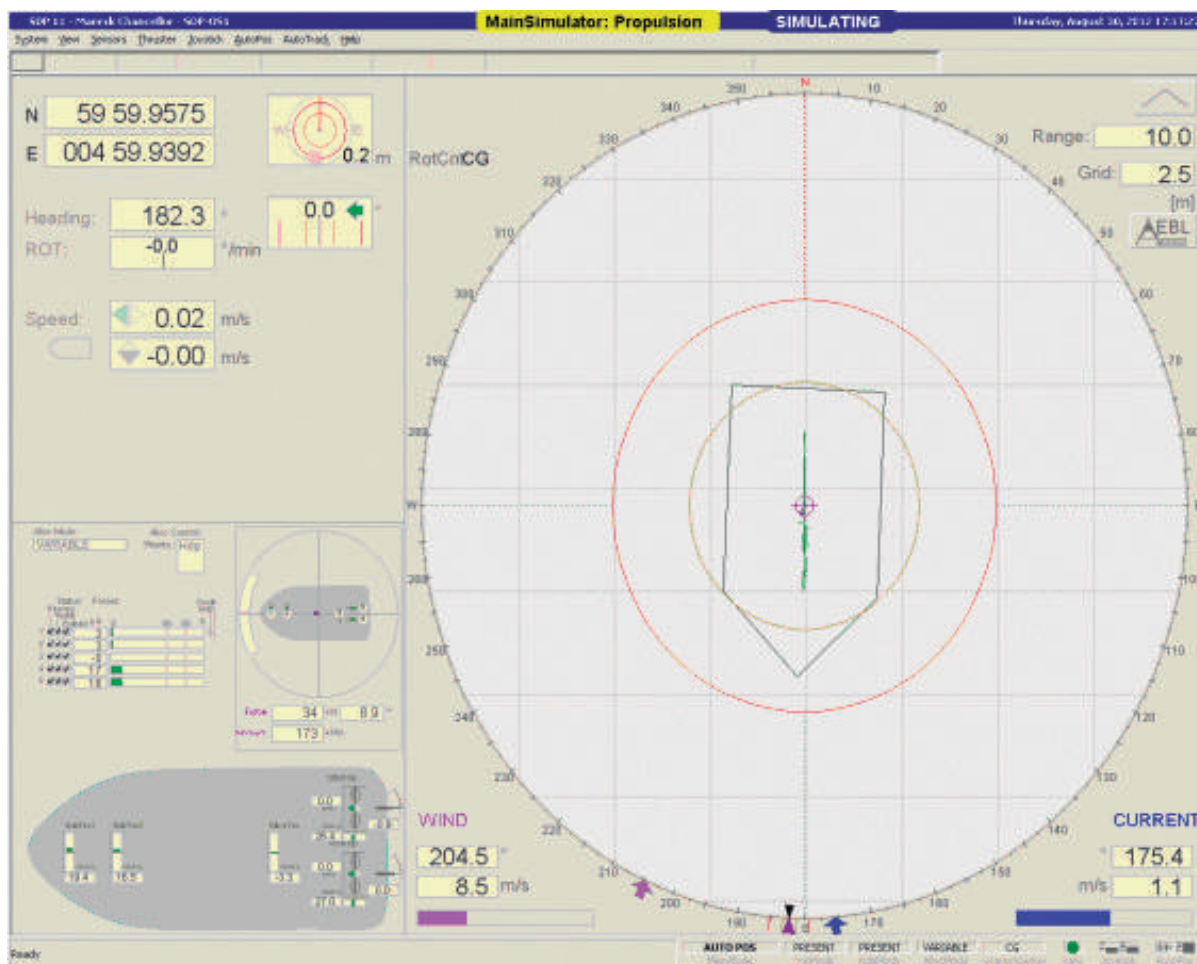


Figura 2 - Tela de apresentação do SPD.

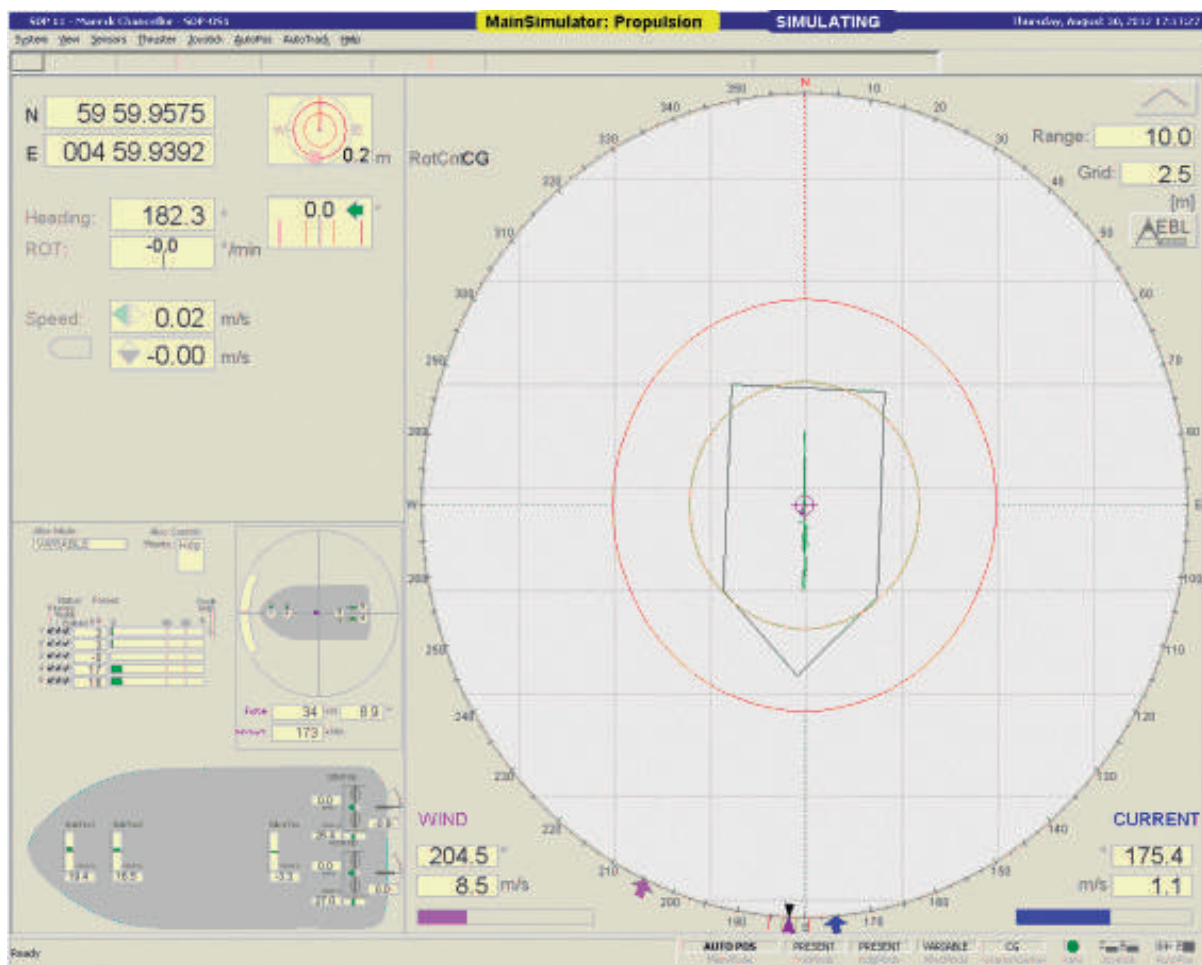


Figura 3 - Tela de apresentação do SPD.

4 ATIVIDADES DESEMPENHADAS POR NAVIOS EQUIPADOS COM POSICIONAMENTO DINÂMICO

As principais atividades exercidas por navios que possuem o SDP são: Sarsub, Suporte nas Operações de Mergulho, Suporte nas Operações com Veículos Remotamente Operados, Suprimento de Plataforma, Manuseio de Âncoras, Perfuração e Produção de Petróleo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O SDP traz uma grande versatilidade, operacionalidade e segurança para as fainas marinheiras, a capacidade de manter o navio flutuando na vizinhança de um ponto de referência foi uma grande evolução para os *off-shore*, principalmente da indústria de petróleo. Apesar de todas as vantagens do SDP, ele possui algumas desvantagens: alto consumo de combustível e custo relativamente alto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MARQUES, Felipe. Entenda de maneira simples como funciona um Sistema de Posicionamento Dinâmico. <<https://www.portal-maritimo.com/2017/02/17/entenda-de-maneira-simples-como-funciona-um-sistema-de-posicionamento-dinamico/>>, Acessado em : 02/06/2017.

Sistema de Posicionamento Dinâmico, <https://en.wikipedia.org/wiki/Dynamic_positioning>, Acessado em: 02/06/2017.

Sistema de Posicionamento Dinâmico, <https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_posicionamento_din%C3%A2mico>. Acessado em: 02/06/2017.

Sistema de Posicionamento Dinâmico, <<http://www.bst-tsb.gc.ca/eng/rapports-reports/marine/2011/m11n0047/m11n0047.asp>>, Acessado em: 02/06/2017.

TANNURI, Eduardo. Sistema de Posicionamento Dinâmico: Projeto, Análise e Novos Desenvolvimentos. São Paulo, 2009.



Bem Vindo a Bordo da Sauer do Brasil!

Conhecimento Naval para o mercado mundial.

A Sauer do Brasil, Localizada na Penha, Rio de Janeiro, está pronta para atender a todas às necessidades da Marinha do Brasil em suporte técnico, sobressalentes, manutenção preventiva, reparo, Revisão Geral e montagem de compressores novos com conteúdo local.

E-MAIL: comercial.brasil@sauercompressors.com.br

CURSO DE COMANDANTE DE SUBMARINOS NUCLEARES NA FRANÇA “COURCO/2017”



Capitão de Fragata Fernando De Luca Marques de Oliveira

Após uma abstinência de 10 anos, desde o último Curso de Comandantes de Submarinos (CCOS-Chile/2007), fui apresentado, tempestivamente, a um novo desafio. Um curso de comandantes inédito para um Oficial “não-OTAN”, cuja “Escola Doutrinária” era desconhecida, dentro de uma plataforma nuclear de ataque, a ser realizado no idioma francês e cujo índice reprobatório é de 20% (probabilidade que acabou se confirmando). Toda essa atmosfera de incerteza duelava com o fato de eu já ter sido nomeado o futuro Comandante do Submarino Tupi e que, um malogro no curso, poderia ter consequências indesejáveis.

A preparação para o “*Cours Commandement de Sous-Marins Nucleaires d’Attaque*” (COURCO) foi dividida em duas fases, a saber:

- Uma preparação de duas semanas em sala de aula/Treinador de Ataque (TA) do CIAMA, onde destaco os fundamentais empenhos do CC Câmara, que havia realizado o que seria o CASO francês, e do 1ºSG (MNF) Sébastien Bugli que, com especial dedicação, procuraram reproduzir no TA, um Compartimento de Comando de um Submarino Nuclear de Ataque (SNA) francês, bem como me iniciaram no conhecimento

fundamental da plataforma; e

- Uma preparação de três semanas na Esquadilha de Submarinos Nucleares de Ataque (ESNA), em Toulon, onde tive a oportunidade de embarcar no SNA RUBIS, me familiarizar com o idioma e a fraseologia associada, e de realizar alguns adestramentos nos simuladores franceses.

Durante o curso, um ponto me chamou a atenção. Como cada SNA possui duas tripulações (*ROUGE e BLUE*), percebi que cada Comandante guarda identidade com a sua tripulação, e não com o navio. Explico: Pareceu-me que o sentimento comum era de que os SNA pertenciam a ESNA e as tripulações a seus Comandantes.

No dia 22 de maio deu-se início ao COURCO.

A partir de então, cinco oficiais franceses e eu, cuja média de idade era de 10 anos inferior à minha, seríamos colocados à prova em termos de atitude, agressividade e postura, diante de cenários táticos complexos e meios navais no Estado da Arte. O COURCO se dividiu em duas fases:

1ª fase – em terra. Onde foram utilizados os simuladores (*Plataformes Saturne*), a fim de realizar os seguintes adestramentos:

- Retorno à cota periscópica (CP) da maneira mais expedita possível, em face de uma situação “taticamente carregada”, com o intuito de verificar se o Oficial-Aluno (OA) gerenciaria os elementos fundamentais relacionados com a segurança desse procedimento;
- Engajamento de uma Força Tarefa à CP, a fim de verificar como o OA organiza o trinômio segurança X agressividade X discricção, na presença de unidades aéreas e de superfície de alto valor militar; e
- Estudos de caso relacionados com acidentes, incidentes e o emprego de submarinos.

2ª fase – no mar. Dividida em DUAS etapas:

1ª etapa – **Tarefas Principais (*Lutte Anti-Sous-Marine(LASM)* e *Lutte Anti-Navire(LAN)*)**: durante duas semanas, ao largo da costa atlântica de Brest, foram realizados exercícios do tipo CASEX, a bordo do SNA EMERAUD, com a oposição de uma Fragata do tipo FREMM, uma Fragata tipo F70, um SNA (SNA SAPHIR), uma aeronave de patrulha marítima (MPA) tipo ATLANTIQUE e helicópteros do tipo NH-90 e LYNX; e

2ª etapa – **Tarefas Secundárias (*OPSCOT*)**: durante uma semana a bordo do SNA SAPHIR, ao largo de toda a extensão oeste da costa Corsa, foram conduzidas operações de vigilância, reconhecimento, fotografia e lançamento de agentes, com a oposição de Fragatas do tipo F70 e FDA, helicópteros, MPA e radares de vigilância de terra da Legião Estrangeira.

Durante o COURCO, muito me

impressionou a capacidade de trabalho e de gerenciamento de informações no Compartimento de Comando dos SNA, que tive a oportunidade de tripular (RUBIS, EMERAUD e SAPHIR). A sinergia e o comprometimento das equipes nas associações lógicas, em termos de acústica submarina e na solução de problemas de tiro, são ininterruptas e variam desde um simples retorno à CP, até o engajamento de uma Força-Tarefa em um ambiente tático de alta complexidade.

Na verdade, um submarino Convencional (SSK) realiza as mesmas tarefas que um SNA! O diferencial está na diversidade e na discricção com que um SNA pode realizar essas mesmas tarefas. Como por exemplo, a utilização de ferramentas de baixa frequência sonar (LOFAR) associada a uma mobilidade que pode atingir 22 nós, eleva o nível da guerra submarina, possibilitando a solução e o engajamento inimigo a distâncias superiores a 50Kyds.

Com o incremento do intercâmbio entre as Marinhas Francesa e Inglesa, a Marinha Nacional da França (MNF) agregou, formalmente, a partir de 2016, à sua doutrina, as técnicas “*EYES ONLY*”. Contudo, sua utilização ainda é pouco difundida, e sua versão é adaptada à realidade francesa, onde se privilegia a segurança em detrimento da indiscrição.

Suspendemos de BREST na manhã de 9 de junho, numa sexta-feira fria e chuvosa, a bordo do SNA EMERAUD, para a realização de uma série de CASEX SIERRA. A primeira fase constou de exercícios clássicos do tipo SUB X SUB com uma “fase de crise” onde o objetivo era o acompanhamento e a vigilância acústica entre os SNA SAPHIR e SNA EMERAUD, passando para uma “fase de guerra”, onde eram autorizados engajamentos com torpedos

de exercício F17. Nessa fase foram lançados dois torpedos F17 de exercício. Após, ainda dentro dos CASEX do tipo SIERRA, realizamos exercícios de acompanhamento coordenado de um SNA inimigo (SNA SAPHIR) com o auxílio de uma aeronave MPA ATLANTIQUE, sem lançamento de armas. Esses CASEX (S6/S7) duraram 5 dias. Foi uma empolgante experiência operativa poder operar coordenado com uma MPA, além de permanecer, por dias, acompanhado por um submarino nuclear de ataque, como se dentro de um cenário cinematográfico da “Guerra Fria”!

Após 120 horas ininterruptas de SUBXSUB, fomos introduzidos à guerra Antissuperfície. Momento em que se apresentaram para o serviço uma Fragata do tipo FREMM, uma Fragata do tipo F70 e uma Unidade de Alto Valor (HVU). Fizemos uma manhã de exercícios de segurança do tipo GODEX e partimos para a “Luta Anti-Navio” (LAN). Foram 198 horas de embate contra unidades

de valor militar extremamente performantes, em termos de material e aprestamento das equipes de COC. Com a oposição de campos de sonoboias, a presença constante das MPA, “DIPs” de helicópteros “saltadores” e coberturas AS patrocinadas pelo sonar CAPTAS 40 (FREMM) de alto desempenho, foram momentos operativamente ricos e que culminaram com o lançamento de 3 torpedos F17 de exercício.

De volta a Toulon, embarcamos no SNA SAPHIR para a derradeira e mais demandante semana de minha vida operativa como submarinista! Ao largo da costa Corsa, realizamos 139 horas de Operações Secundárias entre lançamento de agentes e Operações de Reconhecimento e Vigilância sob a onipresença de Fragatas FREMM e F70. Onde pudemos aplicar toda a experiência vivida até ali, nos aproximando, na CP, a 3000 metros de costa e, por vezes, a 1000 metros de um agressivo escolta.



Figura 1 - Fragatas FREMM.

Após 318 horas de Tarefas Principais traduzidos em CASEX do tipo S6, S7, A6, A7, E4 e C4, face a cenários táticos complexos e uma FT de performante valor militar, cinco lançamentos de torpedos de exercício (F17)

e 5,5 dias de Tarefas Secundárias na Costa Corsa, chegou ao fim o COURCO 2017. E, felizmente, de maneira exitosa.

Sem a tentativa de mistificar, ou mesmo supervalorizar, foram dias intensos,

demandantes e cansativos, mas que se revelaram em uma bela experiência, com a leveza da sensação do dever cumprido.

Atitude combativa, dedicação, seriedade e comprometimento são alguns dos muitos atributos que eu vivenciei junto ao COURCO/2017. Acima de tudo, me considero um privilegiado por ter tido a honra

de ser o primeiro Oficial Brasileiro a realizar um Curso de Comandantes a bordo de um Submarino Nuclear de Ataque. *Un Gross Remercie!*

“CF DE LUCA, OFFICIER-STAGLAIRE EN CHARGE, JE PRENDS LA MANOEUVRE!”



Figura 2 - Convés do Submarino Emeraud.

8º Annual Submarine and Submersible Operation Summit (LONDRES) – 2017



Capitão de Corveta Eduardo Fagundes Costa

1 O CONGRESSO

O evento nº 198-I do Programa de Conclaves Não Governamentais no Exterior para 2017 (PCNGE-2017) - *8th Annual Submarine and Submersible Operation Summit*, foi realizado em duas salas de conferência do *Novotel West London* (Figura 1) e teve como

única Organização Patrocinadora a, então, empresa *DCNS*, hoje *Naval Group*. Em virtude de uma alteração da agenda divulgada no site oficial do evento, o congresso foi reduzido para apenas dois dias (26 e 27 de abril de 2017) e os *workshops* programados para o dia 25 de abril foram transferidos para o dia 27, logo após as apresentações (Figuras 2 e 3).



Figura 1 - Local de realização do evento.



O propósito da representação foi participar somente como observador e coletar informações relativas às principais atividades, capacidades e aquisições das Marinhas de outros países, no que diz respeito às Operações de Submarinos, a fim de contribuir para o aperfeiçoamento de cursos e da doutrina adotada pela Marinha do Brasil (MB) e para a decisão de futuros contratos e compromissos.

Participaram do congresso, representantes militares e governamentais da Alemanha, Bélgica, Reino Unido, Noruega, Estados Unidos, Espanha, França, Grécia, Malásia e Brasil. Também se fizeram presentes, as seguintes entidades: *NATO Centre of Excellence for Confined/Shallow Waters*, *Combined Joint Operations from the Sea Centre of Excellence*, *European Unmanned Maritime Systems*, *International Institute for Strategic Studies* e *NATO Maritime Research Centre* e, as empresas: *DSO National Laboratories*, *SYSTEMGIE*, *DCNS*, *IHS Janes*, *Calzoni*, *Thales Underwater Systems*, *Lockheed Martin*, *ThyssenKrupp Marine Systems*, *MacTaggart Scott*, *Elettronica*, *Zoll*, *EGUERMIN* e *TNO*.

2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

O congresso foi bem definido quanto ao tema principal abordado em cada um dos seus dois dias, nos quais se destacaram os seguintes aspectos:

No primeiro dia, foram salientadas e discutidas as dificuldades enfrentadas e a necessidade de aprestamento das Forças Navais atuantes no Atlântico Norte mediante as “novas” e antigas ameaças, principalmente na guerra abaixo d’água. Deste modo, foram ressaltados os pontos a seguir:

- O ressurgimento da Rússia no cenário bélico e o investimento maciço das Forças

Armadas da China;

- Os investimentos tecnológicos que estão em desenvolvimento pelos Governos e as indústrias atuantes na área de Defesa, para que sejam mantidas as vantagens estratégicas e táticas do emprego de submarinos dentro deste cenário, como também as novas possibilidades que estes investimentos poderão trazer para os submarinos e o futuro da guerra abaixo d’água; e

- A forma ostensiva com que eles consideram a Rússia, tratando este país como uma ameaça aos componentes da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), além da pressão direta dos seus membros europeus sobre os Almirantes da *US Navy* presentes no congresso, exigindo a necessidade de uma maior interação e o aumento das operações navais combinadas no Atlântico Norte.

Ainda no primeiro dia, ocorreu a apresentação do CMG Razib (*Royal Malaysian Navy - RMN*), onde foi feita uma breve explanação sobre a experiência obtida na aquisição de dois submarinos *Scorpène* e na criação da primeira Força de Submarinos de seu país, há cerca de 10 anos. Após as apresentações, pude conversar com o CMG Razib e obter informações mais detalhadas desse processo de aquisição, haja vista que são submarinos semelhantes aos que a MB está adquirindo em parceria com o Governo da França. O detalhamento dos principais pontos desta conversa será abordado mais adiante.

No segundo dia, todas as apresentações tiveram como tema principal os *Unmanned Maritime Vehicles (UMV)*. Dentre os assuntos abordados, pode-se ressaltar:

- As novas tecnologias em desenvolvimento e as formas que estas plataformas não tripuladas poderão ser empregadas na Guerra Naval, para melhorar as capacidades dos navios e dos

submarinos;

- O desenvolvimento de protótipos para serem utilizados abaixo da água (*Unmanned Underwater Vehicles - UUV*) e que poderão, dentre outros aspectos, aumentar as capacidades de *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance (ISR)*; e

- A “mesa redonda” a respeito do futuro dos *UMV* nas Marinhas, onde foram levantadas algumas questões, dentre elas, se esses veículos serão capazes de substituir as plataformas tripuladas ou se apenas serão uma extensão delas. Também foram apresentados, para reflexão de todos, os aspectos jurídicos advindos desta nova tecnologia, pois as regras de segurança marítima internacional, regidas pela *International Maritime Organization (IMO)*, não legislam sobre este tipo de plataforma e também não abordam as implicações jurídicas no caso de um acidente envolvendo este tipo de veículo.

3 CONHECIMENTOS OBTIDOS

3.1 Objetivos e avanços tecnológicos

O Contra Almirante Moises Del Toro III, Comandante Adjunto para a Guerra Submarina (*US Navy*), apresentou algumas das principais tecnologias em desenvolvimento, aplicadas a submarinos, dentre as quais, destaca-se o uso maciço de sensores submarinos passivos e ativos, de baixa frequência, para o incremento das ações de *ISR*; as dificuldades em se manter as comunicações com esses sensores, principalmente a longas distâncias, o que levou ao estudo para o desenvolvimento de comunicações submarinas através de ondas espirais; o estudo de materiais para construção de cascos com tecnologia *stealth* para se contrapor a evolução destes sensores;

os avanços na área da robótica, através de projetos de robôs com inteligência artificial para serem utilizados como mergulhadores; e o desenvolvimento de simuladores com realidade aumentada, tornando os adestramentos muito próximos da realidade a bordo do submarino.

Em seguida, comentou sobre os desafios e as dificuldades de integração de todas essas inovações em uma única plataforma. Deste modo, a *US Navy*, em virtude de ainda não haver ameaças que contraponham os submarinos da classe *Virginia* e que, assim, justifiquem o projeto de uma nova classe de submarinos, decidiu adotar a implementação em blocos, ou seja, cada bloco contempla um determinado tipo de inovação e que atende a um propósito específico. Com isso, é possível realizar alterações pontuais em cada submarino da classe para que eles possam realizar um tipo de tarefa peculiar a essa modificação. O bloco cinco, dado como exemplo, prevê uma modificação nos submarinos classe *Virginia* para que eles possam realizar o lançamento e controle de *UUV*, permitindo o incremento nas ações de *ISR*.

Finalmente, destacou a forma como estas inovações vêm ocorrendo atualmente, pois, antigamente, as tecnologias surgiam para atender demandas militares e, somente depois, eram expandidas para o uso comercial. Contudo, presentemente observa-se a inversão desta ordem, em que tecnologias já aplicadas no meio civil são adaptadas e utilizadas na indústria de defesa (como exemplo, foi noticiado o uso de *PlayStation* portáteis para treinamento de militares da *Royal Navy*). Desta forma, ressaltou a importância da constante proximidade entre a Marinha e a indústria nacional, para que esta possa saber os anseios e necessidades da Força Naval e, assim, desenvolver projetos e tecnologias que

lhes atendam, mutuamente.

Complementando este tema, em outra apresentação, o Sr. Xavier Mesnet (DCNS) e o Sr. Olivier Raboutin (Thales) apontaram as constantes evoluções das capacidades dos submarinos, ressaltando os recentes avanços em sua mobilidade, através da redução do consumo de energia elétrica e o aumento em sua capacidade de armazenagem; a ampliação do armazenamento de armamentos a bordo; e o incremento constante na capacidade dos sensores e da conectividade entre eles.

Desta forma, vem ocorrendo um aumento do número de submarinos convencionais com propulsão independente de ar (AIP), permitindo uma maior permanência em cotas abaixo da periscópica, reduzindo o número de “snorkels” e, conseqüentemente, aumentando a sua discrição durante as missões realizadas. Dentre outros aspectos, este avanço fez com que ocorresse a necessidade de altos investimentos em sonares capazes de detectar estes submarinos. Por fim, para que se tenha uma ideia das cifras envolvidas, foram divulgados os investimentos dos Estados Unidos (EUA), França, Reino Unido, Alemanha, Austrália e Japão para aumentar as capacidades de seus sonares, os quais somam valores da ordem de 4,7 bilhões de Euros e com previsão de mais 5,3 bilhões de Euros para os próximos 20 anos, isto somente com a empresa Thales. Apenas os EUA, recentemente, adquiriram 250 sonares para equiparem seus helicópteros ASW.

3.2 Avaliação do papel dos submarinos sob o ponto de vista da NATO (2017)

O C. Alte Matthew A. Zinkle, Comandante da Força de Submarinos da *NATO Allied Maritime Command* (ComSubNATO),

realizou uma apresentação mostrando as atividades em que seu comando e meios subordinados estão envolvidos e as atuais dificuldades que enfrentam.

O ComSubNATO tem sob seu comando 42 militares em seu *staff* e 19 submarinos de 13 países membros da OTAN (Figura 4), atuando principalmente no Atlântico Norte e no Mar Mediterrâneo, em uma região com um intenso tráfego de todos os tipos de navios (cerca de 30 Marinhas possuem submarinos operando na área) e com conflitos iminentes. Além do planejamento e execução das comissões atribuídas aos submarinos subordinados (Figura 5), também tem participação ativa na *International Submarine Escape and Rescue Liaison Office* (ISMERLO) e na *Sea Guardian*, que é uma operação recém-criada pela OTAN em meados de 2016, com o objetivo de realizar tarefas de segurança marítima (Figura 6). No final de 2016, por exemplo, a *Sea Guardian* atuou no Mar Mediterrâneo prestando apoio para aumentar a conscientização da situação marítima, ajudando na luta contra o terrorismo no mar e contribuindo para o reforço da capacidade de segurança marítima.

Dentre as preocupações e as dificuldades relacionadas à guerra antissubmarino no Teatro de Operações da OTAN no Atlântico Norte, destaca-se a intensificação das operações navais russas na área, com o emprego de seis submarinos no Mar Báltico e mais três a caminho, configurando a sua maior atuação desde a Guerra Fria. Em seguida, ressaltou a importância do restabelecimento de antigas alianças; a intensificação do planejamento e treinamento conjunto com os países membros da OTAN, focando principalmente nas operações no Mar Mediterrâneo e no Atlântico Norte; a necessidade de revisão das publicações



13 contributing Allied Nations with 90+ submarines available

Figura 2 - Os países que integram o ComSubNATO.

Staff (42)

- Operations
- Exercises
- Plans/Policy
- Communications
- ISMERLO (+ US Navy Reserve Det)
- Watch Teams – Ops and Comms

Missions

- NATO Submarine Operating Authority (SUBOPAATH)
- Submarine Movement Advisory Authority (SMAA)
- NATO Submarine Broadcast Authority (BCA)
- International Submarine Escape and Rescue Liaison (ISMERLO)

Exercises

- Dynamic MONGOOSE (ASW North)
- Dynamic MANTA (ASW Med)
- Dynamic MONARCH (Sub Rescue)
- Other LIVEXs (TRIDENT JUNCTURE, NOBLE MARINER)

Operations

- Operation SEA GUARDIAN
- Theater Anti-Submarine Warfare (TASW)*
- Standing NATO Maritime Group Support
- Assurance Measures

* When delegated

Figura 3 - Informações básicas do ComSubNATO.



Operation SEA GUARDIAN



Mission: Comprehensive Maritime Security Operations

Primary Tasks: **Maritime Situational Awareness**
Counter-Terrorism
Regional Maritime Capacity Building

If Directed : Maritime Interdiction
Freedom of Navigation
Countering Proliferation of WMD
Protection of Critical Infrastructure

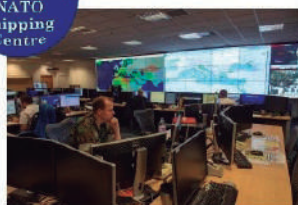


Figura 4 - Operação Sea Guardian.

da OTAN; o uso da tecnologia como um fator multiplicador de força; e o incremento da segurança nas comunicações entre os países aliados (*voz, network* e o compartilhamento da rede VLF americana com os países aliados).

3.3 O futuro da Guerra Antissubmarino – Desafios e Soluções no cenário atual

“A Rússia envia o seu maior submarino nuclear balístico (SSBN) para o Báltico”, “Coreia do Norte apresentou, pela primeira vez, um míssil balístico lançado de submarino” e “China constrói estaleiro com capacidade de construir quatro SSBN, simultaneamente”. Recentemente, manchetes como as apresentadas acima vem preocupando,

principalmente, os países membros da OTAN, o que levou este tema a ocupar boa parte da agenda do primeiro dia de congresso.

Os debates tiveram como enfoque a região do Atlântico Norte e o ressurgimento da Rússia, destacando-se os seguintes aspectos:

- O crescimento dos investimentos da Marinha da Rússia em treinamento, construção e modernização de sua Força de Submarinos, com a adoção de uma postura de redução de meios, mas com a melhoria das capacidades e aumento das operações em áreas de interesse. Dentro deste contexto, foram feitos questionamentos a respeito da qualidade desses novos investimentos, já que muitas das vezes, a Rússia divulga informações, mas não as demonstra. O C. Alte Matthew A. Zinkle

relembrou que muitas destas informações são reservadas, mas que apenas o fato dos submarinos russos serem capazes de lançar mísseis nucleares balísticos, aliado a postura militar russa na região, já é suficiente para que ela se enquadre como uma ameaça;

- Os submarinos da classe *Delta IV*, por exemplo, receberam dois *refits* recentes em seus mísseis balísticos (Sineva R-29RMU2.1), sendo capazes de lançar 16 mísseis sobre um mesmo alvo, com o submarino mergulhado e em movimento, à uma distância de até 8.300km (o suficiente para atingir alvos na China, nos

EUA e na Europa). Adicionalmente, em 2002, um submarino desta mesma classe foi modificado para se tornar um navio-mãe de *UUV* e ser empregado em tarefas de *ISR*;

- A Rússia não segue normas e acordos internacionais. Algumas atividades são identificadas, sem que se conheça positivamente o autor, como exemplo, as supostas violações ao mar territorial sueco, as investidas desconhecidas nas proximidades das bases dos SSBN britânicos e o lançamento de cabos submarinos no Mar Báltico por submarinos russos;

RUSSIA'S BASTION DEFENCE CONCEPT



Figura 5 - O conceito das Zonas de Bloqueio estabelecidas pela Rússia.

- A Rússia vem testando as linhas de acesso ao Atlântico Norte e estabelecendo círculos de

segurança que poderão determinar diferentes zonas de bloqueio, preparando o complexo

ambiente submarino para dar-lhes vantagem em conflitos futuros (Figura 7);

- Não seria correto dizer que se trata de uma 2ª Guerra Fria, pois existem outros atores envolvidos, novas tecnologias empregadas e outra ideologia. Contudo, em declaração recente do V. Alte James Foggo III, Comandante da 6ª Frota, foi dito que as relações entre a Rússia e os EUA no âmbito da Guerra Submarina podem ser interpretadas como a “4ª Batalha do Atlântico”, comparando a atual postura submarina russa com aquela adotada nas Duas Grandes Guerras e na Guerra Fria;

- O palestrante Coronel John Andreas Olsen, Adido de Defesa da Noruega no Reino

Unido, foi questionado se ele achava as linhas de defesa europeias fracas. O oficial norueguês disse que não, mas exaltou a necessidade de cooperação entre os países membros da OTAN, principalmente dos EUA, para que esta Aliança possa se contrapor as investidas russas na região. Para tal, destacou a necessidade de revisão da estrutura e da estratégia *ASW* da OTAN, além da intensificação dos exercícios *ASW* no Atlântico Norte (respeitando os limites territoriais da Rússia) para que se conheçam melhor as características da região (as águas rasas do Báltico, por exemplo, são um fator dificultador, devido às suas peculiaridades quanto ao comportamento do som); e

- Dentre as dificuldades existentes na

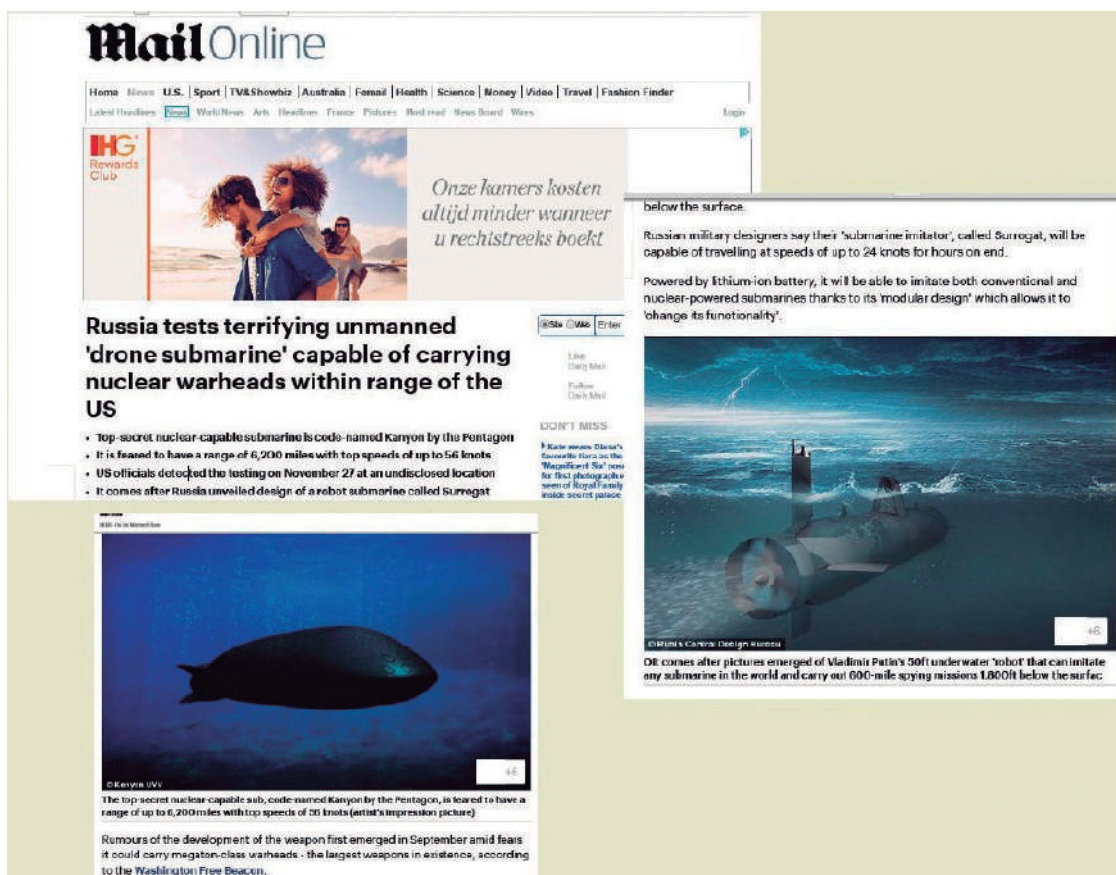


Figura 6 - Algumas matérias recentes a respeito do desenvolvimento de UUV.

realização destas operações conjuntas entre os países membros da OTAN, foram citadas as divergências entre as leis em vigor, a política de inteligência adotada e a falta de integração dos sistemas utilizados pelos meios de cada país.

3.4 As perspectivas e desafios no emprego de veículos marítimos não tripulados (UMV)

Atualmente, as principais Marinhas do mundo vêm envidando esforços para desenvolverem e implementarem o uso de *UMV* em suas Forças Navais (Figura 8). Mesmo nessas Marinhas, o

assunto ainda é recente e demanda investimentos e estudos para que se possam mensurar as reais capacidades e possibilidades desse novo recurso e, assim, realizar as adaptações necessárias para a sua operação.

O corrente avanço no desenvolvimento de *UMV* possibilitou que o seu uso viesse a complementar as tarefas realizadas pelos meios navais (Figura 9), sendo este fato atribuído ao:

- incremento na arquitetura e capacidade de processamento de dados;
- avanço na capacidade de geração de energia;

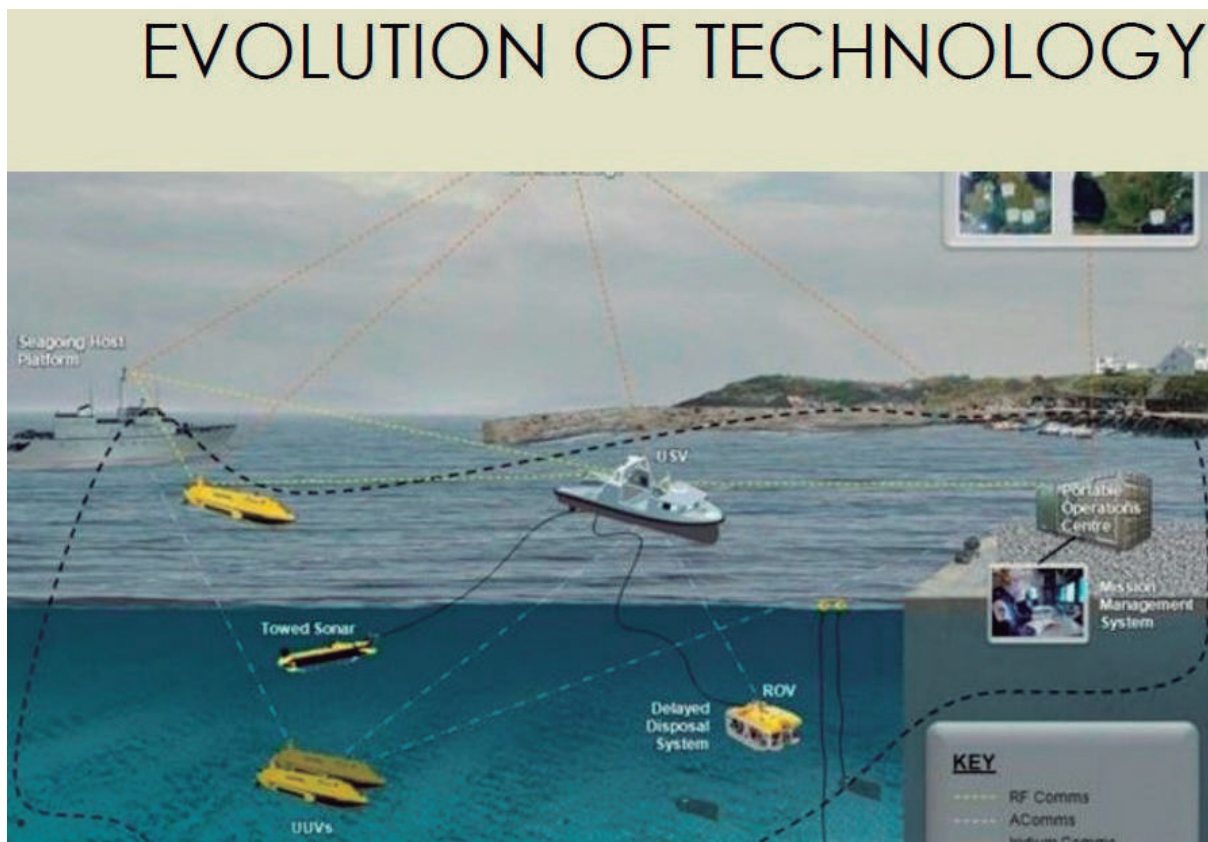


Figura 7 - A evolução da tecnologia.

- aumento da confiabilidade das comunicações; e
- desenvolvimento de sensores menores,

mais leves, de baixo consumo, com maior alcance e precisão.

No que diz respeito ao emprego dos *UMV*,

dando ênfase ao uso de veículos submarinos não tripulados (*UUV*), destacam-se o apoio às Operações Antissubmarino, as operações de *ISR* e a desativação de minas (Figura 10). Dentre as possibilidades provenientes do seu emprego, ressalta-se:

- a capacidade de esclarecimento de uma determinada área, sem colocar em risco o seu navio-mãe (conforme foi dito no item anterior, a Rússia está à frente das outras nações neste aspecto, tendo em vista que já possui um submarino classe *Delta IV* com essa capacidade);

- a expansão da cobertura de uma área de patrulha, podendo patrulhar simultaneamente com o navio-mãe e os *UUV*, os quais podem ser dotados de sonares de baixa frequência; e

- a maior agilidade e menor risco nas operações de detecção, classificação, identificação, plotagem, neutralização e destruição de minas. Estima-se que a “limpeza” de uma área minada, realizada em 15 dias por navios varredores, possa ser concluída em cerca de 16 horas por *UUV*, ainda com a vantagem de não oferecer risco de acidentes. Em junho deste ano, aconteceu um evento onde as indústrias do setor puderam mostrar as capacidades de seus *UUV*, tendo estes que desarmar uma área com 20 minas implantadas, em uma região de águas rasas e com forte efeito de corrente.

Também foram apontadas as principais dificuldades e desafios para a implementação e emprego de *UMV*, dentre os quais se destaca:

- a combinação e integração de plataformas complexas (submarinos) com diversas plataformas pequenas e de menor valor;

- a padronização dos elementos de Comando e Controle;

- a necessidade de um maior diálogo

entre as Marinhas e as indústrias de defesa, de modo a definir as reais demandas, estabelecendo parâmetros e limitações para o desenvolvimento dos *UMV*;

- os entraves para o emprego desta tecnologia em operações conjuntas entre os países membros da OTAN, tendo em vista que cada Estado (o governo, suas universidades e indústrias) tem os seus interesses econômicos e estratégicos, não podendo compartilhar determinadas informações e, em outras situações, evitando que elas sejam “*hackeadas*” ou roubadas (Figura 11);

- a inexistência de uma definição legal para um *UMV*. Adicionalmente, as legislações nacionais também não têm uniformidade em suas regras quanto ao ingresso de um *UMV* em seu Mar Territorial (Figura 12). Em virtude de lacunas como estas, a *IMO* se reuniu, em junho de 2017, para discutir a respeito da regulamentação de *UMV*, pressionados principalmente pelos interesses da *Rolls-Royce*, que tem investido nesta tecnologia e está disposta a comercializá-la; e

- a preocupação, em um futuro próximo, de como será realizado o controle desse intenso tráfego submarino não tripulado, além do aumento da ensonificação do ambiente subaquático.

Finalmente, foram levantadas algumas questões para reflexão, motivadas pelo fato de que ainda não se pode prever o caminho do desenvolvimento e posterior emprego destes *UMV* irá: “No futuro, eles poderão substituir os navios antissubmarino ou apenas serão uma extensão deles? Com o aumento da capacidade de processamento e de comunicações, estes veículos poderão forçar a redução do número de pessoas a bordo?”. Fazendo analogia aos Veículos Aéreos Não-

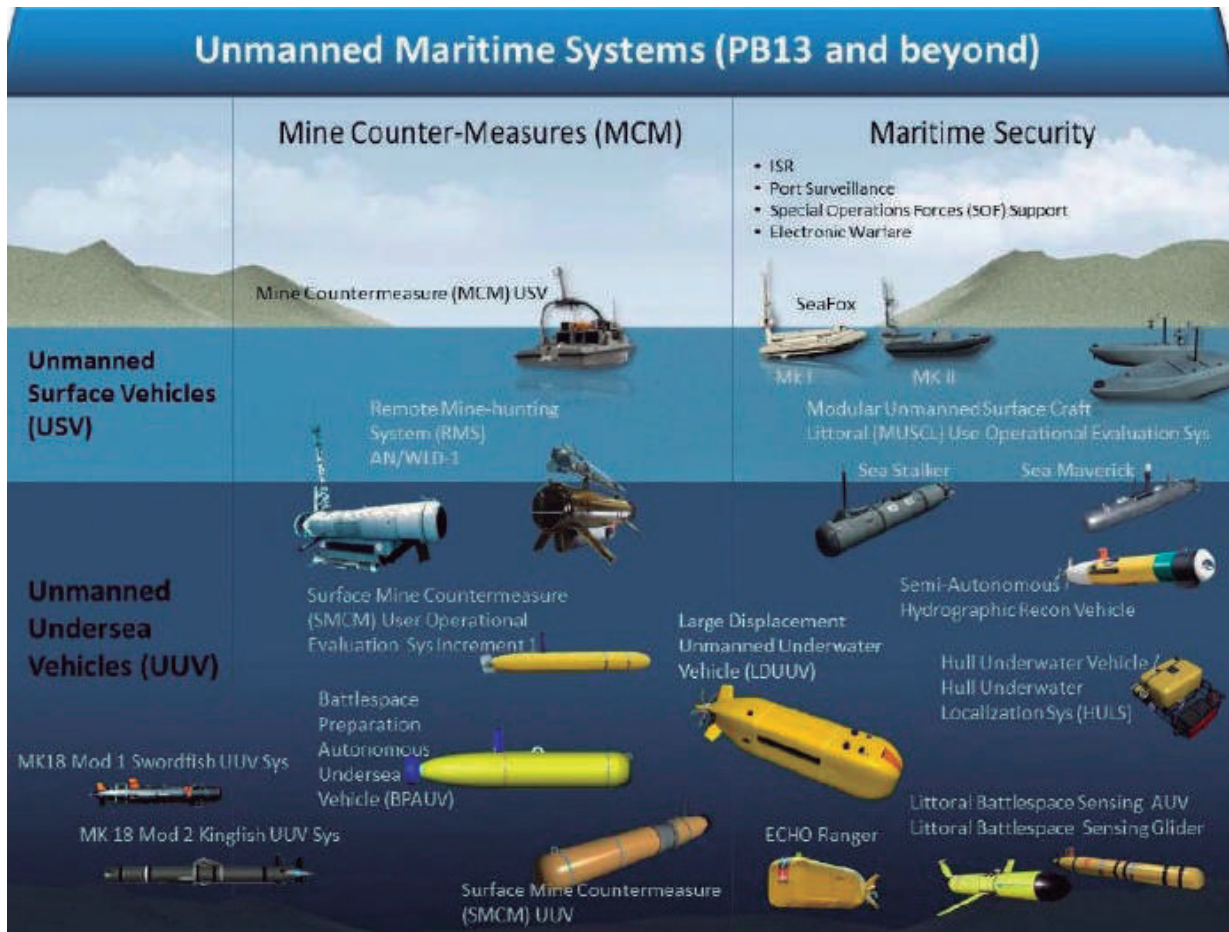


Figura 8 - O emprego dos UMV.



Figura 9 - Legislações costeiras nacionais

Tripulados (VANT), que já estão em estágio avançado de desenvolvimento e emprego, pode-se observar que o seu uso em operações aumentou exponencialmente (estima-se que o EUA tenham cerca de oito mil VANT), mas o número de caças não reduziu, ou seja, este recurso está sendo utilizado para complementar e aumentar as capacidades das Forças Armadas, aumentando os seus custos, sem que haja a substituição de meios.

3.5 Experiências da *RMN* com os submarinos *Scorpène*

Ao longo dos dois dias de congresso, pude conversar com o CMG Razib, Comandante do Centro de Treinamento de Submarinos da *RMN*, o qual passou algumas informações a respeito da Marinha de seu país e o processo de aquisição dos submarinos *Scorpène*.

A Malásia é um país situado no Sudeste Asiático, banhado pelo Mar da China. Cerca de 50% da frota de navios mercantes do mundo trafegam pela região e o fluxo de navios-tanque é três vezes maior do que no Canal de Suez. Diante disso, se faz necessária a manutenção de uma Marinha adestrada e bem equipada, capaz de contribuir para a garantia da salvaguarda dos seus interesses nacionais.

Deste modo, a *RMN* criou a sua Força de Submarinos há cerca de 10 anos, fruto de um contrato de aquisição de dois submarinos *Scorpène*, assinado em meados de 2002, em uma parceria entre a DCNS (França) e a Navantia (Espanha). O intervalo entre a entrega destes dois submarinos foi de apenas nove meses e, como a *RMN* não possuía nenhuma “expertise” na operação destes meios navais, também foi incluído no contrato a revitalização de um submarino da classe *Agosta*

(antigos submarinos convencionais franceses) para que fosse utilizado na formação inicial das tripulações.

A diferença temporal entre a capacitação das duas tripulações acompanhou a entrega (9 meses), ou seja, enquanto a primeira tripulação já realizava o estágio a bordo do submarino classe *Agosta*, a segunda iniciava a fase teórica em sala de aula (equivalente ao CASO e ao C-SubEspc-SB). A duração desta capacitação preliminar foi de aproximadamente dois anos e meio.

Após esse período, a primeira tripulação foi para a França iniciar a capacitação contratual a bordo do primeiro submarino entregue e, nove meses depois, a segunda tripulação foi para a Espanha receber a mesma capacitação a bordo do outro submarino (por conta da parceria franco-espanhola, cada *Scorpène* foi construído em um país). Esta fase da qualificação durou 18 meses, foi realizada por duas equipes de países diferentes e, parte dela, ocorreu simultaneamente nos dois meios.

Segundo o CMG Razib, a capacitação realizada pela DCNS é feita por oficiais, em sua maioria da reserva, que já possuem um vasto conhecimento da classe e experiência como instrutor, pois as mesmas equipes foram responsáveis pela qualificação das tripulações dos *Scorpènes* adquiridos pelo Chile e pela Índia. Assim, ele destacou a importância de que os futuros instrutores brasileiros sejam estimulados a obter o máximo de aprendizado nesta fase, de modo a mitigar as possíveis perdas na transmissão de conhecimento e na qualificação das tripulações seguintes (S-BR 2/3/4).

Por fim, dentre as dificuldades apontadas pelo CMG Razib na fase de capacitação até os dias de hoje, destacou que o fato dos

Simuladores terem sido entregues somente em 2012, dois anos após a incorporação dos dois submarinos (2009 e 2010), prejudicou a capacitação contratual, pois não permitiu que eles passassem por este estágio de qualificação antes de efetivamente embarcarem nos submarinos. Atualmente, apontou a dificuldade na aquisição de alguns sobressalentes e na prestação de serviços, fato este corroborado pelo Sr. Xavier Mesnet, o qual comentou que estes problemas ocorrem principalmente com os equipamentos fornecidos por outras empresas. O fabricante dos periscópios, por exemplo, só produzem (em média) dois periscópios por ano, fazendo com que a empresa mantenha uma equipe reduzida, gerando atrasos na prontificação de manutenções corretivas.

4 CONCLUSÕES

Tendo como base esta análise, considero que a relevância dos assuntos tratados, as participações de autoridades navais, de representantes governamentais e de indústrias de defesa de renome internacional fizeram

deste congresso um evento de alto nível dentro do contexto das principais Marinhas do mundo.

Assuntos sensíveis, como o ressurgimento da Rússia no Atlântico Norte, foram debatidos e ampliados de modo que pudessem ser expostas as mudanças de cunho tecnológico e as ações militares necessárias para se contrapor à essa ameaça. Nesse contexto, foi dedicado um dia de apresentações e debates para mostrar as capacidades já existentes e as possibilidades de emprego dos *UMV* na Guerra Naval. Finalmente, também foi possível aprender um pouco sobre as experiências da *RMN* com a criação de sua Força de Submarinos, dando ênfase às questões relacionadas à aquisição e à operação de seus dois submarinos *Scorpène*.

A despeito de alguns assuntos tratados no congresso não estarem diretamente relacionados com o cenário atuante da MB, a apresentação de novas tecnologias aplicadas às Forças Navais condizem com o atual momento em que o país e a MB vivenciam, através do Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), o qual resultará na construção do primeiro submarino de propulsão nuclear brasileiro.

INCIDENTE SAR SSE 004-2017



Capitão-Tenente (QC-CA) Jamil de Figueiredo Meron

No dia 19 de janeiro de 2017 ocorreu um incidente com uma aeronave bimotor, modelo KING AIR C90, indicativo PR-SOM, na Baía de Paraty, próximo a Ilha Rasa, que vitimou cinco pessoas.

Dentre essas vítimas, estava o Ministro do Supremo Tribunal Federal Teori Zavascky. Para atender o referido SAR, a Marinha imediatamente mobilizou o AviPa Anequim, a Agência da Capitania dos Portos em Paraty e o NaPaOc Amazonas. No Amazonas embarcou uma equipe de mergulhadores da Base Almirante Castro e Silva, subordinada ao Comando da Força de Submarinos, composta pelo CT-EK MERON, SO-MG GIVALDO, 2ºSG-MG PEIXOTO, 2ºSG-MG CLEMENTE, CB-MG BRENNO, CB-MG MOISINHO, 2ºSG-MG AMORIM e o CB-MG SOARES, esses dois últimos servindo no Comando do Grupamento de Patrulha Naval do Sudeste (ComGptPatNavSE).

Às 20h30 do dia 19/01, o NaPaOc Amazonas, prontamente, suspendeu rumo a Baía de Paraty, chegando ao seu destino na madrugada do dia seguinte. Portanto, entre o alarme SAR e a chegada do navio ao local do incidente decorreram doze horas, demonstrando o alto grau de prontificação dos meios envolvidos na faina. Ao amanhecer do

dia 20/01, os mergulhadores já se encontravam na área do sinistro, portando todo o aparato necessário para o cumprimento da tarefa imposta, a saber: “reflutuar a aeronave e possíveis fragmentos desprendidos, num raio de 150 metros, visto esta se encontrar bastante danificada”. Essa conduta assumida pela equipe se insere no lema estampado no Departamento de Mergulho da BACS: “HONRA, DISCIPLINA E COMPETÊNCIA”.

No primeiro mergulho realizado pela equipe foi possível encontrar o gravador de voz, equipamento de fundamental importância no auxílio às investigações posteriores e, constatar que a aeronave se encontrava com seu “bico” e asa de boreste totalmente enterrados numa densa camada de lama de aproximadamente um metro.

A tarefa seguinte foi a reflutuação da aeronave, que ocorreu por volta das 12h do dia 21/01. Após detalhado estudo e planejamento, a tarefa logrou êxito, tendo em vista que o dispositivo planejado fez com que a aeronave viesse à superfície.

Restava então, localizar e reflutuar os dois motores (que haviam se desprendido com o impacto) a cauda e parte da asa de boreste que foram julgadas, pela equipe do Centro de Investigações e Prevenções de Acidentes (CENIPA), como de suma importância para perícia futura.



Figura 1: Reflutsuação da aeronave.

Cabe ressaltar, ainda, a eficácia com que as equipes das lanchas da Agência da Capitania dos Portos em Paraty conduziram a restrição do tráfego marítimo nas adjacências do ocorrido, fato que mitigou as adversidades impostas à faina subaquática.

É importante ressaltar que a tripulação do NaPaOc Amazonas, liderada pelo seu Comandante, proveu todo o suporte para o cumprimento da tarefa. Destaca-se também, o apoio da equipe da Base de Hidrografia da Marinha, que ao empregar o *Side Scan Sonar* permitiram a identificação dos objetos metálicos submersos. Dentre esses objetos,

encontravam-se os dois motores da aeronave, parte da asa de boreste e a cauda que foram reflutuados em seguida.

No dia 23/01 estava concluída a faina com sucesso, demonstrando assim, que a Marinha está sempre pronta para atender às necessidades da sociedade brasileira. Salienta-se também que ficou demonstrado o elevado grau de prontificação e profissionalismo da equipe de mergulho da Base Almirante Castro e Silva e do Comando do Grupamento de Patrulha Naval do Sudeste, corroborando, fortemente, com a essência do lema supracitado.

INSTITUTO DE PESQUISAS DA MARINHA PIONEIRO NACIONAL NA TÉCNICA DA INVISIBILIDADE

Roberto da Costa Lima¹
Capitão de Fragata (EN) Ana Paula Santiago de Falco

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa de materiais com propriedades magnéticas e dielétricas, adequadas ao uso como absorvedores de radiação eletromagnética, é de grande importância para a área de Defesa Nacional.

O emprego de materiais absorvedores de micro-onda, em particular os materiais absorvedores de radar (RAM - *Radar Absorbing Material*), também conhecido como Material Absorvedor de Radiação Eletromagnética (MARE) tornou-se um dos campos mais fascinantes da engenharia de materiais, embora ainda represente um grande desafio.

Um RAM é constituído por compostos, com elevada perda de energia, que absorvem a radiação incidente em frequências sintonizadas e dissipam a energia absorvida sob a forma de calor, inibindo a energia necessária para o sinal de eco de detecção por radar.

Absorvedores radar são materiais cujas propriedades elétricas e magnéticas foram alteradas de forma a permitir absorção de micro-ondas em frequências discretas ou em amplo espectro de frequência.

A crescente necessidade de RAM surgiu por dois motivos:

O grande número de sistemas eletrônicos incorporados a veículos (aeronaves, navios, tanques etc.) que resultou em um correspondente aumento de interferências eletromagnéticas. Alguns desses problemas incluem imagens falsas, aumento de desordem em radares e queda de desempenho por causa do acoplamento entre os diferentes sistemas, que podem causar danos de navegação e inabilidade ocasional para o uso de equipamento radar. Materiais absorvedores de micro-ondas podem ser utilizados, com bastante eficácia, para eliminação ou minimização desses problemas. No meio civil, os RAM podem ser efetivamente usados para eliminar ruídos que prejudicam a recepção de sinais de telecomunicação em edifícios de grandes cidades, através do revestimento de suas paredes externas, assim como em fornos de micro-ondas e na telefonia celular.

No âmbito da defesa, os materiais absorvedores de radar vêm sendo também empregados para redução da seção reta radar (RCS - *Radar Cross Section*) de plataformas navais. A medida da seção reta radar, também conhecida como assinatura radar, define o tamanho e a configuração de um alvo para a tela de um radar. Esta medida varia com a direção segundo a qual o feixe radar “ilumina”

o alvo, podendo ser muito diferente da área física do mesmo (RICH; JANOS, 1994).

Os RAM executam um papel-chave na tecnologia de invisibilidade ao radar (*stealth technology*) e o seu emprego é um dos principais

fatores na redução da RCS.

Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 encontram-se ilustrados alguns exemplos de utilização de materiais absorvedores de micro-ondas.



Figura 1: Corveta Israelense *stealth* da classe *Eilat* com superestrutura recoberta com RA.



Figura 2: Avião F-117 revestido com RAM.

Torna-se importante ressaltar que além do recobrimento absorvedor, as embarcações militares mais modernas são construídas com formas geométricas específicas, que reduzem a probabilidade do feixe radar ser refletido na direção da antena, que o emitiu (RICH; JANOS, 1994).



Figura 3 – Antena-radar revestida com RAM.

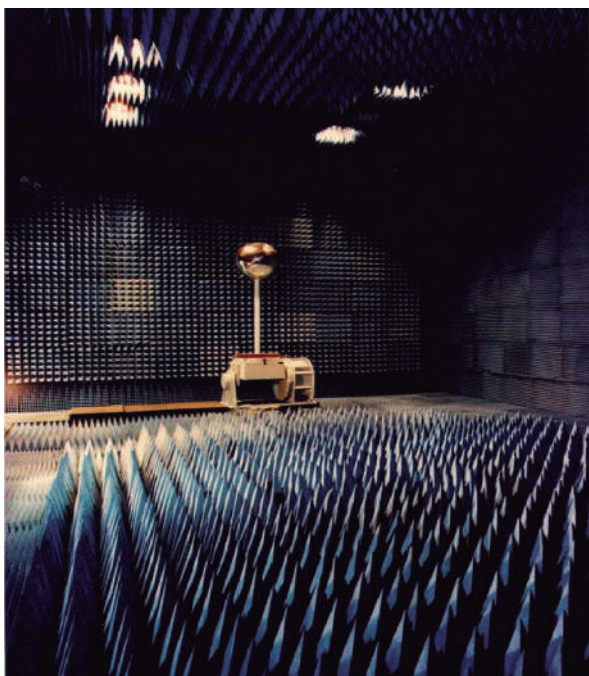


Figura 4 - Câmara anecoica empregada em medidas de absorção em rádio frequência.

Partes estratégicas de radares e das superestruturas de algumas plataformas navais são revestidas com material absorvedor de micro-ondas para minimizar o efeito

de reflexões múltiplas, que dificultam seus funcionamentos.

Para evitar interferências eletromagnéticas preservando sua integridade, o marca-passo deve ser revestido com materiais absorvedores de micro-ondas.

A câmara anecoica, dispositivo utilizado para medidas de absorção em Rádio Frequência (RF), utiliza espumas piramidais de poliuretano impregnadas com negro de fumo para minimizar as reflexões em seu interior.

2 HISTÓRICO

O Grupo de Tecnologia de Materiais (GTM) do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) vem atuando na área de P&D de Materiais Avançados, provendo soluções tecnológicas de ponta para a Defesa Nacional. Uma das nossas principais linhas de pesquisa que tem sido desenvolvida, desde o início da década de 90, é a dos MARE. Neste contexto, o IPqM, em parceria com a AVIBRAS, desenvolveu uma tinta antirradar que tem por finalidade absorver a radiação eletromagnética na faixa de micro-ondas, dificultando a detecção dos meios navais por radares. A AVIBRAS ficou responsável pelo ajuste e homologação da tinta absorvedora de micro-ondas. Este trabalho foi realizado em conjunto com a Diretoria de Engenharia Naval. O desenvolvimento da primeira versão desta tinta, conhecida como TAM X foi concluído em 2003, com absorção de micro-ondas de 99,97 % da onda eletromagnética incidente em aproximadamente 9,0 GHz.

As técnicas de caracterização quanto a refletividade da tinta absorvedora de micro-ondas utilizadas foram: Espaço aberto por

intermédio de antenas, no interior de câmara anecoica e por guia de ondas utilizando-se o Método de Transmissão/Reflexão (T/R).

Constatou-se que ao longo de toda a banda X a absorção mínima da onda eletromagnética incidente foi de 90% chegando a 99,97% em aproximadamente 9 GHz.

Além das técnicas de caracterização do material absorvedor utilizadas em laboratório, o IPqM realizou um teste operativo para comprovação de sua eficácia. O teste envolveu um Submarino da Classe Tupi (Tapajó) e uma aeronave Super-Lynx configurada com um radar Sea-spray 3000. A avaliação baseou-se na comparação das distâncias de 1ª detecção dos 2 mastros de periscópio (um revestido-observação e o outro não-revestido-ataque). Para o Mastro não-revestido a detecção radar variou entre 4 a 7 milhas náuticas. O radar não conseguiu detectar o Mastro revestido. O Mastro foi detectado apenas visualmente a aproximadamente 400 jardas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se, por intermédio dos testes realizados em laboratório, que foi corroborado pelo teste operativo, que a tinta absorvedora de micro-ondas possui um poder de absorção superior a 90% da onda eletromagnética incidente em toda a banda X (8,2 a 12,4 GHz)

sendo que em aproximadamente 9 GHz a absorção chega a 99,97%. Para o restante da faixa de frequência estudada, o valor de absorção mínimo é de 68%. A TAM X mostrou-se um excelente Material para emprego da redução da seção reta radar de plataformas militares e eliminação de interferências eletromagnéticas.

Atualmente, o IPqM, desenvolve projetos, utilizando-se de materiais nanoparticulados, aprimorando cada vez mais a arte da técnica da invisibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

B-2 Spirit stealth bomber at the Edwards Air Force Base Airshow. Disponível em: <<https://www.pinterest.com/pin/163396292709770974/>>. Acesso em: 29 mai. 2017.

CIARS Center for Intelligent Antenna and Radio Systems. Disponível em: <<http://ciars.uwaterloo.ca/wp-content/uploads/2012/02/Ciars9.png>>. Acesso em: 29 mai. 2017.

News, views and contacts from the global Naval industry. Disponível em: <<http://www.naval-technology.com/projects/saar5/saar55.html>>. Acesso em: 29 mai. 2017.

RICH, B.R.; JANOS, L. *Skunk works*, London, Warner books, pp. 404. 1995. c 1994.

O FUTURO DOS SUBMARINOS DIESEL-ELÉTRICOS: O JAPONÊS CLASSE SORYU E AS BATERIAS DE ÍON-LÍTIO



Capitão-Tenente Leonardo de Oliveira Siqueira

Durante quase um século, os submarinos diesel-elétricos tem dependido do constante carregamento das tradicionais baterias chumbo-ácido, partindo seus motores diesel próximo à superfície, durante um esnórquel, ou até mesmo na própria superfície. Porém, este modelo de propulsão, além de representar uma vulnerabilidade, principalmente durante o funcionamento dos motores e o trânsito do submarino próximo à superfície, também não o possibilita permanecer longos períodos imerso.

Ao longo das últimas décadas, a tecnologia AIP (*Air Independent Propulsion*), que significa um arranjo de propulsão independente do ar, tem representado uma revolução na categoria, devido principalmente, ao fato de possibilitar aos submarinos se manterem furtivos durante um período maior de tempo, juntamente com o custo mais baixo, se comparado com os grandes e caros submarinos nucleares.

A sigla AIP representa muito mais do que apenas uma configuração estrita de propulsão submarina. O mesmo conceito geral pode ser alcançado através de diferentes métodos. As versões mais modernas deste inovador sistema variam desde o uso de motores *Stirling* até o sistema de turbina a vapor de ciclo fechado (MESMA) e ainda, o uso

de células de combustível para alimentar o submarino enquanto estiver submerso por longos períodos de tempo. Cada qual com suas vantagens e desvantagens, com custo e complexidade distintos.

O sistema francês MESMA, por exemplo, consiste em uma turbina convencional alimentada pelo vapor gerado pela combustão de etanol e oxigênio armazenado sob pressão, enquanto o *Stirling* utiliza o calor de uma fonte exterior, que é transferido a um fluido específico (geralmente um gás inerte) e submetido a uma série de transformações termodinâmicas. A expansão do gás resultante empurra um pistão e este o reenvia a uma nova compressão, a qual, finalmente, pode gerar eletricidade.

Esses modernos sistemas representam avanços importantes que levam os submarinos diesel-elétricos a superarem sua maior fragilidade: sua capacidade limitada de manter-se submerso, resultando assim, em uma maior indiscrição, que na guerra submarina é o fator chave para manter o poder combativo da arma mais letal dos mares.

Após todo esse desenvolvimento voltado para os sistemas AIP, os submarinos diesel-elétricos de alta tecnologia podem começar a retornar às suas raízes mais simples, uma

vez que o Japão está se apresentando como pioneiro no desenvolvimento de submarinos equipados com as modernas baterias de Íon-Lítio. São eles os submarinos de ataque diesel-elétricos classe Soryu, com previsão de ser lançado ao mar no ano de 2020.

Mas o que precisamos entender sobre as baterias de Íon-Lítio? O que estas trazem de inovação em comparação com as antigas baterias de chumbo-ácido?

1 BATERIAS DE ÍON-LÍTIO: CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS

As baterias de Íon-Lítio são muito mais leves pelo fato de que os eletrodos são constituídos por lítio e carbono leve. Além disso, o lítio também é um elemento altamente reativo, o que significa que é possível armazenar quantidades superiores de energia, resultando em uma densidade de energia muito alta para essas baterias.

Um estudo comparativo feito pela empresa norte-americana *Ultralife* mostrou que uma bateria de Íon-Lítio pode armazenar 150 watts-hora de eletricidade em 1kg de bateria, enquanto uma bateria de chumbo ácido tem a capacidade de armazenar apenas 25 watts-hora por quilo. Isso significa que usando a tecnologia chumbo-ácido, são necessários 6 kg para armazenar a mesma quantidade de energia que uma bateria de Íon-Lítio de 1kg.

As baterias de Íon-Lítio conseguem suportar centenas de ciclos carga/descarga. Estas baterias possuem uma vida de aproximadamente 400-500 ciclos (de 0% a 100%).

Dessa forma estas baterias, juntamente com um poderoso motor diesel e geradores, têm a capacidade excepcionalmente rápida de serem carregadas e podem armazenar muito

mais energia que a bateria convencional.

Em detrimento de seu alto desempenho, as mesmas são extremamente sensíveis a temperaturas altas, uma vez que saindo da fábrica, estas baterias começam a se decompor, mesmo não sendo utilizadas e a exposição ao calor, faz com que esse processo de decomposição se acelere rapidamente. Além da própria possibilidade de a bateria queimar e produzir um calor muito elevado, podem ainda liberar vapores tóxicos e poeira condutora que são difíceis de extinguir usando meios tradicionais. Faz-se necessário o desenvolvimento de novos métodos de redução do risco de incêndio e de seus resultados potencialmente catastróficos.

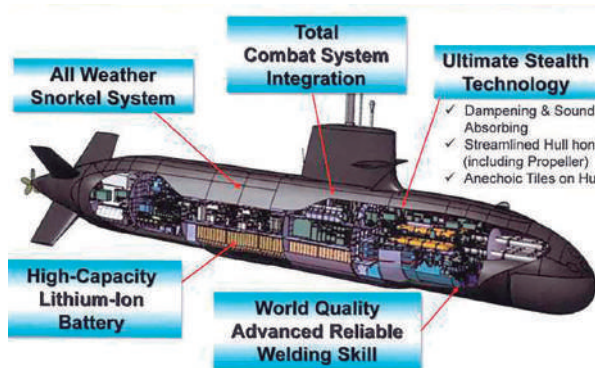


Figura 1: Baterias de Íon-Lítio.

2 OS SUBMARINOS CLASSE SORYU

Com previsão de ser comissionado em março de 2020, o “Super Soryu” é o décimo primeiro de sua classe, porém será o primeiro equipado com as baterias de Íon-Lítio, elevando assim, o Japão ao título de primeira nação a lançar um submarino diesel-elétrico com esta tecnologia.

Esses novos submarinos possuem capacidade similar aos sistemas AIP combinados com

as baterias de chumbo-ácido nas baixas velocidades, mas a grande diferença está em seu melhor desempenho em desenvolver altas velocidades devido à maior capacidade dessas super baterias. E além disso, esses submarinos são muito mais discretos, devido ao fato de essas baterias permitirem alta corrente de carga, ou seja, levam muito menos tempo para serem carregadas durante um esnórquel.

Sua maior desvantagem é a monetária. O primeiro submarino de classe Soryu, movido a íons de lítio, custará US\$ 566 milhões em oposição a US\$ 454 milhões para o submarino anterior da classe. Grande parte dessa diferença de US\$ 112 milhões é devido às baterias e aos circuitos elétricos.

Existem três requisitos para explorar plenamente as baterias de íons de lítio em qualquer submarino. Eles requerem motores diesel e geradores de alta potência, tubulações

de exaustão e admissão maiores e alterações nos circuitos elétricos (especialmente disjuntores).

Todas essas mudanças geram custos pela quantidade de adaptações em sua estrutura original para comportar essas poderosas baterias. Além de as baterias Íon-Lítio serem mais leves do que as baterias de chumbo-ácido, a plataforma Soryu teve que ser ligeiramente redesenhada para manter o peso e equilíbrio.

Certamente, essa classe ainda nos trará muitas surpresas, pois o maior desafio do Japão é provar que estas novas baterias são seguras para a utilização dentro do ambiente confinado de um submarino. Pois quando se fala de desempenho, não há dúvidas de que estas baterias são o que há de mais vantajoso operativamente, devido às suas vantagens quando comparado com as baterias chumbo-ácido, utilizada atualmente nos submarinos diesel-elétricos em todo o mundo.



Figura 2: Submarino da Classe Soryu.



Figura 3: Submarino da Classe Soryu.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATERIA DE ÍONS DE LÍTIO, Disponível em: <<http://baterias-ionslitio.blogspot.com.br/p/vantagens.html>>, Acesso em: 06 jul 2017.

Gordon, Arthur, JAPAN LEADS WAY WITH LI-ION SUBMARINES, Disponível em: <<https://www.shephardmedia.com/news/defence-notes/japan-leads-way-li-ion-submarines/>>, Acesso em: 06 jul 2017.

Kosuke, Takahashi, IHS JANE'S DEFENCE WEEKLY, JAPAN TO EQUIP FUTURE SORYU-CLASS SUBMARINES WITH LITHIUM-ION BATTERIES, Disponível em: <<http://www.janes.com/article/68275/japan-to-equip-future-soryu-class-submarines-with-lithium-ion-batteries>>, Acesso em 06 jul 2017.

SORYU-CLASS SUBMARINE, WIKIPEDIA, Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/S%C5%8Dry%C5%AB-class_submarine>, Acesso em: 06 jul 2017.



A INFLUÊNCIA DA HIDROACÚSTICA NO PROJETO DE PROPULSORES DE SUBMARINOS



Primeiro-Tenente Marcos Roberto Superbi Albergaria

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de propulsores para submarinos difere, em alguns aspectos, do desenvolvimento de propulsores para navios de superfície. A diferença mais importante é a baixa assinatura acústica exigida por um propulsor de submarino, a qual tem prioridade sobre a eficiência e exige que os propulsores sejam otimizados acusticamente em detrimento de alguma eficiência. Em virtude da capacidade dos submarinos operarem tanto na superfície quanto submersos, as condições de resistência hidrodinâmica são bem diferentes, considerando a mesma rotação no(s) eixo(s). Dessa forma, não é possível projetar um hélice ideal para operar em ambas as condições de navegação.

Em meio aos parâmetros, que podem ser variados durante a fase de projeto, o diâmetro do propulsor de um submarino apresenta poucas restrições quando comparado com o propulsor de um navio de superfície. Um aumento de diâmetro resulta em uma diminuição na tração específica (tração por unidade de área) do propulsor. Quanto ao ruído, devem ser considerados: o ruído devido à geração de tração, o ruído gerado no bordo de ataque e de fuga das pás, o ruído devido à turbulência e o ruído estrutural do propulsor.

2 PROPÓSITO DO PROJETO

O submarino é uma arma de guerra complexa, e de acordo com Poul Andersen¹, construída para atender múltiplos requisitos conflitantes. Considerando exclusivamente o sistema de propulsão, ou seja, deixando de lado a tripulação e o armamento, alguns dos objetivos a serem alcançados pelo submarino são:

- baixa assinatura acústica, óptica, eletromagnética, térmica e comunicativa;
- larga janela operacional no que diz respeito à resistência, velocidade e profundidade;
- boa manobrabilidade na superfície e, principalmente, enquanto submerso;
- melhor arranjo possível de casco e superfícies de controle para que possa alcançar baixa resistência hidrodinâmica e uma esteira mais uniforme;
- propulsor com baixo nível de excitação de ruídos e vibrações;
- propulsor livre de cavitação em uma faixa adequada de velocidade;
- propulsor altamente eficiente.

¹ Poul Andersen, autor do livro *Aspects of Propeller Developments for a Submarine*.

Estes os objetivos citados acima estão, diretamente ou indiretamente, relacionados com o propulsor, o que evidencia sua importância. O diâmetro do propulsor de um submarino está sujeito a algumas restrições. As pontas das pás do hélice precisam ficar a uma determinada distância da superfície, devido ao perigo de aeração (cavitação) durante a navegação em mar agitado. Além disso, as pontas devem estar situadas a uma distância suficiente acima da quilha que permita ao submarino pousar no fundo.

A eficiência propulsiva que se pode obter de um submarino navegando na superfície é da mesma ordem de grandeza de um navio de superfície. Entretanto, no caso de um submarino submerso, o carregamento do hélice será constante em todas as velocidades devido à relação quadrática entre a resistência à propulsão e a velocidade. Experimentos mostram que a esteira de um submarino é muito diferente da esteira da maioria dos navios de superfície de um hélice, não apresentando uma região de baixa velocidade somente na parte superior do disco do hélice, ficando o mesmo em uma zona de esteira concêntrica. Esse fato permite que grande parte da energia gasta para vencer a resistência do casco possa ser recuperada, aumentando a influência das superfícies de controle situadas por ante a vante do hélice, sobre a zona de esteira. Esta recuperação de energia em submarinos de um hélice é uma das principais vantagens sobre os submarinos de dois hélices. Os resultados apresentados por esses experimentos, combinados com a necessidade de se adequar a uma margem de velocidade livre de cavitação e os requerimentos quanto a ruídos, são os principais desafios dos engenheiros navais.

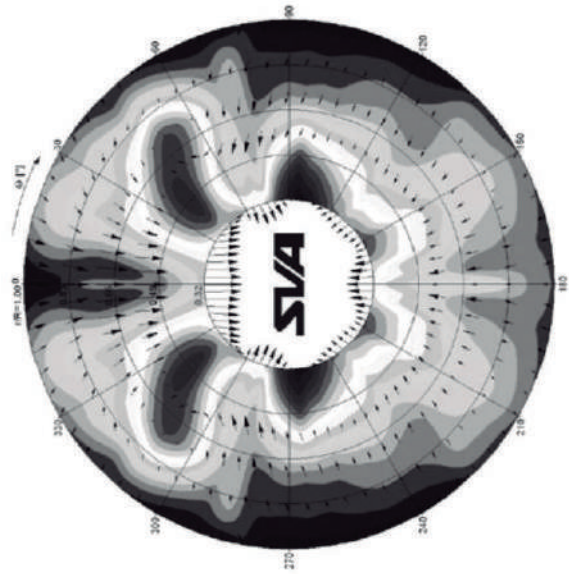


Figura 1: Esteira na região do propulsor de um submarino.

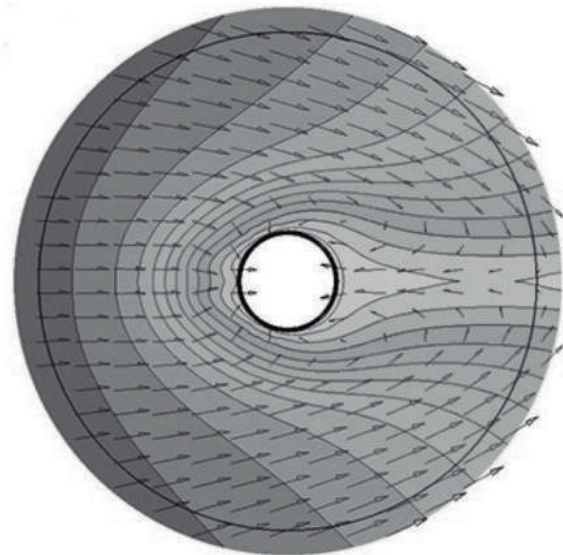


Figura 2: Esteira na região do propulsor de um navio de superfície de um eixo.

3 CONSIDERAÇÕES DO PROJETO

3.1 Margem de cavitação

Em sua grande maioria, os navios de superfície apresentam cavitação em condições



normais de operação. Todo esforço de projeto está voltado para se evitar a cavitação nociva em forma de erosão e para que se alcancem níveis aceitáveis de ruído e vibração.

Já para os submarinos submersos, a cavitação deve ser completamente evitada para que se garanta a menor assinatura acústica possível. Na navegação submersa, a operação na faixa mais baixa de ruídos processa-se a menores velocidades. A velocidade a partir da qual os hélices começam a apresentar cavitação deve ser a mais alta possível e é preciso conciliar os requisitos da hidrodinâmica e da hidroacústica. Por esse motivo, para um submarino submerso, a margem de cavitação que determina o regime operacional não cavitante é muito importante. Segundo Poul Andersen, de uma maneira geral, as margens de cavitação são definidas pela incidência de:

- cavitação do lado de baixa pressão da pá do hélice (extradorso);
- cavitação do lado de alta pressão da pá do hélice (intradorso); e
- cavitação do vórtice do cubo do hélice.

A cavitação do extradorso e do intradorso são normalmente evitadas pela construção de hélices com pás de maior espessura do que as de navios de superfície. Esse é um dos motivos pelos quais os hélices dos submarinos são mais grossos.

O vórtice de ponta depende do gradiente de circulação da parte mais externa da pá. Isso leva a uma distribuição do gradiente de

circulação menor do que a ideal para uma boa eficiência do propulsor. Ao se aplicar os resultados obtidos com modelos a um hélice de tamanho real, a cavitação da ponta das pás deve ser corrigida devido ao efeito de escala.

A formação do vórtice de cavitação parece ser muito dependente da geometria da ponta, o que requer que a ponta da pá seja menos carregada, resultando em uma menor eficiência do propulsor.

A cavitação do vórtice do cubo consiste da combinação dos vórtices das raízes das pás. De forma semelhante ao vórtice das pontas, o vórtice do cubo depende do gradiente de circulação da parte mais interna das pás. A intensidade da cavitação do vórtice do cubo pode ser atenuada diminuindo-se o carregamento das pás em direção à raiz. Da mesma forma, essa solução também resulta em uma diminuição da eficiência do propulsor. Meios alternativos de supressão da cavitação do vórtice do cubo podem ser utilizados por meio da aplicação de um revestimento com pequenas superfícies de sustentação na ponta do cubo, o que diminui a rotação do vórtice do cubo, ou por meio de um revestimento que gere uma turbulência suficiente para que se evite a cavitação.

A forma mais intuitiva e prática de se apresentar as margens de cavitação do propulsor para o operador é por meio de ábacos ou gráficos em função das cotas e velocidades operacionais, o que pode contribuir para a rápida e segura tomada de decisão durante o combate.

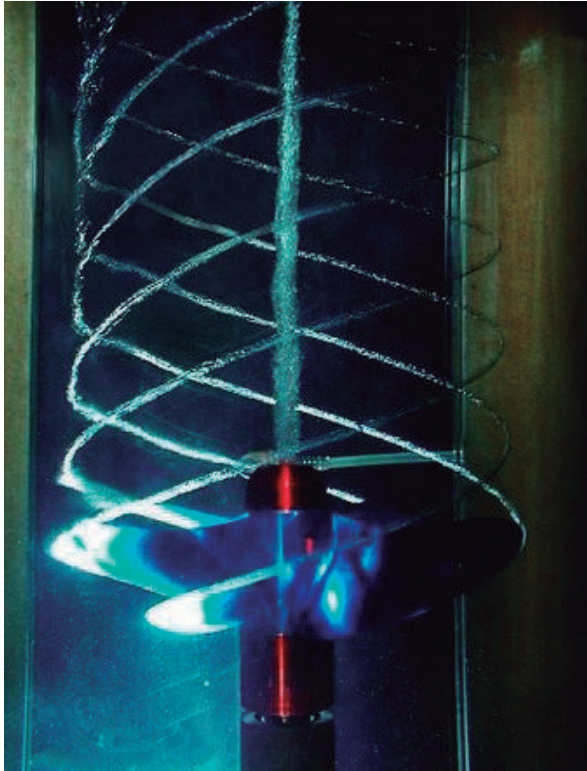


Figura 3: Cavitação do vórtice do cubo e das pontas das pás do propulsor.

3.2 Redução das forças induzidas pela esteira

Roy Burcher² considera como o fator mais importante, no que diz respeito às forças induzidas pelo propulsor, a esteira produzida pelo casco, seja em navios de superfície ou em submarinos. Contudo, para uma dada região de esteira, o número de pás de um propulsor pode ser considerado o fator mais importante. Aumentando-se o número de pás de um propulsor, são reduzidas as forças instáveis em cada pá, mas não necessariamente a força instável total. Assim sendo, pode-se concluir que as pás mais grossas do hélice de um submarino não se devem somente à cavitação do extradorso, do intradorso e do vórtice do cubo, como visto anteriormente, mas também

²Roy Burcher, autor do livro *Concepts in Sumarine Design*.

devido às forças instáveis.

Vale ressaltar que, em grande parte, as pás do hélice devem ser mais espessas à medida que sua corda diminui em relação à envergadura, pois as pás se tornam menos largas e compridas, o que requer um maior reforço estrutural da mesma.

4 ACÚSTICA DOS PROPULSORES

No que diz respeito à sua eficácia, um submarino é altamente dependente da sua assinatura acústica, devido à sua tarefa especial de arma que opera na maior parte do tempo de forma passiva. O ruído do fluxo hidrodinâmico domina, em particular, a performance do sistema sonar. Os ruídos próprios do submarino se correlacionam com a faixa de detecção, no que diz respeito a detectar outros navios ou ser detectado. São identificados três tipos de ruídos:

- ruídos de tração, que dominam o nível nas baixas frequências (< 100 Hz);
- ruídos do bordo de ataque das pás (200-1000 Hz); e
- ruídos de banda larga (100-1000 Hz).

A detecção de um submarino é efetivamente realizada por meios acústicos. Outros meios como radares e câmeras que operam em baixa luminosidade também são utilizados, porém são cada vez menos eficazes, tendo em vista que os modernos submarinos nucleares raramente vão à superfície, onde poderiam ser detectados por esses tipos de dispositivos. Outros detectores, como sensores infravermelho e o detector de anomalias magnéticas também são utilizados, mas podem apresentar baixa resolução e curto alcance de detecção. Isso mostra a importância

da baixa assinatura acústica de um submarino, em particular do seu propulsor, para que diminua a probabilidade de ser detectado por um sistema acústico passivo. A principal característica para o desenvolvimento de um propulsor acusticamente otimizado é a frequente verificação de suas propriedades acústicas.

5 FLUTUAÇÃO DA TRAÇÃO

A oscilação da tração é, provavelmente, a fonte acústica dominante. Por outro lado, as flutuações da tração não são as únicas fontes quando levamos em consideração o ruído. Testes com navios reais indicam diferenças entre os valores medidos e os valores calculados. De uma maneira geral, uma redução de 50% na flutuação de tração, resulta em uma redução de 6 dB no nível de ruído, o que, teoricamente,

reduz pela metade a faixa de detecção de um submarino. A ordem acústica é proporcional à ordem harmônica, ao número de pás, à razão de giro e à força de flutuação harmônica.

Consequentemente, o diâmetro, a torção e o número de pás do propulsor devem ser escolhidos com cuidado. Testes com propulsores apresentaram uma grande redução no ruído devido à flutuação de tração após ser aumentado o número de pás dos propulsores de 4 para 7 ou 8 pás, tendo o segundo apresentado uma redução maior, com cerca de 10 dB de diferença.

Embora a flutuação de tração possa ser reduzida com um propulsor bem projetado, é importante enfatizar que a otimização da esteira deve ser levada em consideração nas fases iniciais do projeto, pois uma esteira com perturbações excessivas não é uma boa referência no processo de minimização de ruídos.

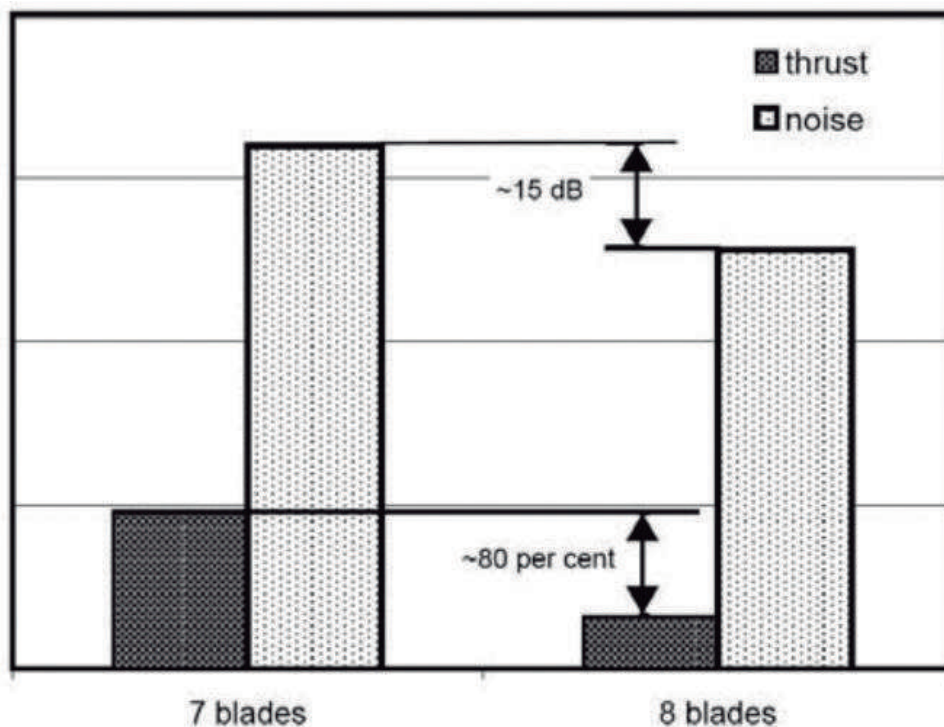


Figura 4: Redução de ruído por um propulsor de 8 pás.

6 CONCLUSÃO

A principal consideração na fabricação de um propulsor de submarino é a baixa assinatura acústica e uma das diversas maneiras de obtê-la é utilizando-se propulsores de 7 ou 8 pás para que se diminua a flutuação da tração e, conseqüentemente, o ruído. Os submarinos de um hélice apresentarão uma alta eficiência propulsiva se for possível combinar baixas rotações, baixo carregamento do hélice e aproveitamento da esteira em favor da propulsão. Tal eficiência poderá ser maior do que a de qualquer outro navio movido a hélice.

Tento em vista tais peculiaridades, as Marinhas não permitem que sejam fotografados os hélices de seus navios no dique, principalmente os dos submarinos. A informação do número de pás e do formato de um hélice pode facilitar a obtenção de dados da sua curva de cavitação por meio de algoritmos específicos. O conhecimento da assinatura acústica de um propulsor pode auxiliar na identificação do submarino quando este for detectado.

Nos contratos de compra de submarinos, o hélice é tratado de forma especial. A empresa que constrói o submarino oferece modelos de vários tipos de hélices ou instala um modelo de outro fabricante escolhido pelo cliente. É especificado no contrato que o fabricante não poderá vender o mesmo tipo de hélice para outro comprador. Ulrich Gabler afirma que, na maioria das vezes, os hélices usados no lançamento de um submarino não são os definitivos, sendo substituídos logo após as provas de mar.



Figura 5: Propulsor de 8 pás.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, Poul. et al. **Aspects of Propeller Developments for a Submarine.** First International Symposium on Marine Propulsors. Trondheim: 2009. p. 8.

BURCHER, Roy; RYDILL, Louis. **Concepts in Submarine Design.** Melbourne: Cambridge University Press, 1994.

GABLER, Ulrich. **Submarine Design.** 4 ed. Munich: Bernard & Graefe Verlag, 2000.

RENOVAÇÃO DA ATMOSFERA DE SUBMARINOS



Capitão de Fragata (EN) Ana Paula Santiago De Falco
Primeiro-Tenente (EN) Felipe Brandão de Souza Mendes
Primeiro-Tenente (EN) Priscila Richa Ribeiro Ferreira

1 INTRODUÇÃO

Importantes na dissuasão naval, os submarinos são uma arma de guerra cuja característica principal é a ocultação. Para tirar proveito dessa vantagem operativa, os submarinos devem ser silenciosos e permanecer o máximo de tempo possível submersos. Por isso, um dos maiores desafios tecnológicos é a renovação da sua atmosfera, que se degrada principalmente devido à tripulação. A respiração humana consome oxigênio (O_2) e gera dióxido de carbono (CO_2), portanto, em um ambiente fechado onde não há renovação natural da atmosfera, a quantidade de O_2 diminui e a quantidade de CO_2 aumenta com o tempo.

Os seres humanos necessitam de valores mínimos de O_2 para conseguir respirar, além disso, altos níveis de CO_2 são tóxicos. A composição da atmosfera a bordo de um submarino deve levar em consideração esses limites fisiológicos, além dos limites para a segurança operacional. Algumas referências limitam o nível máximo de CO_2 a bordo como 1% e o nível mínimo de O_2 em 17% para garantir a saúde da tripulação. Em termos de

segurança, o limite máximo de O_2 é restrito a 22% para que não haja risco de incêndio, enquanto o limite de H_2 deve ser mantido menor que 1% para evitar explosões.

A dinâmica de degradação da atmosfera é a mesma para submarinos convencionais e nucleares, porém o tipo de propulsão delimita a rotina de regeneração da atmosfera. Como os submarinos convencionais utilizam uma planta de propulsão diesel elétrica, é necessário que eles recarreguem a bateria de tempos em tempos. Para isso, o submarino tem que realizar *snorkel* para admitir oxigênio e realizar combustão nos motores de combustão principal (MCP). Por outro lado, os submarinos nucleares não necessitam de oxigênio para gerar energia devido à característica do processo de fissão.

Os submarinos convencionais também utilizam o *snorkel* para renovar sua atmosfera, quando o ar contaminado no seu interior é forçado para o exterior, à medida que o ar puro do exterior é aspirado para o seu interior. Para realizar essa manobra, é necessário que o submarino permaneça na cota periscópica, ficando vulnerável à detecção inimiga, o que diminui sua capacidade de ocultação.

Entre as manobras de *snorkel*, os submarinos convencionais precisam remover CO_2 da sua atmosfera e, para isso, utilizam cal sodada.

Os submarinos nucleares devem realizar o mínimo de manobras de *snorkel* possível de forma a explorar ao máximo sua capacidade de ocultação. Nesse sentido, os três fatores

limitantes à duração de comissões são a capacidade de renovação da sua atmosfera, a capacidade de armazenamento de gêneros alimentícios, além da capacidade física e psicológica da tripulação (Figura 1). Portanto, para que a renovação da atmosfera não seja um limitador, é necessário que haja a bordo uma tecnologia regenerativa.



Figura 1 - Fatores limitantes na autonomia do submarino nuclear.

2 PROCESSOS DE PRODUÇÃO DE O_2

O processo de produção de O_2 mais utilizado atualmente em submarinos é a eletrólise da água, na qual a molécula de água

é quebrada pela aplicação de uma corrente elétrica, produzindo oxigênio e hidrogênio (H_2) (Figura 2). Trata-se de uma tecnologia consolidada em que as inovações atuais se concentram para melhorias do processo.

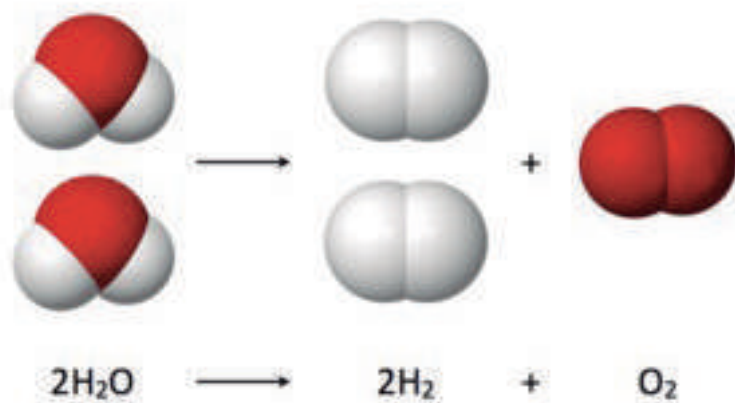


Figura 2 - Eletrólise da água.

3 PROCESSOS DE REMOÇÃO DE CO₂

Em submarinos convencionais, utiliza-se cal sodada para remoção de CO₂ da sua atmosfera. Trata-se de um processo não regenerativo, ou seja, a cal sodada não pode ser regenerada após ser consumida. Por outro lado, os submarinos nucleares requerem processos regenerativos para purificação de suas atmosferas para prover a autonomia demandada em longas comissões. Os processos regenerativos permitem que sejam realizados diversos ciclos de purificação da atmosfera, sem a necessidade de armazenamento de insumos. Atualmente, as tecnologias mais utilizadas para remoção de CO₂ em submarinos nucleares são a absorção utilizando aminas líquidas e a adsorção por meio de peneira molecular.

3.1 Cal Sodada

A absorção de CO₂ utilizando cal sodada, mistura de sólidos contendo óxido de cálcio e hidróxido de sódio, ocorre por meio da reação química entre o gás e o sólido, formando principalmente carbonato de cálcio (CaCO₃) e

carbonato de sódio (NaCO₃). Nesse processo, a cal sodada é consumida, sendo necessário o armazenamento de grandes quantidades de *canisters* a bordo, assim como a troca constante dos *canisters* sempre que saturados. Nos submarinos convencionais, a cal sodada é utilizada para retardar a degradação das atmosferas entre as manobras de *snorkel*. Nos submarinos nucleares, a cal sodada é utilizada em caso de avarias no sistema de remoção regenerativo.

3.2 Coluna de Absorção

A absorção química é um processo no qual há transferência de um componente de uma fase para outra devido à solubilidade e à diferença de concentração entre as fases. Mais especificamente, no caso da absorção gasosa, há transferência de um componente de uma corrente gasosa para uma corrente líquida. Nos submarinos nucleares, uma corrente de ar contaminado, com CO₂, é passada em uma coluna de absorção com uma corrente líquida de monoetanolamina (MEA) (Figura 3). Então, o CO₂ é transferido de uma corrente

para a outra e são obtidas uma corrente de ar puro, que é recirculada no submarino, e uma corrente de MEA contaminada, com CO_2 , que é regenerada. A regeneração da MEA contaminada permite que ela seja separada do CO_2 por aquecimento, assim a MEA pura é reutilizada na coluna de absorção. Essa tecnologia apresenta como principais limitações o alto consumo energético na etapa de regeneração da MEA, além do potencial risco de vazamento de vapores tóxicos de MEA na atmosfera do submarino.

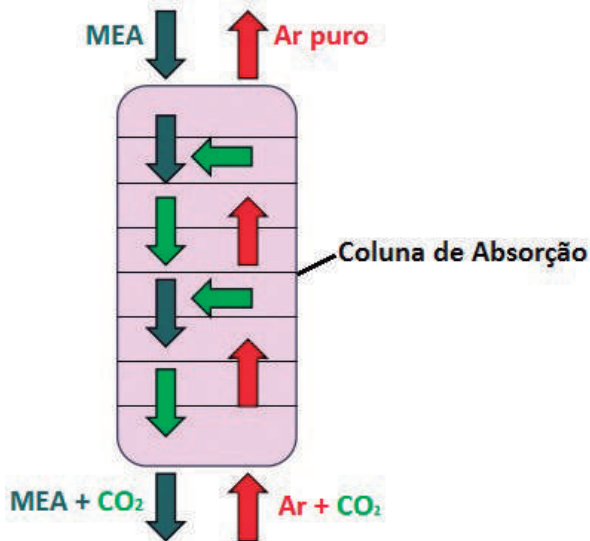


Figura 3 - Coluna de Absorção com monoetanolamina (MEA).

3.3 Coluna de Adsorção

A adsorção é o fenômeno de adesão de moléculas de um componente a uma superfície sólida. Nos submarinos nucleares, uma corrente de ar contaminado, com CO_2 , é passada em uma coluna de adsorção composta de peneiras moleculares (Figura 4). Então, o CO_2 fica retido na peneira molecular e obtém-se uma corrente de ar puro, que é recirculada

no submarino. Esta tecnologia apresenta como desvantagens o elevado investimento inicial e o elevado grau de complexidade do controle do processo. Além disso, outro fator limitante do processo é a necessidade de utilizar elevadas pressões, em torno de 200 bar, para que a adsorção ocorra a contento. Para alcançar elevadas pressões é necessário utilizar compressores que consomem muita energia e geram ruídos que prejudicam a ocultação do submarino.

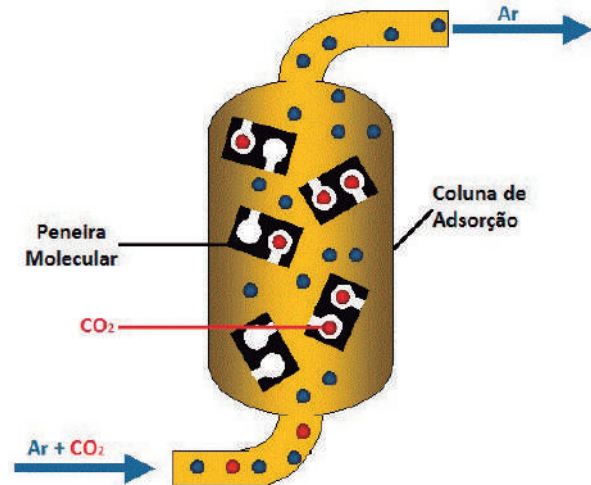


Figura 4 - Coluna de Adsorção com Peneira Molecular.

3.4 Membranas

Como alternativa tecnológica aos processos convencionais apresentados acima, o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) vem estudando a utilização de membranas para intensificar a remoção de contaminantes gasosos. Membranas são barreiras que separam duas fases e que restringem total ou parcialmente o transporte de uma ou várias espécies químicas presentes nas fases.

O corpo humano é composto por diversas membranas que realizam funções vitais, tais como as membranas do pulmão e do rim, as membranas plasmáticas, entre outros. A elevada razão área/volume alcançada quando se utiliza membranas é a principal vantagem dessa tecnologia.

Os processos para purificação de gases utilizando membranas são a permeação gasosa e o contactor com membranas (Figura 5). Nos

contactores, a membrana utilizada é porosa e o líquido absorvedor deve ter afinidade pelo CO_2 , para que ocorra sua migração pelos poros da membrana e este seja removido da corrente de ar contaminado. Na permeação, a membrana é densa e deve ter afinidade pelo CO_2 , para que ele se dissolva na membrana e passe para o outro lado quando pressurizado, sendo removido da corrente de ar contaminado e eliminado do submarino.

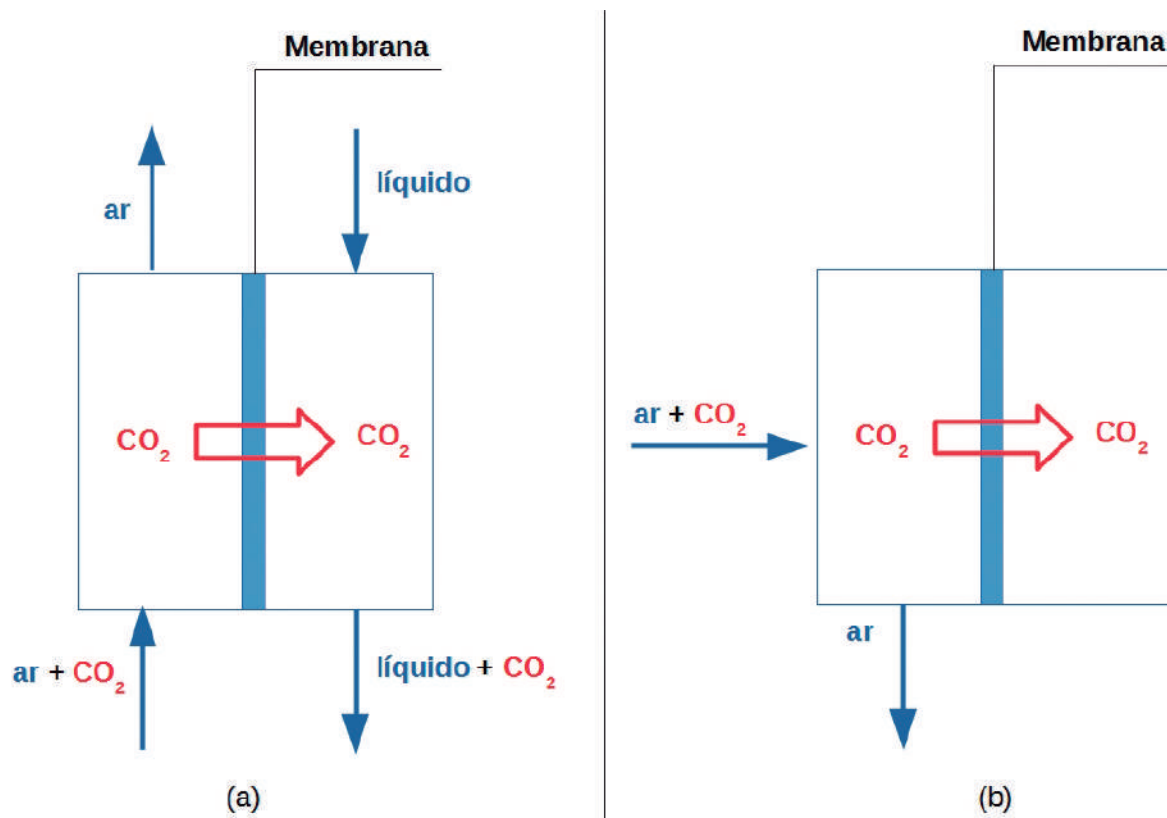


Figura 5 - Processos de separação por membrana: (a) contactores com membrana e (b) permeação gasosa.

4 CONCLUSÃO

A atmosfera dos submarinos, por ser um espaço fechado e habitado, sofre constante deterioração devido, principalmente, à produção de CO_2 e ao consumo de O_2 em decorrência da

respiração da tripulação. De modo a garantir a habitabilidade dos submarinos, sem prejuízo a sua capacidade de ocultação, é necessário que haja a renovação forçada do ar no seu interior. As tecnologias mais utilizadas para purificação do ar em submarinos nucleares

são a absorção por aminas e a adsorção por peneiras moleculares. Esses processos apresentam diversas limitações operacionais e de segurança, por isso, novas alternativas tecnológicas devem ser encontradas. O IPqM vem estudando contactores e permeação gasosa com membranas como substitutos aos processos convencionais para renovação da atmosfera de submarinos devido à elevada razão área/volume dos equipamentos, que ocupam menos espaço a bordo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAKER, R. W. *Membrane technology and applications*. 2. ed. California, EUA: John Wiley & Sons Ltd, 2004.

CAREY, R.; GOMEZPLATA, A.; SARICH, A.. *An overview into submarine CO2 scrubber development*. *Ocean Engineering*, [s.l.], v. 10, n. 4, p.227-233, jan. 1983. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0029-8018\(83\)90010-0](http://dx.doi.org/10.1016/0029-8018(83)90010-0).

GABELMAN, Alan; HWANG, Sun-tak. *Hollow fiber membrane contactors*. *Journal Of Membrane Science*, [s.l.], v. 159, n. 1-2, p.61-106, jul. 1999. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0376-7388\(99\)00040-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0376-7388(99)00040-x).

LI, Jing-liang; CHEN, Bing-hung. *Review of CO2 absorption using chemical solvents in hollow fiber membrane contactors*. *Separation And Purification Technology*, [s.l.], v. 41, n. 2, p.109-122, fev. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seppur.2004.09.008>.

MINISTRY OF DEFENCE. DBR 1326: *Regulations for Atmosphere Control in Submarines*. Londres: Ministry Of Defence, 2006.

NOXERIOR. *Pressure Swing Adsorption*. Disponível em: <http://www.noxerior.com/technology/pressure-swing-adsorption-psa.html>. Acesso em: 16 mai. 2017.

PADILHA, Luiz. Submarino Nuclear Brasileiro “Álvaro Alberto” SN-10. 2012. Disponível em: <http://www.defesaaereanaval.com.br/submarino-nuclear-brasileiro-alvaro-alberto-sn-10/>. Acesso em: 07 dez. 2012.

PEREIRA, B. Absorção Gasosa. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/KatiaSouza5/absoro-gasosa>. Acesso em: 16 mai. 2017.

PERSSON, O; WADSOE, L. *Indoor Air Quality In Submarines; International Conference on Indoor Air Quality and Climate Pages*, p.806-811, 2002.

RYCKEBOSCH, E.; DROUILLON, M.; VERVAEREN, H.. *Techniques for transformation of biogas to biomethane*. *Biomass And Bioenergy*, [s.l.], v. 35, n. 5, p.1633-1645, maio 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.02.033>.

SUBMARINO NUCLEAR: UM SALTO TECNOLÓGICO DA MB PARA GARANTIR A SOBERANIA NACIONAL



Segundo-Tenente Felipe Mattozinho Ferreira
Segundo-Tenente Rafael Thainan Barros de Souza

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é uma nação grandiosa que possui uma imensidão territorial e nela uma quantidade incalculável de recursos. Dentre estas áreas onde se concentram tais recursos, existe uma que vem ganhando grande relevância agora no século XXI, a Amazônia Azul.

A Amazônia Azul (figura 1) foi um

termo criado em 2004 pelo Almirante de Esquadra Roberto de Guimarães Carvalho que era Comandante da Marinha. Num artigo publicado na época, ele lembrava que além da “Amazônia Verde”, o Brasil contava também com “uma outra Amazônia, cuja existência é, ainda, tão ignorada por boa parte dos brasileiros quanto o foi aquela por muitos séculos” (CARVALHO, 2004).

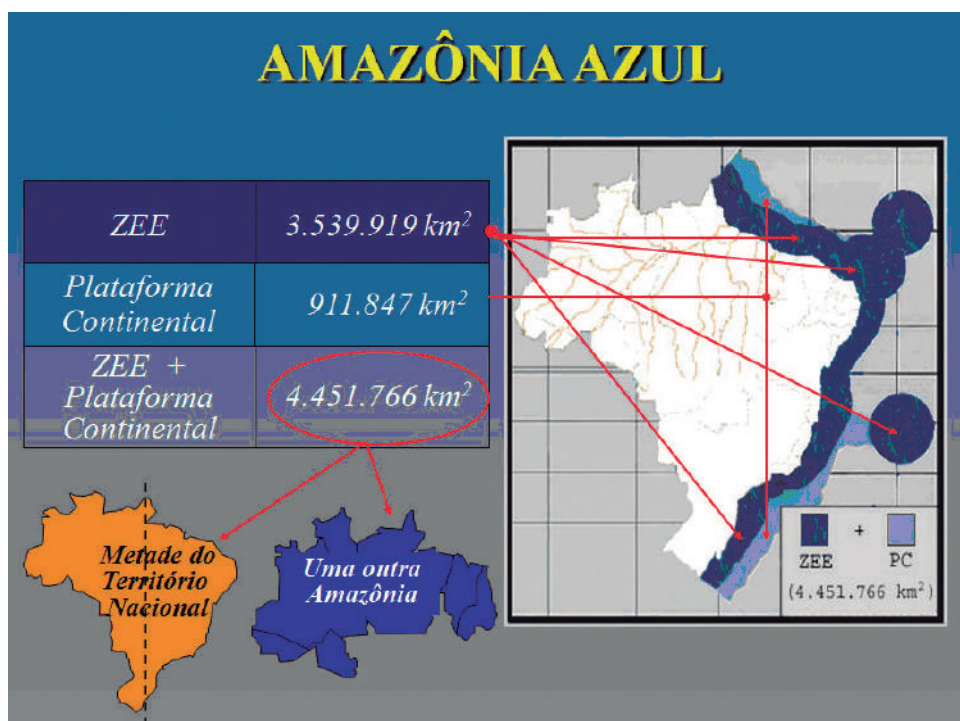


Figura 1: Mapa da Amazônia Azul.

A Amazônia Azul é o somatório das áreas da Zona Econômica Exclusiva (ZEE) e a Plataforma Continental (PC). A primeira área é conceituada como todos os recursos e bens econômicos existentes na coluna da massa líquida, sobre seu leito do mar e seu subsolo marinho, ao longo do contorno do nosso litoral se estendendo até 200 milhas náuticas da costa, segundo está estabelecido na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar em 1982. A segunda é produto de estudo de diversos órgãos nacionais, após o Levantamento da Plataforma Continental (LEPLAC) a qual se estende em mais de 900.000 km² de área marítima. No total, a Amazônia Azul totaliza uma área de aproximadamente 4,5 milhões de km², a qual possui grandes reservas de petróleo nas camadas do Pré-sal, grande biodiversidade marinha, imenso potencial pesqueiro, que ainda não é muito aproveitado, além de diversos outros recursos vivos e não-vivos.

Vale ressaltar a importância político-econômica do litoral brasileiro para o transporte marítimo que é responsável por aproximadamente 95% do comércio exterior, além de possuir intenso fluxo de embarcações na região do Atlântico Sul. Além disso, a exploração de petróleo e gás natural nas camadas do Pré-sal, como nas bacias de Santos e Campos, vem se tornando produto de cobiça internacional, podendo afetar a soberania do nosso país.

Nesse contexto da Amazônia Azul, o papel de proteção e manutenção da soberania do Brasil, perante a esse grande patrimônio, é desempenhado pela Marinha do Brasil (MB), que aplica o Poder Naval, garantindo os interesses do Estado no mar. Para realizar tal missão, a MB se empenha numa busca incessante de aquisição e fabricação de novos

meios que possam garantir o cumprimento da missão da MB.

Dentre as medidas realizadas pela MB para prover novos meios que possam ir ao encontro da Estratégia Nacional de Defesa (END) e seus interesses, temos o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), efetivado pela parceria estratégica entre o Brasil e a França, visando à construção de submarinos convencionais e nucleares, além da criação do estaleiro em que os submarinos serão fabricados e da base naval que irá abrigá-los, futuramente.

Mas, por que um submarino com propulsão nuclear? Este trabalho visa a apresentar os principais pontos do PROSUB, e as características dos submarinos deste projeto, dando foco ao submarino nuclear e ao salto tecnológico que a MB está vivenciando e que deve conservar para acompanhar o projeto e manter-se alinhada com os objetivos da END. O desenvolvimento do trabalho está dividido em cinco partes: a primeira parte abordará sobre um breve histórico de uso de submarinos nucleares no passado; a parte seguinte versa sobre o Programa Nuclear Brasileiro (PNB); a terceira apresenta o desenvolvimento do Programa Nuclear da Marinha (PNM), a quarta parte apresenta o PROSUB e a parceria Brasil-França e a logística envolvida no projeto e, a quinta parte refere-se à preparação e à qualificação de pessoal e aborda, de forma sucinta, outros projetos de reaparelhamento dos meios operativos da MB.

2 A MARINHA E O SUBMARINO NUCLEAR

A Marinha do Brasil quer colocar o Brasil num novo patamar militar, científico

e tecnológico, lançando mão do submarino nuclear brasileiro.

2.1 Breve Histórico

Em 1955, a Marinha Americana lançava e comissionava o USS *Nautilus*, o primeiro submarino nuclear, com 3.500 toneladas e 98 metros de comprimento. Após idealizar o projeto, o Almirante Hyman George Rickover da Marinha Americana liderou o projeto da construção do USS *Nautilus*. Em 1960, já se comprovava o desempenho do *Nautilus* com a marca de 175.000 milhas náuticas (MN) navegadas e, mais tarde em 1966, alcançava a marca de 300.000 MN.

O primeiro submarino nuclear do mundo, “USS *Nautilus*”, lançado em 1955, representou a transição entre os submarinos lentos e os capazes de manter velocidades de 20 a 25 nós por semanas, amplificando exponencialmente a sua discrição e gerando, desta forma, uma grande mudança na doutrina de emprego de submarinos, assim como mudanças radicais nos procedimentos de guerra antissubmarino. A grande discrição dos “Nucleares” amplificou de forma exponencial a principal característica de um submarino, a ocultação. (MARTINS, 2012. p. 34)

Além dos EUA, outras nações começaram a desenvolver submarinos com propulsão nuclear durante a Guerra Fria, como a URSS que lançou o *K-3 Leminski Komsomol* da classe *November* em 1958, o HMS *Dreadnought* (S101) pelo Reino Unido em 1960, o

Redoutable (S611) pela França e o *Changzheng 1* (401) pela China em 1970.

Em 1960, o submarino americano SSN *Triton* (11.000 toneladas e 140 metros de comprimento) que fora lançado em 1959 completou a primeira circum-navegação submersa. Navegando a uma velocidade média de 18 nós, o SSN *Triton* percorreu um total de 26.723 MN em dois meses.

Em 1961, a Marinha Americana comissionava o SSN *Ethan Allen* (7.000 toneladas e 125 metros de comprimento) que era o primeiro submarino nuclear construído com a finalidade de receber e lançar, estando submerso, mísseis balísticos, os mísseis SLBM¹ *Polaris*. Pouco tempo depois, a URSS também alcançaria a tecnologia dos submarinos nucleares com mísseis balísticos, deixando ambos os países em uma situação de instabilidade político estratégica por causa do poder destrutivo que ambas as nações possuíam durante a Guerra Fria.

O armamento nuclear embarcado em submarinos dava a possibilidade de um ataque nuclear surpresa, pela característica da ocultação da arma submarina. Os submarinos de ambos os partidos viviam num constante jogo de gato e rato, procurando detectar e acompanhar, quase sempre muito de perto, uns aos outros. Afora a postura de atacar a qualquer indício de atitude hostil, a proximidade física dos submarinos possivelmente gerou choques. Todos os incidentes sugeridos por um partido foram

1 A sigla SLBM significa mísseis balísticos lançados de submarino (em inglês: Submarine-Launched Ballistic Missile)

negados categoricamente pelo rival. A Guerra Fria, para os submarinistas, sem dúvida, foi muito quente. (LOBO, 2014, 101)

Em meio ao grande desenvolvimento das grandes nações durante a Guerra Fria, o Brasil sabia que o submarino nuclear era um excelente meio para a segurança de nossas águas, mas para isso acontecer, o Brasil sabia que deveria dominar a tecnologia nuclear primeiro.

2.2 Programa Nuclear Brasileiro (PNB)

Em 1947, o Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva escreveu a primeira política a ser aprovada pelo Conselho de Segurança Nacional (CSN), sendo indicado para a presidência do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq), com o início da implementação do seu plano em 1951. Durante a presidência do Almirante Álvaro Alberto, um dos objetivos do CNPq era estimular pesquisas sobre recursos minerais relevantes e expandir a industrialização da energia nuclear.

Durante o final da década de 50, alguns entraves com acordos nacionais e internacionais, orçamentos limitados e instabilidades políticas causavam atrasos nas pesquisas. Por causa disso, foi criada a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) no início do governo de Juscelino Kubitschek, sob supervisão presidencial, mas em estreita colaboração com a política norte-americana. Em 1962, terminava a construção do primeiro reator de pesquisa feito no país chamado de Argonauta, localizado no Instituto de Energia Nuclear (IEN), na cidade do Rio de Janeiro; porém, só entrou em funcionamento em 1965. O reator Argonauta foi uma adaptação de um

reator elaborado pelo Laboratório Nacional de Argonne, nos EUA.

Vale destacar que foi proposto pelos EUA o programa “Átomos para a Paz” e alinhados com o programa, Brasil e Alemanha assinaram o Acordo de Cooperação para o Desenvolvimento da Energia Atômica com Finalidades Pacíficas em 1955. Este acordo previa a compra de reatores de pesquisas baseados na utilização do urânio enriquecido. Por um lado, havia aqueles que defendiam a importação da tecnologia americana, mas do outro lado, existiam aqueles que almejavam o desenvolvimento da tecnologia nacional, utilizando urânio natural ou tório. Com este desenvolvimento, achava-se que era a única forma para o desenvolvimento de uma política científica propriamente nacional.

Durante o governo dos militares, iniciado em 1964, foi estabelecida uma política nuclear tendo como base obtenção de usinas nucleares, para a geração de energia elétrica e a criação de complexos industriais nucleares autônomos brasileiros. De acordo com a política, o Brasil iria adquirir todas as tecnologias necessárias para o domínio do ciclo do combustível nuclear num longo prazo. Em 1968, o governo criou o “Conceito Estratégico Nacional”, utilizando como argumento que o meio para a superação da posição periférica do Brasil em relação ao cenário internacional seria através da tecnologia nuclear.

Em 1973 tivemos a crise do petróleo e a expansão do mercado internacional de reatores e, em 1974, a decisão dos EUA em suspender o fornecimento de urânio enriquecido para as novas usinas. Em 1978, o Brasil procurava outro parceiro para obter a tecnologia nuclear. Neste período, o presidente Geisel visitava a Alemanha para acertar o acordo que previa

a construção de centrais nucleares no país, as quais seriam responsáveis no desenvolvimento das etapas do ciclo de produção de energia elétrica. Por causa do Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, o Brasil se comprometeu a desenvolver um programa de construção de oito grandes reatores nucleares para a geração de eletricidade, implantação de uma indústria teuto-brasileira para a fabricação de componentes e de combustível por 15 anos. O acordo ainda contaria com a empresa alemã Kraftwerk Union (KWU).

Das oito centrais previstas no acordo, apenas duas foram construídas. A partir dos fatos e resultados, os militares brasileiros iniciaram o desenvolvimento de um programa nuclear de tecnologia nacional para enriquecimento de urânio. Este novo programa iniciou-se em 1979.

2.3 Programa Nuclear da Marinha (PNM)

O Programa Nuclear da Marinha teve início no ano de 1979. Este programa tem como objetivo o desenvolvimento da propulsão do submarino nuclear e o domínio do ciclo combustível nuclear. O PNM é apoiado pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e pela CNEN de São Paulo. O objetivo do programa é assegurar ao país o domínio total do ciclo do combustível nuclear, através do uso de tecnologias nacionais. O PNM faz parte do Programa Nuclear Paralelo que foi desenvolvido pela Marinha do Brasil (MB), pelo Exército Brasileiro (EB) e pela Força Aérea Brasileira (FAB); porém, somente a MB teve condições de realizar atividades em escala industrial.

O Programa Nuclear da Marinha (PNM) vem demonstrando, desde

o início, em 1979, uma grande capacidade de mobilização e estímulo dos setores de Ciência e Tecnologia. São inúmeras as parcerias estabelecidas com universidades, centros de pesquisa e desenvolvimento, indústrias e empresas projetistas de engenharia. (LEME; SILVA, 2010, 28)

O Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo (CTMSP), dentro do complexo da Universidade de São Paulo (USP), agrupa importantes centros de pesquisas e projetos. Além disso, o CTMSP possui também as instalações do Centro Experimental Aramar (CEA), na cidade de Iperó.

O Programa Nuclear da Marinha está decomposto em dois segmentos para o seu desenvolvimento: a plena capacidade de dominação do ciclo do combustível nuclear, e o desenvolvimento e a construção do Laboratório de Geração de Energia Núcleo-Elétrica (LABGENE), que inclui a construção do reator nuclear.

A Marinha do Brasil já domina todo o ciclo para a produção do combustível de reatores de pesquisas de pequeno porte. O início dos estudos para o domínio de tal tecnologia já ocorria nos anos 70; tal domínio é considerado o principal desafio tecnológico. Os avanços nesta área foram gradativos e a MB contribuiu para proporcionar a produção do combustível nuclear utilizado pelas usinas de Angra I e II pelas Indústrias Nucleares do Brasil S.A.. Houve ainda, a inauguração do primeiro módulo da Unidade Piloto de Hexafluoreto de Urânio (USEXA), utilizado para a produção de combustível em escala de demonstração industrial.

O ciclo do combustível possui um longo trajeto até chegar ao reator. Primeiro ocorre o processo de prospecção, no qual se extrai da natureza os minérios que possuem o urânio. Após isso, o urânio é separado pelo processo de lixiviação, na forma de minério de concentrado de urânio (U_3O_8) ou *Yellow Cake*, como normalmente é conhecido. A próxima etapa é a transformação do minério, na forma sólida, em hexafluoreto de urânio (UF_6) na forma gasosa. A próxima etapa do processo é onde está a atenção dos órgãos internacionais reguladores de tecnologia nuclear.

Para o entendimento deste processo, alguns pontos devem ser colocados. O primeiro ponto são os isótopos do urânio encontrados na natureza. Eles podem ser encontrados na forma de U_{234} , numa taxa desprezível para efeitos práticos, o U_{235} (0,7 % na natureza) e U_{238} (99,3 % na natureza). O urânio utilizado como combustível de reator nuclear é o U_{235} e, por conta disto, se realiza o processo de enriquecimento de urânio. O processo de

enriquecimento de urânio brasileiro é realizado a partir do processo de ultracentrífugas magnéticas, as quais separam o U_{235} do U_{238} que estão na forma de hexafluoreto de urânio. Este mecanismo é realizado por diversas vezes e é chamado de processo cascata. Através deste processo, o nível de U_{235} passa de 0,7 % para valores superiores a 4% de enriquecimento. Os órgãos internacionais realizam inspeções quanto ao nível de enriquecimento para saber qual é o fim destinado àquela massa de urânio. Lembrando que o enriquecimento a uma taxa superior a 93% serve para a produção de artefatos bélicos explosivos.

Após o enriquecimento, este produto passa por diversas técnicas industriais até chegar às pastilhas de urânio que são utilizadas nos reatores. A pastilha é de forma cilíndrica e o tamanho das pastilhas é, aproximadamente, de um centímetro de raio por um de altura. Mesmo sendo pequena, a pastilha pode produzir uma grande quantidade de energia. Pode ser vista a comparação das energias na Figura 2.

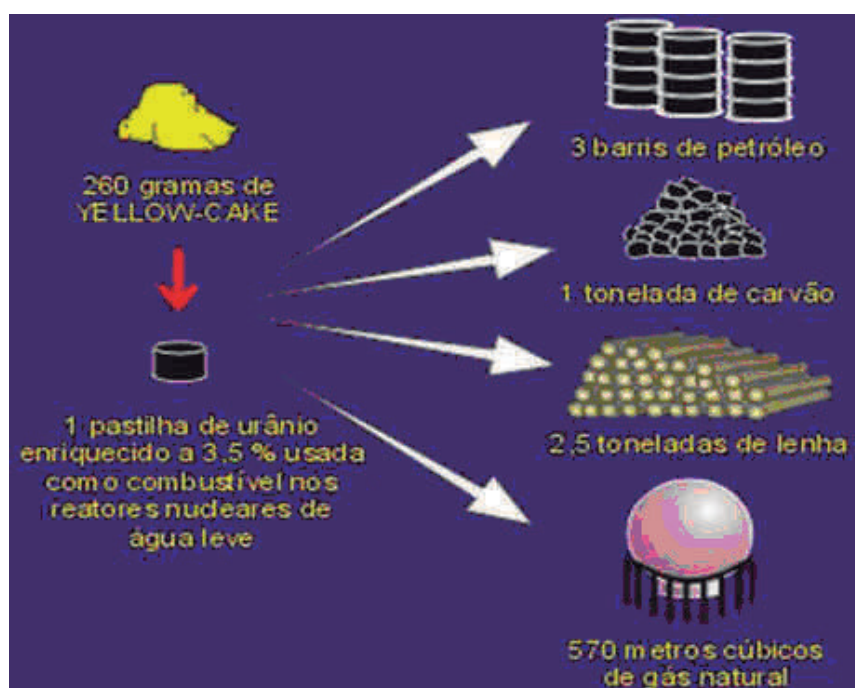


Figura 2: Comparação da energia nuclear com outras fontes de energia.

O outro segmento do PNM é o LABGENE. Este laboratório tem a finalidade de alcançar a capacidade técnica de projetar, operar, e manter reatores do tipo Reatores de Água Pressurizada (do inglês *Pressurized Water Reactor* – PWR). Tais reatores serão empregados nos submarinos de propulsão nuclear brasileiro (SN-BR). O prédio do LABGENE, que ainda está em construção, será um complexo de 11 prédios principais, entre eles o Prédio do Reator e o Prédio das Turbinas que serão empregadas na propulsão do SN-BR. Pode-se destacar que a tecnologia gerada no LABGENE poderá ser utilizada também pra geração de eletricidade após o domínio total da tecnologia.

O CTMSP possui muitos laboratórios que desenvolvem projetos em diversas áreas para a aplicação da indústria naval, como o desenvolvimento de bombas a vácuo, conversores estáticos, giroscópios, sistemas de controles de máquinas navais, entre outros. O centro conta também com uma quantidade grande de engenheiros das diversas áreas e de apoio mútuo com a USP.

A tecnologia nuclear é tratada entre os países como um assunto sensível e muito restrito, e, portanto, o conhecimento não é compartilhado. O domínio dessa tecnologia permite ao Brasil dispor de uma alternativa energética, profissional e técnica, atender ao consumo interno ou para relacionamento internacional, bem como expandir o relacionamento com as Nações que dominam essa tecnologia. (ÁREA, 2014,13)

O Centro Tecnológico desenvolve toda a parte da propulsão do submarino nuclear

brasileiro. Além disso, ele produz tecnologias que possam ser empregadas em outros meios navais. Todos os sistemas que se operam em um submarino estão sendo estudados e analisados no CEA para que se alcance o novo patamar na MB: o submarino nuclear.

2.4 O Programa de Desenvolvimento do Submarino Nuclear (PROSUB)

O domínio da tecnologia de construção de submarinos veio através do conhecimento obtido com a construção dos submarinos projetados a partir do modelo alemão IKL-209. Com este modelo, foram construídos quatro submarinos (Tamoio, Timbira, Tapajó e Tikuna) no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro. Este conhecimento deixa o Brasil em um nível mais elevado, visto que poucas nações conseguem construir um submarino.

Mesmo com o *know-how* e a competência para construir um submarino, a construção da planta nuclear de um submarino ainda seria um grande salto no conhecimento do país. Por isso, o Brasil buscou parceria com outras nações para alcançar essa meta.

Na atualidade, somente Rússia e França desenvolvem e produzem, simultaneamente, ambos os tipos de submarinos, (...). Esses países detêm comprovada capacidade de desenvolver submarinos de propulsão nuclear e dispõem, cada um, de projeto de um submarino convencional com potencial para a indispensável transição a ser feita entre os projetos de submarinos convencionais e nucleares, do lado russo, o Amur 1650 e do lado, francês o Scorpène. (HECHT, 2012, p.14)

A MB buscava um projeto de submarino que pudesse adaptar ao reator nuclear que já estava em desenvolvimento no CTMSP. Mas, também buscava algum projeto que dispusesse da aquisição do conhecimento tecnológico do projeto, e não só a construção em si. Como já colocado acima, a Rússia e a França possuíam projetos que atendiam aos objetivos brasileiros, mas a Rússia não se dispôs a transferir a tecnologia dos seus submarinos. Além disso, não havia nenhum país que fosse cliente da Rússia ou que estivesse em negociação. Diferentemente, a França possui metodologias mais usuais e de melhor compreensão de técnicos e engenheiros, e já exportou o seu produto para Chile, Índia e Malásia.

A partir do momento que tinha sido definida a parceria com a França, foi criada a Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear (COGESN) subordinada à Diretoria-Geral de Material da Marinha (DGMM). A COGESN é responsável pelo gerenciamento do projeto e da construção da Base Naval em Itaguaí com a finalidade de fazer a manutenção e de construir os submarinos - por meio da Gerência de Empreendimento Modular 18 (EM-18), pela administração do projeto e da fabricação do SN-BR - por meio da Gerência de Empreendimento Modular 19 (EM-19).

No final de 2008, os presidentes do Brasil e da França estabeleceram a parceria estratégica, envolvendo acordos políticos, técnicos e comerciais. O PROSUB faz parte destes acordos técnico-comerciais. Dentre os consórcios estabelecidos, destaca-se a então empresa francesa *Direction des Constructions Navales Services* (DCNS), hoje *Naval Group*. A *Naval Group* criou a Escola de Projeto de Submarinos (*École de conception des sousmarins*), em Lorient, na França, que foi inaugurada em 2010. Ela possui como objetivo a transferência de tecnologia em projeto de submarinos.

A construção do SN-BR (Figura 3) teve seu início em 2016 em Itaguaí, com prognóstico de término para 2025. A construção da propulsão é de responsabilidade do CTMSP que tem como meta finalizá-la em 2018, ocorrendo após isso a instalação e a integração aos sistemas dos submarinos. Já a parte do casco do submarino ficou a cargo da Nuclebrás Equipamentos Pesados (NUCLEP), empresa que participou da elaboração dos cascos dos submarinos da classe Tupi, no passado. Para isso, foi criada a Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM) em 2013. Na UFEM, ocorrerá a fabricação das chapas metálicas e das seções que irão compor o SN-BR, além da produção e instalação dos conveses, tubulações e anteparas.

FINANCIAMENTO IMOBILIÁRIO

CONTE COM QUEM ENTENDE

Mais informações
0800 61 3040
www.fhe.org.br

QUEM PODE

Militares e pensionistas da Marinha do Brasil

Modalidades, em condições especiais, para a compra de imóvel residencial e terreno



Foto: Arquivo CCSM

Sujeito a análise cadastral
Sujeito a alteração sem aviso prévio
Consulte normas e condições vigentes



FUNDAÇÃO HABITACIONAL DO EXÉRCITO



Figura 3: Submarino Nuclear Brasileiro.

O projeto do reator nuclear do SN-BR utilizará o tipo Reator de Água Pressurizada (PWR), por ser o mesmo modelo utilizado na maioria das plantas nucleares pelo mundo, inclusive nas usinas de Angra I e II. O sistema da propulsão tem o mesmo princípio de uma propulsão a vapor e o reator nuclear, por analogia, faria a mesma função da caldeira. A planta do submarino nuclear terá dois circuitos de vapor (Figura 4). O primeiro, onde ficará o reator nuclear, será a fonte térmica para aquecer a água que passará pelo gerador de vapor. O calor da água do circuito primário que passa pelo gerador de vapor aquecerá a água do circuito secundário. A água do circuito secundário será a utilizada na propulsão a vapor propriamente dita, passando pela turbina onde será obtido o trabalho, depois pelo condensador e pela bomba alimentadora como em uma instalação a vapor. O trabalho obtido na turbina não irá

diretamente para o eixo. Este trabalho será utilizado para acionar o gerador elétrico que alimentará o motor elétrico da propulsão e carregará as baterias auxiliares. Este motor elétrico principal (MEP) será responsável pela propulsão propriamente dita.

Vale lembrar que o Submarino Nuclear Brasileiro será um submarino nuclear de ataque, e não um submarino com mísseis balísticos de ogivas nucleares, pois o Brasil assinou o Acordo de Cooperação para o Desenvolvimento da Energia Atômica com Finalidades Pacíficas em 1955.

Além dos submarinos nucleares, a Marinha do Brasil construirá, primeiramente, quatro submarinos convencionais do tipo diesel-elétrico para dominar a tecnologia da classe *Scorpène*. Os submarinos convencionais do PROSUB não são abordados, com detalhes, neste trabalho.

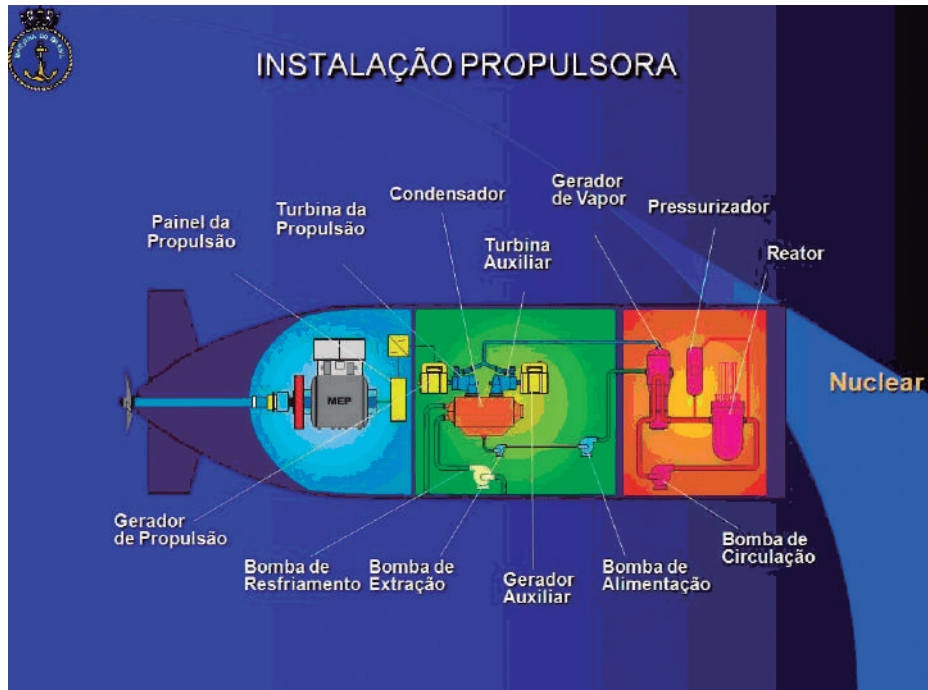


Figura 4: Planta da propulsão do SN-BR.

Os submarinos em si, já desenvolvem velocidades um pouco maiores do que navios de superfície visto que as resistências aplicadas são menores. Na teoria da Mecânica do Navio, disciplina ministrada na Escola Naval, os submarinos não geram resistência de formação de ondas, somente resistência de atrito e forma.

Mas, e se compararmos o submarino convencional com o nuclear? A melhor resposta que se pode obter para esta comparação é: autonomia. A autonomia do submarino nuclear é muito maior do que o convencional. A grande autonomia do submarino nuclear acentua a discrição do submarino, pois ele pode permanecer grandes períodos submersos.

Algumas classes de submarinos, como os da classe "Rubis" da França, são equipados com reatores que necessitam da substituição do material

fissil (combustível do reator) a cada 30 anos, assim como em alguns submarinos americanos da classe "Los Angeles". (MARTINS, 2012, p.34)

Os submarinos nucleares, que são abastecidos com a troca das varetas do reator a cada 30 anos, podem navegar com velocidades entre 20 a 30 nós, podendo chegar a percorrer 5.256.000 MN. Uma distância desta equivale ao mesmo que percorrer o litoral brasileiro 1.278 vezes. Outra comparação que pode ser feita, seria definir quanto tempo que um submarino levaria para percorrer toda a costa brasileira. Segundo Martins (2012, p.35), enquanto que um submarino convencional levaria, aproximadamente, 28 dias para navegar do Oiapoque ao Chuí, um submarino nuclear atravessaria essa distância em sete dias, sem precisar vir à cota periscópica.



2.5 Preparação e Qualificação de Pessoal

A MB tem se empenhado para preparar e qualificar seu pessoal com a chegada dessa nova tecnologia. A necessidade de conhecimento que um submarino de propulsão nuclear exigirá de sua tripulação é algo que tem caminhado a passos largos, assim como o projeto em si.

É importante projetar um equipamento que nunca vai falhar, e é igualmente impossível desenvolver procedimentos que cobrirão todas as contingências. O mais lógico é treinar o operador para que ele tenha um entendimento da planta e de suas capacidades. (RICKOVER² Apud LIMA, 2012, p.113)

Na parceria entre Brasil e França, foi criado em Paris o Escritório Técnico do PROSUB (ET-PROSUB), nas instalações da Marinha Nacional da França, que administra as atividades desenvolvidas pelo projeto, bem como presta apoio a todo o pessoal envolvido, entre civis, militares, engenheiros e técnicos. A transferência de tecnologia dos Sistemas de Combate e Sonar está ocorrendo nas cidades de Toulon e Sophia Antipolis. Além disso, engenheiros e técnicos também trabalham na transferência de tecnologia para construção do submarino nuclear na cidade de Cherbourg.

Nas instalações da NUCLEP em Itaguaí, engenheiros e técnicos fazem parte do processo que transfere a tecnologia de construção de submarinos.

De acordo com dados da *Naval Group*, o

projeto do submarino nuclear terá uma demanda de aproximadamente 500 profissionais, entre engenheiros, técnicos e administradores. Com isso, o PROSUB mobilizará a estrutura da COGESN com apoio do CTMSP.

2.6 Outros Programas Estratégicos da Marinha

Estes submarinos, convencionais e nucleares, integrarão os meios navais que serão construídos com o Projeto Estratégico “Construção do Núcleo do Poder Naval”, que envolve mais cinco projetos além do PROSUB, que são: Programa de Construção de Corvetas Classe “Barroso”, Programa de Obtenção de Navios-Patrolha de 500 toneladas, Programa de Obtenção de Meios de Superfície (PROSUPER), Programa de Obtenção de Navios-Aeródromos (PRONAe) e Programa de Obtenção de Navios-Anfibios (PRONAnf).

A condução do Projeto permitirá a geração de milhares de empregos diretos e indiretos; a capacitação e o aprimoramento de mão de obra nacional; fomentando a Base Industrial de Defesa, num esforço, sem precedentes, na história do Brasil. Tais iniciativas contribuirão para o aumento do poder de dissuasão e para a proteção e preservação dos interesses nacionais nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB). (CONSTRUIR, 2014, p.19)

Estes projetos, em conjunto com o PROSUB, servirão para garantir a soberania nacional no mar e a salvaguarda de nossas riquezas. A necessidade de reaparelhamento de nossos meios sempre será uma necessidade da MB.

² DUNCAN, Francis. Rickover and the Nuclear Navy: The Discipline of Technology. Naval Institute Press. Annapolis, Maryland: 1990.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um submarino nuclear tem um grande poder de dissuasão pelo seu alto grau de discricção e autonomia. A autonomia da energia nuclear permite que o submarino patrulhe grandes extensões oceânicas.

O PROSUB é um marco dentro da Marinha do Brasil. Tal projeto arrasta consigo um grande acúmulo de conhecimento e de técnicas de grande valia para a MB, como o domínio do ciclo do urânio e o LABGENE. Estas duas últimas citadas são as que dão credibilidade para a MB, e em um futuro próximo, essa tecnologia refletirá em todo Brasil.

Desde muito tempo atrás, pessoas como o Almirante Álvaro Alberto e Almirante Rickover sabiam que o progresso e o crescimento só viriam com o conhecimento. As pesquisas já foram realizadas e, até aqui, têm demonstrado o quanto a MB é uma instituição que se preocupa em se modernizar e em trazer progresso para o país.

Com a chegada do submarino nuclear, a Marinha do Brasil alcançará um novo patamar para garantir os interesses do Brasil no mar, tornando o Brasil uma nação cada vez mais soberana e preparada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMAZÔNIA Azul. O Periscópio, Rio de Janeiro, ano XLVII, n. 65, p. 162-165, 2012.

ÁREA nuclear: desenvolvimento para o futuro. Marinha em Revista, Brasília, ano 04, n. 10, p.10-14, jun 2014.

CONSTRUIR para evoluir. Marinha em Revista, Brasília, ano 04, n. 10, p.18-25, jun. 2014.

CORRÊA, Fernanda das Graças. Projeto do submarino nuclear brasileiro: ciência, tecnologia, cerceamento e soberania nacional. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 132, n. 07/09, p. 11-15, jul/set 2012.

CORRÊA, Fernanda das Graças. O Submarino de propulsão nuclear e a estratégia nacional. Disponível em <<http://www.unicamp.br/nee/epremissas/pdfs/3/submarino.pdf>>. Acesso em: 27 jul 2015.

COSTA, Célia Maria Leite Costa. Acordo Nuclear Brasil-Alemanha. Disponível em <<https://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/FatosImagens/AcordoNuclear>> . Acesso em: 23 ago 2015.

ENTREVISTA: Amazônia Azul. Grupo Editorial Record. Disponível em <http://www.record.com.br/autor_entrevista.asp?id_autor=4714&id_entrevista=145>. Acesso em : 28 jul 2015.

FRAGELLI, José Alberto Accioly. O primeiro submarino de propulsão nuclear brasileiro. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 132, n. 07/09, p. 17-18, jul/set 2012.

GALANTE, Alexandre. Poder Naval no Sumário da Amazônia Azul, na Escola Naval. Disponível em <<HTTP://WWW.NAVAL.COM.BR/BLOG/2010/10/16/PODER-NAVAL-NO-SEMINARIO-DA-AMAZONIA-AZUL-NA-ESCOLA-NAVAL/>> . Acesso em: 29 jul 2015.

GUIMARÃES, Leonam dos Santos. Doutrina de segurança para submarinos nucleares no Brasil. Revista Marítima Brasileira, Rio de Janeiro, v. 132, n. 07/09, p. 17-18, jul/set 2012.

HECHT, Luís Antônio Rodrigues. Aula Inaugural do Curso de Aperfeiçoamento de Submarinos para Oficiais 2011. O Periscópio, Rio de Janeiro, ano XLVII, n. 65, p. 4-18, 2012.

INTERESSES econômicos e políticos regem acordo nuclear entre Brasil e Alemanha. 2014. Disponível em <<http://www.defesanet.com.br/nuclear/noticia/17349/Interesses-economicos-e-politicos-regem-acordo-nuclear-entre-Brasil-e-Alemanha/>>. Acesso em: 10 set 2015.

LEME, Felipe Picco Paes; RODRIGUES, Juliana Amaral. Iniciadas as obras do Estaleiro e da Base Naval de Submarinos. Marinha em Revista, Brasília, ano 01, n. 03, p. 22-25, dez 2010.

LEME, Felipe Picco Paes. CTMSP: pesquisa e desenvolvimento na área nuclear. Marinha em Revista, Brasília, ano 01, n. 03, p. 27-30, dez 2010.

LIMA, Carlos Augusto de. Almirante Rickover e a Propulsão Nuclear. O Periscópio, Rio de Janeiro, ano XLVII, n. 65, p. 112-115, 2012.

LIMA, Marcelo Chagas. A Fundamentação Estratégica do Emprego Coordenado dos Submarinos Convencionais e Nucleares no Espaço Geopolítico do Atlântico Sul. O Periscópio, Rio de Janeiro, ano XLIX, n. 67, p. 24-27, 2014.

LOHBAUER, Christian. Brasil e Alemanha 1964-1999: Fases de uma Parceria. São Paulo: Fundação Konrad Adenauer, 2000. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?id=54hXpWfs0IcC&pg=PA58&lpg=PA58&dq=parceria+brasil+alema->

[nha+governo+geisel&source=bl&ots=7hPpByWS2G&sig=HRoxU9yO-ZCNCr-UfpmGRW9FN6vA&hl=pt-BR&sa=X&ved=0CC4Q6AEwA2oVChMIjP6gy-86JyAIVk4ANCh0I_Aks#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?id=54hXpWfs0IcC&pg=PA58&lpg=PA58&dq=parceria+brasil+alema-nha+governo+geisel&source=bl&ots=7hPpByWS2G&sig=HRoxU9yO-ZCNCr-UfpmGRW9FN6vA&hl=pt-BR&sa=X&ved=0CC4Q6AEwA2oVChMIjP6gy-86JyAIVk4ANCh0I_Aks#v=onepage&q&f=false)>. Acesso em: 23 ago 2015.

MARQUES, André Luis Ferreira. Aspectos de Segurança em Submarinos Nucleares. O Periscópio, Rio de Janeiro, ano XLIX, n. 67, p. 6-9, 2014.

MARTINS, Eduardo Antonio Pires. Por que precisamos de um Submarino Nuclear? O Periscópio, Rio de Janeiro, ano XLVII, n. 65, p. 32-39, 2012.

OLIVEIRA, Fernando De Luca Marques de. Os Impactos Táticos a partir da incorporação ao Poder Naval de um Submarino de Ataque com Propulsão Nuclear. O Periscópio, Rio de Janeiro, ano XLVII, n. 65, p. 24-30, 2012.

Portal São Francisco, REATOR NUCLEAR, Disponível em <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-energia-nuclear/reatores-nucleares.php>>. Acesso em: 06 set 2015

SEGREDOS da Guerra Fria: O Resgate do Submarino Soviético K-129. Disponível em <<http://www.reservaer.com.br/gblrnew/texto.php?pSerial=10763>> Acesso em: 27 jul 2015

SILVA, Marcos Rodrigues da. A Importância do CIANA para a Segurança das Instalações Nucleares do Poder Naval. O Periscópio, Rio de Janeiro, ano XLIX, n. 67, p. 38-42, 2014. FatosImagens/AcordoNuclear> . Acesso em: 23 ago. 2015.

DO “TYPE XXI” AO “IKL-206” – A ORIGEM DO “IKL-209”



Primeiro-Tenente Diego de Oliveira Bizarro
Primeiro-Tenente Alan da Costa Franqueira

1 INTRODUÇÃO

As soluções de engenharia empregadas nos submarinos IKL-209, operados pela Marinha do Brasil atualmente, remontam os idos da 2ª Guerra Mundial, particularmente os últimos e mais avançados modelos utilizados pela Marinha Alemã. A evolução tecnológica foi notável, mesmo com as dificuldades inerentes ao cenário de destruição do pós-guerra.

Os Type XXI e XXIII, após refluídos do fundo do Mar Báltico na década de 50, deram início ao projeto da Classe 201, que foi aprimorado no decorrer do tempo com a introdução de novas tecnologias e correções de erros, chegando à bem-sucedida Classe 206 – o “DNA” do Classe 209.

2 FIM DA 2ª GUERRA MUNDIAL

Passadas três semanas da assinatura da rendição alemã, o governo remanescente foi preso pelo exército britânico. O país foi dividido em quatro zonas militares de ocupação, controladas por Estados Unidos, Inglaterra, Rússia e França. Era então a Guerra Fria, que dividiu a Alemanha em duas áreas geográficas

de influência: República Federal da Alemanha (influência ocidental) e República Democrática Alemã (influência da ex-URSS).

Em 9 de maio de 1955, a República Federal da Alemanha se tornou o décimo quinto membro da Organização do Tratado do Atlântico Norte, iniciando a corrida armamentista com seus aliados do Oeste. Face a isto viu-se a necessidade de uma recriação e reformulação de suas Forças Armadas.

Durante o início da ocupação, as Forças Armadas britânicas e americanas demoliram fábricas, guindastes, bases e grande parte do que restou da infraestrutura militar alemã.

Tendo em vista as restrições impostas à Alemanha após o fim da 2ª Guerra Mundial, este país só poderia ter uma Marinha restrita à sua defesa. O Governo Federal Alemão então concordou que seus novos submarinos não ultrapassariam 350ton de deslocamento, tamanho este julgado adequado para atender à segurança de sua costa.

Com isso, a Marinha Alemã consultou seus registros antigos e constatou embarcações naufragadas em águas rasas do pós-guerra. Foram procuradas aquelas que estivessem em condições mais razoáveis e de fácil acesso.

Então, foi decidido o resgate de dois submarinos pequenos, Type XXIII e um maior, Type XXI. Esta última embarcação possuía entre de 1621 e 2100ton e não estava de acordo com a tonelagem limitada de 350ton. Este problema foi resolvido usando o Type XXI apenas para abrigar a tripulação e somente com propósitos experimentais ou de pesquisa. A preferência pelo maior se devia ao fato de que os pequenos Type XXIII, dificilmente, acomodavam uma tripulação e, adicionalmente, uma equipe técnica para comissões no mar.

Os 3 submarinos foram levados para Kiel (Alemanha) para serem remontados pela então Howaldtswerke (precursora da HDW). O primeiro, U-Hai (U-Tubarão), foi comissionado em 15 de agosto de 1957. O segundo, U-Hecht (U-Lança), em 1º de outubro. Já o terceiro e maior, U-Wal (U-Baleia), tornou-se operativo em 1º de setembro de 1960 (Showell, 2006). Posteriormente, este último foi rebatizado de Wilhelm Bauer, em homenagem ao primeiro submarino alemão, criado em 1850.

O fim do ciclo operativo do U-Hecht deu-se em 1968, sendo decidido pela sua reciclagem via empresas especializadas. O U-Hai encerrou sua vida operativa em 14 de setembro de 1966 de forma trágica, naufragando durante exercícios no Mar do Norte. Dos 20 tripulantes, apenas um suboficial sobreviveu. Essas 19 mortes foram as únicas de submarinistas alemães pós 2ª Guerra Mundial (Richter, 2005). Desses três submarinos, somente o Wilhelm Bauer permaneceu íntegro e, hoje encontra-se preservado no Museu Marítimo em Bremerhaven.

3 CLASSE 201

O primeiro passo para a criação da nova

geração de U-Boats ocorreu em 1955. Os engenheiros Ulrich Gabler e Christoph Aschmoneit, remanescentes dos projetos de desenvolvimento de submarinos anteriores à guerra, foram convidados para colaborar na construção da classe 201. Eles conduziram o desenvolvimento desta nova classe que entrou em produção em 1959, produzindo-se três unidades, sendo a primeira comissionada em 1962.

O principal propósito desses submarinos era de esclarecimento e de defesa nas áreas de atuação no Mar do Norte, tendo como prioridade alvos de superfície em detrimento a alvos submarinos. Já o propósito secundário era ser capaz de carregar minas e operar em águas rasas.

Esses submarinos, por serem pequenos, não tinham capacidade de transportar torpedos em seu interior. Os 8 tubos deveriam ser carregados por fora. Além disso, possuíam um casco não magnético, um novo projeto de hélice e sofisticados equipamentos ópticos e eletrônicos. Inovaram também com um sistema em que era possível conduzir as informações de rumo pelo passadiço, com abrigo de uma antepara de vidro. Tinham capacidade de atingir 17 nós mergulhado e 12 nós na superfície. De acordo com Showell (2006, p. 111) “Este pequeno submarino, porém, altamente manobrável e de difícil detecção, provou ser eficaz o suficiente contra um inimigo que surgisse ao alcance de seus torpedos”.

Uma das falhas do projeto era a escassez de recursos de navegação no passadiço quando transitando na superfície. A vela era muito pequena, deixando o passadiço muito próximo à linha d'água, o que mantinha o Oficial de Quarto exposto às intempéries do ambiente e

tornava-o inadequado para operar em mares agitados. O principal canal de comunicação entre o Passadiço e o Oficial de Periscópio era por voz, abrindo-se a escotilha. A atracação ou o suspender do porto com apenas um hélice limitava a manobrabilidade, o que tornava essencial o apoio de rebocadores. Em 1962 descobriu-se alguns problemas no U1 e U2 através de inspeções de rotina, onde seus cascos não magnéticos apresentavam corrosões antes do previsto.

Após a construção do U3, a OTAN mudou as regras de medição de deslocamento ao incluir o lastro no somatório total de tonelagem, fazendo com que estes três novos submarinos não estivessem conforme o acordo internacional vigente.

Porém em 1962 ocorreu a Crise dos Mísseis de Cuba, acirrando a disputa armamentista entre EUA e ex-URSS. Tal fato contribuiu para a Marinha Alemã pudesse elevar o limite de tonelagem de seus submarinos para 450ton durante a construção dos 201, o que posteriormente serviu de base para a construção da Classe 205.

O U3, em sua fase operativa chegou a ser emprestado para a Marinha Real Norueguesa, sendo devolvido em 1966 (Karr, 2014).

4 CLASSE 202

A classe 202 surgiu com o propósito de corrigir os erros da antecedente. Ela seria uma versão menor do antigo Type XXIII e chegaram a cogitar a construção de 40 unidades, porém só 2, foram construídas (Richter, 2005).

Alguns problemas não foram corrigidos, como por exemplo a pequena dimensão da vela, que obrigava a embarcação a operar em

regiões de mares calmos. Era um submarino tão compacto que sua tripulação se resumia a 7 homens, apenas. O ar em seu interior era escasso e suas baterias não proporcionavam uma autonomia significativa. Consequentemente, não era possível realizar operações próximas à costa sem esnorquear. Essa classe também apresentou sérios problemas de corrosão em seu casco antes do previsto.

A Marinha ainda manteve dois contratos adicionais de desenvolvimento, mas as classes 203 e 204 não foram adiante.

5 CLASSE 205/207

Estes submarinos foram uma evolução direta da Classe 201, sendo os dois primeiros, U1 e U2, feitos a partir dos Classe 201 modernizados, com 1,80m a mais de comprimento para satisfazer a demanda dos novos equipamentos. Ao todo foram construídas treze unidades, sendo duas para a Marinha Real Dinamarquesa. A Marinha Norueguesa também adquiriu mais quinze unidades customizadas, denominadas Classe Kobben ou 207 (Karr, 2014).

Diferentemente dos anteriores, os 205 possuíam o casco em formato de gota, o que o tornava ideal para operações em águas rasas no Mar Báltico. Foram equipados com novos sensores e com motores mais modernos. O grande avanço destes novos submarinos foi a utilização do aço ST-52 na construção de seu casco, o que evitava os problemas de corrosão dos cascos não magnéticos dos 201. A vela e o passadiço também foram redimensionados, pois esperava-se que, assim, pudessem retirar a restrição de mar que seus antecessores possuíam.

6 CLASSE 206 – A SEGUNDA GERAÇÃO DE SUBMARINOS

As pesquisas geradas com as novas embarcações, combinadas com o rápido desenvolvimento de novas tecnologias, especialmente no campo da eletrônica, proporcionaram à engenharia submarina novas oportunidades, criando uma nova geração de U-Boats. Essa geração foi um marco no desenvolvimento de projetos e construção de submarinos, pois incluiu o sistema de controle de armas.

A classe 206 tinha o formato diferente de todos os modelos antes construídos. E pela primeira vez, o estaleiro da Howaldtswerke-Deutsche Werft (HDW), em Kiel, assumiu todo o processo de construção de um submarino, desde a concepção e projeto, aos testes finais de mar.

O U13 – o primeiro, de uma série de dezoito da classe 206 – foi comissionado em 14 de abril de 1973. Seu projeto inicial foi baseado nos últimos modelos do 205. Nestes submarinos, os compartimentos não eram mais estanques, sendo implementada a anteparas acústica entre o compartimento de máquinas e o de manobra. Não havia mais a necessidade de militares operarem os motores localmente, pois foi desenvolvido um moderno sistema de controle remoto dos motores, de forma que o operador não ficasse mais exposto ao barulho do compartimento de máquinas. O casco voltou a ser não magnético, porém agora era de aço inoxidável austenítico, que proporcionava maior resistência à corrosão e elasticidade perante as pressões do mar.

Estas embarcações foram, à época, o menor submarino a operar confortavelmente em profundidades de 20 metros. Sua tripulação

tinha 25 homens e era possível ter autonomia de semanas no mar, necessitando de um “snorquel” de 3 horas por dia. Segundo Showell (2006, p. 117): “Caso necessário, sua propulsão poderia funcionar em modo econômico de energia, permitindo ao submarino permanecer mais de uma semana sem carregar as baterias”.

Adicionalmente, estes submarinos foram equipados com torpedos inteligentes guiados por fio, sendo possível a realimentação de informações após o disparo. Isso permitia, por exemplo, o direcionamento a um determinado alvo dentro de um grupo de navios. Outra possibilidade era de se lançar cordões de minas em determinada área, via sistema de controle interno do submarino.

Posteriormente, houve modernizações em doze unidades, sendo rebatizadas de Classe 206A; as outras seis unidades foram descomissionadas. As modernizações incluíam: a instalação do novo sonar STN Atlas DBQS-21D juntamente a novos periscópios e a um novo sistema de controle de armas (LEWA); o sistema MAGE foi substituído e foi instalado um sistema de navegação GPS; foram armados com os novos Torpedos DM2A1 “Seal”; o sistema de propulsão foi restaurado inteiramente e melhorias foram feitas nos alojamentos da tripulação.

Mais tarde houve o projeto de nove unidades da Classe 208, com Propulsão Independente de Ar (AIP), baseado no 206. Devido a restrições tecnológicas e financeiras, aliadas à grande eficácia dos 206 no Mar Báltico, a Classe 208 foi adiada para entrega em 2000, o que nunca ocorreu (Zulu, 2013).

A Colômbia, recentemente, comprou quatro unidades descomissionadas do 206A para o combate costeiro ao narcotráfico. Dois submarinos, chamados Intrépido (ex-U-23)

e Indomable (ex-U24), foram encomendados para a Marinha da Colômbia em 28 de agosto de 2012 e os outros dois (ex-U16 e ex-U18) foram adquiridos para servirem como peças de reposição (United Press International, 2012).

Em 5 de dezembro de 2015, Intrépido e Indomable entraram em serviço ativo após um longo reparo na Alemanha (Sistema Informativo del Gobierno, 2015).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução dos submarinos de origem alemã depois da 2ª Guerra Mundial é um caso de notável sucesso técnico, especialmente considerando as perdas significativas de infraestrutura decorrentes do conflito.

Do reaproveitamento de submarinos Type XXI e XXIII ao desenvolvimento da classe 206, o aprendizado adquirido com essas classes, em conjunto com o desenvolvimento de novos equipamentos e tecnologias, aliados a demanda de outros países para atuação em suas costas, culminou com o uso de várias soluções do 206 no projeto dos Submarinos da Classe IKL-209.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Karr, H. (2014). *Deutsche Uboote seit 1956 (em alemão)*. Stuttgart: Motorbuch. Fonte: Wikipédia.

Richter, A. (2005). *Hintergrund: Die U-Boote der Marine seit 1955 (em alemão)*. Acesso em 19 de maio de 2017, disponível em Spiegel Onlin: <http://www.spiegel.de/sptv/nachtclub/a-360731.html>

Showell, J. M. (2006). *The U-Boat Century: German Submarine Warfare 1906-2006*. Londres: Ghatham Publishing.

Sistema Informativo del Gobierno. (2015). *Presidente Santos activó dos submarinos de la Armada Nacional*. Acesso em 19 de maio de 2017, disponível em http://wp.presidencia.gov.co/Noticias/2015/Diciembre/Paginas/20151205_05-Presidente-Santos-activo-dos-submarinos-de-la-Armada-Nacional.aspx

United Press International. (2012). *Colombia buys submarines in anti-drug war*. Acesso em 19 de maio de 2017, disponível em: http://www.upi.com/Business_News/Security-Industry/2012/02/27/Colombia-buys-submarines-in-anti-drug-war/UPI-31111330375956/

Zulu. (2013). *Type 208*. Acesso em 19 de maio de 2017, disponível em Global Security: <http://www.globalsecurity.org/military/world/europe/type-208.html>

FUNDAÇÃO EZUTE,
PARCEIRA ESTRATÉGICA DA
MARINHA DO BRASIL NO
SISTEMA DE COMBATE
DO PROSUB.



Amigo

**TECNOLOGIA E GESTÃO
PARA UM BRASIL MELHOR.**

Nossa Causa: Melhorar a qualidade de vida do brasileiro e contribuir para o desenvolvimento e a soberania do país.



**FUNDAÇÃO
EZUTE**



MODERNIZAÇÃO DE SUBMARINOS EM PROVEITO DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E CIENTÍFICO



Capitão-Tenente Antônio Marcos Tallon dos Santos
Capitão-Tenente Tcharlie Geormesio Aud Gomes

1 INTRODUÇÃO

Os submarinos modernos são plataformas de armas que podem se manter por longos períodos em operação com um mínimo de apoio logístico. Sua operação, diferentemente dos navios de superfície, é menos dependente das condições climáticas. Os submarinos continuam sendo unidades de difícil detecção, apesar da evolução tecnológica dos sensores e das táticas antissubmarino (ASW). Ao contrário das forças de superfície, eles são praticamente imunes à detecção por satélite.

A despeito da grande variedade de armas e sensores normalmente utilizados nos submarinos, sejam eles convencionais ou de propulsão nuclear, é possível observar que o torpedo, as minas e o periscópio sempre ocuparam papel de destaque.

Na atualidade, submarinos contam com sensores acústicos e eletromagnéticos de longo alcance e também podem lançar mísseis, tanto táticos quanto estratégicos - sistemas que juntos ampliaram imensamente a sua

utilidade militar. Ao observarmos a história do desenvolvimento destas furtivas plataformas, após a Segunda Guerra Mundial, é possível constatar que a evolução do armamento e dos sensores aconteceu de maneira mais rápida do que a evolução dos submarinos propriamente ditos. Para dar conta de tal descompasso, a modernização tem se apresentado como alternativa atraente e eficaz no melhor aproveitamento das classes existentes, assim como para o desenvolvimento e teste de novas tecnologias para os que se inserem no seleto grupo de países capazes de projetar e construir submarinos.

Há variados casos de utilização de um submarino existente em sua meia vida ou no fim de seu ciclo de operação como uma plataforma a ser modernizada e empregada com uma nova tecnologia. Podemos citar três projetos importantes de modernização que contribuíram para a adequação de submarinos, à demanda de desenvolvimento tecnológico: o Programa GUPPY, o projeto do submarino William Bauer que surgiu da modernização

de um Submarino Tipo XXI e o projeto de modernização dos Submarinos classe Balao, convertidos como plataforma de lançamento do míssil Regulus.

Outro exemplo de especial interesse, neste caso visando o emprego dual, é o caso de um submarino russo da Classe OSCAR II convertido em navio de pesquisa científica, esclarecimento e operações especiais.

2 PROJETO GUPPY

O Projeto GUPPY (Greater Underwater Propulsion Power Program) foi iniciado pela Marinha americana após a Segunda Guerra Mundial com a intenção de aumentar a velocidade do submarino mergulhado, sua manobrabilidade e estrutura.

Partindo dos testes realizados por meio de engenharia reversa tendo por base os submarinos alemães capturados, tipo XXI: U-2513 e U-3008, o projeto desenvolveu-se em quatro principais aspectos: construção de baterias com maior capacidade, modernização dos sistemas de combate, melhorias no perfil hidrodinâmico e adição do sistema de esnórquel.

Em paralelo, a Marinha norte-americana focou na criação de uma nova classe. Contudo, o Escritório de Navios acreditou que a flotilha de submarinos da Classe Gato, Balao e Tench existentes poderia ser modificada para incorporar as melhorias desejadas, criando assim, em junho de 1946, o projeto GUPPY. O projeto foi implementado pelo Estaleiro Naval de Portsmouth e, eventualmente, cresceu em vários programas de conversão sucessivos. Essas atualizações levaram a sete variantes, na seguinte ordem: GUPPY I, GUPPY II, GUPPY IA, Fleet Snorkel, GUPPY IIA,

GUPPY IB, e GUPPY III (FRIEDMAN, 1994). Alguns outros submarinos que passaram pela fase inicial foram novamente atualizados em uma fase posterior.

Dentre os dois primeiros submarinos escolhidos para conversão estava o USS Odax (classe Tench), que depois veio para o Brasil como S 13 Rio de Janeiro. A Marinha do Brasil também teve dois submarinos do tipo “Guppy III”, o Goiás (S15) e o Amazonas (S16). Sucessivos programas foram criados (GUPPY I, GUPPY IA, GUPPY II, GUPPY IIA, GUPPY III), originando diferenças entre eles, tanto externas como internas (FRIEDMAN, 1994).

Diversos GUPPY foram exportados para a América Latina, sua transferência foi liberada no início da década de 1970. Sendo assim o continente foi “inundado” por GUPPY. A Argentina recebeu dois (sendo que um deles foi afundado na Guerra das Malvinas), o Peru, três; Venezuela, dois e, Brasil sete unidades. Mas, de longe, o maior usuário fora dos EUA foi a Marinha da Turquia com 12 exemplares (FRIEDMAN, 1994).

Turquia e Taiwan foram os últimos países que operaram submarinos GUPPY. A Turquia deu baixa do seu último GUPPY em 2002 e o mesmo voltou para os EUA, onde foi transformado em um museu. Já Taiwan insiste em manter seus dois GUPPY. Adquiridos em 1973, foram fornecidos somente como navios para treinamento em guerra antissubmarino e, por este motivo, com os tubos de torpedos soldados. Porém, sabe-se que estes foram novamente ativados em 1976. Em 1999 Taiwan solicitou novos eixos para os submarinos e até o ano passado os dois estavam em atividade na Base Naval de Kaohsiung (FRIEDMAN, 1994).

3 U-2540 WILHELM BAUER

O projeto do submarino Tipo XXI é considerado de suma importância no desenvolvimento de tecnologias de submarinos militares, podendo ser considerado um protótipo do submarino convencional moderno. Após terem sofrido grandes perdas durante o primeiro semestre de 1942, as autoridades alemãs concluíram que os submarinos mais antigos Tipos VII, IXC e IXD, não eram compatíveis com os desafios impostos pela guerra. O projeto do tipo XXI foi a resposta à deterioração da situação e os primeiros submarinos foram lançados na primavera de 1944 apenas nove meses após a apresentação inicial dos desenhos (Busch, 1999). Estes navios notáveis incorporaram um bom número de inovações, incluindo o esnórquel, que lhe permitiu operar submerso empregando os motores diesel na cota periscópica. O tipo XXI era uma arma nova e ameaçadora que poderia ter alterado o curso da guerra se tivesse sido introduzida mais cedo.

Em 1957, o submarino U-2540 (Tipo XXI) que foi destruído no final da Segunda Guerra Mundial, nunca tendo ido em patrulha, foi trazido novamente à superfície passando por uma reforma estrutural e posterior modernização de maneira a ser colocado novamente em operação. Mas, desta vez, com um novo propósito, ele foi equipado para ser empregado como navio de pesquisa, agora com o nome de Wilhelm Bauer. Foi operado por equipes militares e civis para fins de pesquisa até 1982, servindo como base de teste para as inovações técnicas da classe 206 (GRÖNER, 1991).

Este submarino foi colocado à venda pelo Ministério da Defesa e adquirido pelo conselho de curadores da *German Maritime Museum Association* e o *German Maritime*

Museum. Atualmente encontra-se atracado em Bremerhaven, na Alemanha, na condição de navio museu, aberto à visitação pública.

Outro caso interessante sobre um submarino que passou por modificações tecnológicas é o USS Cusk (SS / SSG / AGSS-348), um submarino americano da classe Balao. Foi lançado em 28 de julho de 1945 pela *Electric Boat*, Groton, Connecticut; co-patrocinado pela Sra. CS Gillette, e pela Sra. WG Reed e comissionado em 5 fevereiro de 1946. Após realizar diversas missões no Mar do Caribe e no Atlântico Norte passou por um projeto pioneiro no campo de mísseis, tendo sido equipado com um hangar de mísseis e rampa de lançamento logo atrás de sua vela, em 1947. Sendo assim, em 20 de janeiro de 1948, tornou-se o primeiro submarino capaz de lançar um míssil guiado de seu próprio convés.

4 PROJETO 09852 BELGOROD

Outro caso importantíssimo a ser citado é o projeto do Submarino Nuclear Belgorod, outrora conhecido como “assassino de porta-aviões”, que foi convertido em um submersível científico, a ser entregue à Marinha da Rússia em 2018. O submarino inacabado despertou o interesse dos militares. Foi decidido reconstruir o navio e convertê-lo em um navio-mãe para veículos subaquáticos tripulados e não tripulados.

O submarino inicialmente projetado para lançar mísseis de cruzeiro, foi reequipado para lançamento de mergulhadores, veículos não tripulados e batiscafos, transportando equipes científicas especiais. Não há caso similar ao do Belgorod no mundo, sendo o único exemplo de submarino nuclear empregado em tarefas não militares. Segundo o chefe do projeto digital Rússia Militar, Dmitry Kornev, o Belgorod

pode ser utilizado para fins tanto militares como civis, sendo capaz de instalar cabos submarinos ou sistemas de monitoramento hidroacústico como o Garmonia. O navio estará equipado com um sistema geofísico que permite levar a cabo trabalhos de exploração na plataforma do Ártico. O sistema reduzirá 4 vezes os custos de investigação em espaços aquáticos de difícil acesso, independentemente das condições meteorológicas e do gelo. Ademais, o Belgorod será capaz de construir e de realizar manutenção de infraestrutura submarina.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme observado neste artigo, a prática de utilizar meios existentes para desenvolvimento de novas tecnologias vem sendo utilizada desde o final da Segunda Guerra Mundial, viabilizando avanços tanto nas doutrinas de operação quanto nas tecnologias empregadas nos submarinos. As vantagens evidentes que se apresentam são a redução dos riscos e custos de desenvolvimento de novas tecnologias pela utilização de plataformas já existentes e consolidados, assim como a ampliação da vida útil e do valor militar do inventário atual das forças.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUSCH, Rainer; RÖLL, Hans-Joachim. *German U-boat commanders of World War II : a biographical dictionary*. Greenhill Books, Naval Institute Press, 1999.

FRIEDMAN, Norman. *U.S. Submarines Since 1945: An Illustrated Design History*. London, 1994.

GRÖNER, Erich; JUNG, Dieter; MAASS, Martin. *German Warships 1815–1945: U-boats and Mine Warfare Vessels*. Revised Edition. London: Conway Maritime Press, 1991.

NILSEN, Thomas. *Now, Russia builds a submarine even bigger than the Typhoon*, Disponível em: <<https://thebarentsobserver.com/en/security/2017/05/russias-new-military-research-submarine-arctic-waters-will-be-worlds-largest>> Acessado em: 19/05/2017.

POLMAR, Norman. *Cold War Submarines – The Design and Construction of U.S. and Soviet Submarines*. 1ª Edição. Washington, D.C.: Potomac Books, INC, 2004.

SHOWELL, Jak Mallmann. *The U-Boat Century – German Submarine Warfare 1906-2006*.

SUTTON. *Spy Subs – Project 09852 Belgorod*. Disponível em: <<http://www.hisutton.com/Spy%20Subs%20-Project%2009852%20Belgorod.html>> Acessado em: 19/05/2017.

BREVE HISTÓRIA DA CAMPANHA DOS U-BOATS NO ATLÂNTICO, DURANTE A 1ª GRANDE GUERRA



Primeiro-Tenente Bruce Engle Fróes

Também conhecida como “Primeira Batalha do Atlântico” (em referência à campanha da Segunda Guerra Mundial de mesmo nome) foi um prolongado conflito naval entre as Marinhas Aliadas e os submarinos alemães em águas do Atlântico — os mares ao redor das Ilhas Britânicas, mar do Norte e a costa da França.

Inicialmente, a campanha dos *U-boats* foi dirigida contra a chamada Grande Frota Britânica. Posteriormente, a ação da frota de *U-boats* foi estendida para incluir a ação contra as rotas comerciais das potências aliadas. Esta campanha foi altamente destrutiva, e resultou na perda de quase metade da frota de Marinha Mercante da Grã-Bretanha, durante o curso da guerra. Para combater os submarinos alemães, os aliados passaram a empregar *Destroyers* em comboios; bloqueios, tais como a barragem de *Dover*; campos minados foram estabelecidos e aviões patrulhas monitoravam as bases de submarinos.

A campanha do submarino não foi capaz de cortar suprimentos antes que os EUA entrassem na guerra em 1917 e, no final de 1918, as bases de submarinos foram abandonadas, face ao avanço dos Aliados.

Os sucessos e os fracassos táticos da Campanha Submarina do Atlântico seriam usados, mais tarde, como um conjunto de táticas disponíveis na Segunda Guerra Mundial, em uma guerra submarina semelhante contra o Império Britânico.

1 PRIMEIRAS PATRULHAS

Em 6 de agosto de 1914, dois dias depois da Grã-Bretanha declarar guerra à Alemanha, os *U-boats* alemães U-5, U-7, U-8, U-9, U-13, U-14, U-15, U-16, U-17 e U-18 zarparam de sua base em Helgoland para atacar navios de guerra da Marinha Real Britânica no mar do Norte, nas primeiras patrulhas submarinas de guerra na história.

Os *U-Boats* navegaram ao norte, na esperança de encontrar esquadrões da Marinha Real Britânica entre Shetland e Bergen. Em 8 de agosto, um dos motores do U-9 quebrou e este foi forçado a retornar à base. No mesmo dia, fora da Ilha de Fair, o U-15 avistou os navios de guerra britânicos HMS Ajax, HMS Monarch e HMS Orion em manobras e disparou um torpedo no Monarch. O torpedo errou e conseguiu apenas colocar

os navios de guerra em alerta. Ao amanhecer, do dia seguinte, o Primeiro Esquadrão de Cruzeiros Leves, que foi em busca dos Encouraçados, entrou em contato com os *U-boats*, com o HMS Birmingham avistando o U-15, que estava na superfície. Não havia sinal de qualquer vigia no submarino e sons de percussão podiam ser ouvidos, como se a tripulação estivesse realizando reparos. O HMS Birmingham, imediatamente, alterou o curso e abalrou U-15 logo atrás de sua vela. O submarino foi cortado em dois e afundou.

Em 12 de agosto, sete submarinos

retornaram a Helgoland; o U-13 estava desaparecido, e acreditava-se que tinha sido minado. Apesar de a operação ter sido um fracasso, causou a Marinha Real algum mal-estar, refutando as estimativas anteriores sobre o raio de ação dos *U-boats* e deixando em aberto a questão da desprotegida segurança do porto da Grande Frota, em *Scapa Flow*. Por outro lado, a facilidade com que o U-15 havia sido destruído pelo HMS Birmingham incentivou a falsa crença de que os submarinos não ofereciam um grande perigo na superfície para os navios de guerra.



Figura 1: Mar do Norte.

2 OS PRIMEIROS SUCESSOS

Em 5 de setembro de 1914, o U-21, comandado pelo Tenente Otto Hersing fez história quando ele torpedeou o cruzador da Marinha Real Britânica HMS Pathfinder. A munição do Cruzador explodiu e o navio afundou em quatro minutos, levando 259 tripulantes com ele. Foi a primeira vitória de combate do submarino moderno.

Os *U-boats* alemães obtiveram ainda mais sorte em 22 de setembro. Nas primeiras horas da manhã deste dia, um vigia sobre o passadiço do U-9, comandado pelo Tenente Otto Weddigen, avistou um navio no horizonte. Weddigen ordenou o submarino para mergulhar imediatamente, e o submarino foi adiante para investigar. Aproximando-se, Weddigen descobriu três velhos cruzadores blindados da Marinha Real, o HMS Aboukir, o HMS Cressy e o HMS Hogue. Esses três navios não eram meramente antiquados, mas eram compostos principalmente por reservistas e eram, tão claramente vulneráveis, que a decisão de retirada deles já havia subido pela burocracia do Almirantado. A ordem

não veio a tempo para os navios. Weddigen disparou um torpedo em Aboukir. Os capitães do HMS Hogue e do HMS Cressy assumiram que Aboukir tinha atingido uma mina e foram para ajudar. O U-9 lançou dois torpedos no HMS Hogue e depois atingiu o HMS Cressy com mais dois torpedos, quando o cruzador tentava fugir. Os três cruzadores afundaram em menos de uma hora, matando 1.460 marinheiros britânicos.

Três semanas depois, em 15 de outubro, Weddigen também afundou o velho cruzador HMS Hawke, e os tripulantes do U-9 tornaram-se heróis nacionais. Cada um recebeu a Cruz de Ferro de 2ª Classe, exceto o Comandante Weddigen, que recebeu a Cruz de Ferro de 1ª Classe. Os naufrágios causaram alarde dentro do Almirantado Britânico, que estava cada vez mais nervoso sobre a segurança do porto de *Scapa Flow*, e a frota foi enviada aos portos na Irlanda e à costa oeste da Escócia até que defesas adequadas fossem instaladas em *Scapa Flow*. Isto, de certa forma, foi uma vitória mais significativa do que afundar alguns velhos cruzadores. A frota mais poderosa do mundo tinha sido forçada a abandonar sua base.



Figura 2: Submarino U-9.

3 FIM DA PRIMEIRA CAMPANHA

Estas preocupações foram bem fundamentadas. Em 23 de novembro, o U-18 penetrou *Scapa Flow* através de Hoxa Sound, seguindo um navio e adentrando o porto com pouca dificuldade. No entanto, a frota estava ausente, estando dispersa em ancoradouros na costa oeste da Escócia e da Irlanda. Quando o U-18 regressava para o mar aberto, seu periscópio foi avistado por um barco da guarda. A traineira Dorothy Gray alterou o curso e bateu no periscópio, tornando-o imprestável. O U-18, em seguida, sofreu uma falha na máquina e o submarino tornou-se incapaz de manter a sua cota, sob risco de bater no fundo. Logo, seu Comandante foi forçado vir à superfície e afundou o seu comando. Exceto por um tripulante, todos foram resgatados por barcos britânicos.

O último sucesso dos *U-boats*, naquele ano, ocorreu em 31 de dezembro. O U-24 avistou o encouraçado britânico HMS Formidable em manobras no canal e o torpedeou. O HMS Formidable afundou, levando os 547 integrantes de sua tripulação. O Almirante Lewis Bayly foi criticado por não ter tomado as devidas precauções durante os exercícios, mas foi inocentado da acusação de negligência. Bayly, mais tarde, serviu com distinção como comandante das forças de guerra antissubmarino em Queenstown.

4 1915: INICIANDO-SE A GUERRA

4.1 Primeiros ataques a navios mercantes

Os primeiros ataques a navios mercantes começaram em outubro de 1914. Em 20 de outubro, SS *Glitra* tornou-se o primeiro navio

mercante britânico a ser afundado por um submarino alemão na Primeira Guerra. *Glitra*, navegando de Grangemouth a Stavanger, Noruega, foi parado e “inspecionado” pelo U-17, sob o comando do Kapitänleutnant Johannes Feldkirchener. A operação foi executada, em geral, em conformidade com as “regras de cruzador” (a tripulação foi ordenada para os salva-vidas antes de o navio ser afundado ao ter suas válvulas abertas). Foi a primeira vez, na história, que um submarino afundou um navio mercante.

Menos de uma semana depois, em 26 de outubro, o U-24 tornou-se o primeiro submarino a atacar um navio mercante desarmado sem aviso, quando este torpedeou o navio a vapor Almirante Ganteaume, com 2.500 refugiados belgas a bordo. Embora o navio não tenha afundado e tenha sido rebocado até Bolonha, 40 vidas foram perdidas, principalmente devido ao pânico. O Comandante do *U-boat*, Rudolf Schneider, alegou ter confundido o navio com um Transporte de Tropas.

Em 30 de janeiro de 1915, o U-20, comandado pelo Kapitänleutnant Otto Dröscher, torpedeou e afundou os navios a vapor SS *Ikaria*, SS *Tokomaru* e SS *Oriole*, sem aviso prévio. Em seguida, em 1º de fevereiro, disparou, porém errou, um torpedo no Navio-Hospital Astúrias; apesar de ser claramente identificável como um Navio-Hospital por sua pintura branca com faixas verdes e cruzeiros vermelhas.

4.2 Guerra submarina irrestrita

Os britânicos acreditavam, antes da guerra, que o Reino Unido morreria de fome sem a comida norte-americana. W. T. Stead escreveu, em 1901, que, sem ela, “Devemos ficar cara a

cara com a fome”. Em 4 de fevereiro de 1915, começou a primeira campanha irrestrita contra o comércio Aliado. O submarino tinha várias deficiências para um “corsário” de comércio; sua baixa velocidade, mesmo na superfície, era escassamente mais rápida que muitos navios mercantes, enquanto seu leve armamento era inadequado contra navios maiores. Usar a arma principal do *U-boat*, o ataque sem aviso, usando torpedos, significaria abandonar o cuidado necessário para evitar prejudicar neutros.

No primeiro mês, 29 embarcações foram afundadas, totalizando 89.517 GRT (ou TAB, Tonelagem Bruta), um ritmo de destruição que foi mantido durante todo o verão. Com o aumento dos afundamentos, também aumentou o número de incidentes, politicamente, danosos. Em 19 de fevereiro, o U-8 torpedeou Belridge, um petroleiro neutro que viajava entre dois portos neutros. Em março, *U-boats* afundaram Hanna e Medeia, um cargueiro sueco e um cargueiro holandês; em Abril, duas embarcações gregas.

Ainda em março, Falaba foi afundado, com a perda de uma vida americana, e, em Abril, Harpalyce, um navio de socorro belga. Em 7 de maio, o U-20 afundou RMS Lusitania, causando 1.198 mortes, entre elas, 128 de cidadãos americanos.

Estes incidentes causaram indignação entre os neutros, e o escopo da campanha irrestrita foi diminuído, em Setembro de 1915, para diminuir o risco dessas nações entrarem em guerra contra a Alemanha.

Contra-medidas britânicas foram, em grande parte, ineficazes. A medida defensiva mais eficaz talvez tenha sido aconselhar mercantes a guinar em direção ao submarino e tentar abalroá-lo, forçando-o a mergulhar. Mais da metade dos ataques contra navios

mercantes por *U-boat* foi derrotada desta forma. No entanto, esta resposta deu abertura para o submarino atacar sem aviso. Em março de 1915, essa tática foi usada pelo SS Bruxelas para escapar de um ataque pelo U-33. Por isso, seu Capitão Charles Fryatt, foi executado, após ser capturado pelos alemães, em Junho de 1916, provocando, assim, a condenação internacional.

Outra opção era armar navios para a autodefesa, que, de acordo com os alemães, colocava-os fora da proteção das “Regras de Cruzador”.

Outra alternativa também, era para armar e tripular “navios-armadilha”, com armas escondidas, os chamados *Q-Ships*. Uma variante dessa ideia foi equipar pequenas embarcações com uma escolta de submarino. Em 1915, três *U-Boats* foram afundados por *Q-Ships* e outros dois, pelos submarinos que acompanhavam as traineiras. Ainda em Junho, o U-40 foi afundado pelo HMS C24, enquanto atacava Taranaki, e, em Julho, o U-23 foi afundado pelo C-27, enquanto engajava o Princesa Louise. O U-36 foi afundado pelo *Q-Ship* Príncipe Charles, e, em Agosto e Setembro, U-27 e U-41 foram afundados por Baralong, no notório incidente Baralong.

Não havia, no entanto, meios para detectar os *U-boats* submersos e, ataques sobre eles limitavam-se aos esforços para danificar seus periscópios com batidas e soltar bombas de algodão-pólvora (Nitrocelulose).

5 1916: APOIO À FROTA DE ALTO-MAR

Em 1916, a Marinha Alemã voltou-se para uma estratégia de usar os submarinos para corroer a superioridade numérica da Grande Frota Britânica, encenando uma série

de ações destinadas a atrair a Grande Frota em uma armadilha de *U-boats*. Devido à baixa velocidade dos *U-boats*, em relação aos meios da Grande Frota Britânica, o meio seria implementar zonas de patrulha de submarinos e atrair a Grande Frota utilizando a Frota de Alto-Mar Alemã.

Várias dessas operações foram encenadas, em Março e Abril de 1916, mas sem sucesso. Ironicamente, a maior batalha ocorrida, a batalha da Jutlândia, em Maio de 1916, não teve nenhum envolvimento dos submarinos. As frotas se encontraram e engajaram, em grande parte, por acaso, e não havia patrulhas de submarino perto da zona de batalha. Uma nova série de operações, em Agosto e Outubro de 1916, foram, da mesma forma, infrutíferas, e a estratégia foi abandonada, em favor de continuar a guerra de corso.

6 1917: A RENOVADA GUERRA “IRRESTRITA”

Em 1917, a Alemanha decidiu retomar a plena guerra submarina irrestrita. Era de se esperar que isso levaria a América à guerra, mas os alemães apostaram que era possível derrotar a Grã-Bretanha dessa forma, antes que os EUA pudessem se mobilizar. Os planejadores alemães estimaram que, se a tonelagem afundada fosse superior a 600.000 toneladas por mês, a Grã-Bretanha seria forçada a pedir a paz depois de cinco ou seis meses.

Em fevereiro de 1917, submarinos afundaram mais de 414.000 GRT, em zona de guerra, em torno da Grã-Bretanha, 80% do total do mês; em Março eles afundaram mais de 500.000 (90%), em Abril, mais de 600.000 de 860.000 toneladas de arqueação bruta, o mais alto total de naufrágios da guerra. Isso,

no entanto, foi o ponto máximo.

Em maio, os primeiros comboios foram introduzidos e, imediatamente, bem-sucedidos. Em geral, as perdas começaram a cair; o total de perdas de navios em comboio caiu, drasticamente. Nos três meses após sua introdução, sobre as rotas do Atlântico, mar do Norte e Escandinávia, de 8.894 navios em comboios, apenas 27 foram perdidos para submarinos. Em comparação, 356 foram perdidos navegando escoteiro.

Como as perdas de transporte caíram, perdas de submarino subiram. Durante o período de maio a julho de 1917, 15 submarinos foram destruídos nas águas ao redor da Grã-Bretanha, em comparação com 9, no trimestre anterior e, 4 no trimestre antes da campanha ser renovada.

Ao passo que a campanha foi tornando-se mais intensa, também foi tornando-se mais brutal. O ano de 1917 viu uma série de ataques contra Navios Hospitais, que navegavam, em geral, totalmente iluminados, para mostrar seu status de não combatentes. Em janeiro, o HMHS Rewa foi afundado pelo U-55; em Março, o HMHS Gloucester Castle, pelo U-32; e em Junho, HMHS Llandoverly Castle pelo U-86.

À medida que os *U-boats* tornaram-se mais cautelosos, os encontros com *Q-Ships* se tornaram mais intensos. Em fevereiro de 1917, o U-83 foi afundado pelo HMS Farnborough, mas só depois de Gordon Campbell, o Comandante do Farnborough, permitir ser torpedeado a fim de se aproximar o suficiente para engajar. Em março, Privet afundou o U-85 em uma batalha de 40 minutos, mas afundou antes de chegar ao porto. Em Abril, Heather foi atacado pelo U-52 e foi seriamente danificado; o submarino escapou ileso. E,

alguns dias depois, Tulip foi afundado pelo U-62, cujo capitão suspeitou de sua aparência.

7 1918: O ÚLTIMO ANO

O sistema de comboios foi eficaz em reduzir as perdas de navios Aliados, enquanto que, melhores armamentos e táticas fizeram os escoltas serem melhor sucedidos em interceptar e atacar os *U-boats*. Perdas de meios nas águas do Atlântico eram de 98 navios (pouco mais de 170.000 GRT), em janeiro. Depois de um aumento, em fevereiro, as perdas caíram novamente, e não subiram mais que isso até o fim da guerra.

Em janeiro, 6 *U-boats* foram destruídos nesse Teatro; esta se tornou, também, a média de perdas neste último ano da guerra.

Os Aliados continuaram tentando bloquear o acesso através do Estreito de Dover, com a barragem de Dover. Até novembro de 1917, foi ineficaz; até então, só 2 submarinos haviam sido destruídos pela força da barragem, e a barragem em si tinha sido um ímã para os ataques de superfície. Após a grande melhoria no inverno de 1917, tornou-se mais eficaz; no período de quatro meses depois de meados de dezembro, sete submarinos foram destruídos tentando transitar pela área, e, em fevereiro, os navios da Frota de Alto-Mar abandonaram a rota, em favor de navegar pelo norte, em volta da Escócia, com uma consequente perda de eficácia. Os barcos de Flandres ainda tentaram usar a rota, mas continuaram a sofrer perdas e, depois de março, mudaram suas operações para a costa leste da Grã-Bretanha.

Outras medidas, particularmente contra a flotilha de Flandres, foram ataques em Zeebrugge e Ostend, uma tentativa de bloquear o acesso ao mar. Estes foram grandes

fracassos. Os barcos de Flandres foram capazes de manter o acesso ao longo do período.

Maio de 1918 viu a única tentativa dos alemães de reunir um grupo de ataque para combater os comboios Aliados, o precursor da Rudeltaktik (Alcateia).

Ainda em Maio, 6 *U-boats* navegaram, sob o Comando do Kapitänleutnant Rucker, no U-103. Em 11 de Maio, o U-86 afundou um dos dois navios destacados de um comboio no Canal, mas, no dia seguinte, o Navio de Transporte de Tropas RMS Olympic levou à destruição o U-103, enquanto o UB-72 foi afundado pelo submarino britânico HMS D4. Mais outros dois navios em comboios foram afundados, na semana seguinte, e três escoteiros, porém, mais de 100 navios atravessaram seguros os grupos de patrulha na área.



Figura 3: Capitão de Fragata *Rucker*.

Durante o verão, a extensão do sistema de comboio e a eficácia dos escoltas tornaram a costa leste da Grã-Bretanha tão perigosa para os submarinos quanto o Canal havia se tornado. Neste período, a flotilha de Flandres perdeu um terço de seus barcos, e, no Outono, as perdas foram de 40%. Em outubro, com o exército alemão em retirada, a flotilha de Flandres foi forçada a abandonar sua base em Bruges, antes que esta fosse invadida. Muitos barcos foram afundados lá, enquanto o restante, apenas 10 barcos, retornaram à base na Alemanha.

Ainda no verão, foram tomadas medidas para reduzir a eficácia das Flotilhas de Alto-Mar. Em 1918, os aliados, especialmente os americanos, comprometeram-se a criar uma barragem através do mar norueguês, para impedir o acesso de *U-boats* a abordagens ocidentais, pela rota do norte. Esta imensa tarefa envolveu estabelecimento e manutenção de campos minados e patrulhas em águas profundas ao longo de 300 milhas náuticas. A barragem de minas do Mar do Norte sofreu a colocação de mais de 70.000 minas, principalmente pela Marinha dos Estados Unidos, durante o verão de 1918. De setembro a novembro de 1918, 6 *U-boats*

foram afundados por esta medida.

Em julho de 1918, o SM U-156 navegou para Massachusetts e participou no ataque em Orleans por cerca de uma hora. Esta foi a primeira vez que o solo americano foi atacado pela artilharia de uma potência estrangeira desde o Cerco do Fort Texas, em 1846. Foi este um dos dois lugares na América do Norte a sofrer ataque dos Impérios Centrais. O outro lugar foi na batalha de Ambos Nogales, que, alegadamente, foi liderada por dois espões alemães.

Em 11 de novembro de 1918, a 1ª Guerra Mundial terminou. A última tarefa do braço dos *U-Boats* foi ajudar a sufocar o motim de Wilhelmshaven, que estourou quando a Frota de Alto-Mar foi ordenada para o mar para um ataque final, condenado. Depois do armistício, os *U-boats* restantes se juntaram à Frota de Alto-Mar em sinal de rendição.

Das 12 milhões e meia de toneladas de navios Aliados destruídos, durante a Primeira Guerra Mundial, mais de 8 milhões de toneladas, dois terços do total, foram afundadas nas águas da zona de guerra do Atlântico. Dos 178 *U-boats* destruídos durante a guerra, 153 tinham sido das forças do Atlântico, 77 da, muito maior, Frota de Alto-Mar e 76 da, muito menor, força de Flandres.

Ano	Navios Afundados (Frota de Alto-Mar)	Tonelagem	Navios Afundados (Flandres)	Tonelagem	U-boats Destruídos (FAM)	U-boats Destruídos (Flandres)
1914	3	2,950	N/A	N/A	5	N/A
1915	390	700,782	131	90,295	11	2
1916	350	508,745	512	604,151	7	12
1917	Não registrado	2,895,983	Não registrado	1,607,389	29	31
1918	435	1,044,822	327	558,760	25	31

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Grey, Edwyn (1972). *The Killing Time: The U-boat war, 1914–18*. London: Seeley. ISBN0-85422-070-4.

Halpern, Paul (1995). *A Naval History of World War I*. New York: Routledge. ISBN1-85728-498-4.

Holwitt, Joel I. "Execute Against Japan", PhD dissertation, Ohio State University, 2005.

Kemp, Paul (1997). *U-Boats Destroyed*. London: Arms and Armour. ISBN1-85409-515-3.

McKee, Fraser M. "An Explosive Story: The Rise and Fall of the Depth Charge", in *The Northern Mariner*(III, #1, January 1993), pp.45–58.

Messimer, Dwight (2001). *Find and Destroy: Antisubmarine Warfare in World War I*. Annapolis: Naval Institute. ISBN1-55750-447-4.

Prendergast, Maurice; R.H. Gibson (2002). *The German Submarine War, 1914–1918*. Penzance: Periscope Publishing. ISBN1-904381-08-1.

Tarrant, V.E. (1989). *The U-Boat Offensive 1914–1945*. London: Arms and Armour. ISBN0-85368-928-8.



PROJECTS AND LOGISTICS SOLUTIONS

A LOGSUB parabeniza a Força de Submarinos pelos seus 103 anos de existência com muita dedicação e profissionalismo "até debaixo d'água".



www.logsub.com.br

Informações
Fone: 55 (21) 3325-8980
E-mail: info@logsub.com.br

AULA INAUGURAL DO CAMECO E C-ESP-MEC 2016



Contra-Almirante Carlos Eduardo Horta Arentz



Figura 1: Palestrante: Contra-Almirante Arentz.

Bom dia a todos!

Inicialmente, gostaria de dizer que é uma grata satisfação e um grande privilégio ter essa oportunidade de realizar a aula inaugural do Curso de Aperfeiçoamento de Mergulhador de Combate para Oficiais e do Curso Especial de Mergulhador de Combate.

Eu vou iniciar essa apresentação destacando

um comentário feito, há pouco tempo, pelo Almirante Oscar: “Os Mergulhadores de Combate não são super-homens”. Particularmente, eu me considero uma prova real disso. Os senhores podem perceber que não tenho nenhum perfil avantajado. Na época do curso também não possuía nenhum preparo físico excepcional. Mesmo assim, consegui ser bem sucedido no curso.

Os mergulhadores de combate, de fato, não são seres sobrenaturais; são apenas, diferentes. Nossa força de vontade nos direciona a sermos exitosos em nossas missões. O nosso maior inimigo está dentro de nós mesmos. Se soubermos combater esse inimigo, lograremos sucesso, não só no curso, como também em outras dificuldades com as quais sejamos defrontados.

Feita esta breve introdução, quero destacar um conceito básico relacionado à questão da importância do mar para o nosso país. Todos sabemos que o Brasil comercializa com todos os continentes e que o comércio marítimo é a principal atividade que temos nas nossas relações internacionais. Cerca de 95% do comércio exterior brasileiro é conduzido por via marítima. Este aspecto denota a importância do mar e, principalmente, da relevante contribuição que a Marinha provê nesse contexto. Outra questão de grande impacto estratégico está relacionada ao grande quantitativo de petróleo extraído na área das águas jurisdicionais brasileiras – praticamente 90%.

Estes aspectos ressaltam a importância que o conceito da Amazônia Azul ganhou no ambiente acadêmico e na consciência de nossa sociedade, refletindo a preocupação com a necessidade de proteção das nossas riquezas e o papel da Marinha, com seus diversos meios, incluindo a contribuição relevante do GRUMEC, sobretudo nas situações de retomada e resgate de plataformas de petróleo, eventualmente sob a ação de sequestro e, ainda, compondo os destacamentos de abordagem, para os casos de não cooperação em ações de proteção marítima ou nas operações de interdição marítima (MIO).

Os senhores estarão sendo preparados para desempenharem missões como estas,

como componentes de uma das unidades das Operações Especiais da nossa Marinha.

Nesse sentido, destaco três aspectos do conceito de Operações Especiais preconizados na Doutrina Básica da Marinha. O primeiro deles é que seus componentes refletem pessoas especialmente selecionadas e adestradas, tanto física quanto psicologicamente. Seleção é o processo que os senhores estão passando agora; na verdade, iniciou-se há alguns meses, com os exames de saúde e os testes psicológicos e físicos. Chegando ao GRUMEC, os senhores perceberão a ênfase dada ao adestramento. A necessidade dessa preparação é decorrente dos ambientes e situações de risco elevado que também caracterizam as Operações Especiais. Um terceiro aspecto conceitual reflete o emprego de ações e métodos não convencionais que, da mesma forma, exigem preparação apropriada dos elementos de operações especiais.

Essas características não surgiram recentemente. Além de alguns registros na antiguidade, há ações bem relevantes nas duas guerras mundiais. Mas foi, particularmente, na II Guerra Mundial que ocorreram os maiores exemplos do emprego de mergulhadores de combate. Naquele conflito, foram identificadas, basicamente, duas vertentes diferentes: a italiana, que priorizava as ações submersas, e a vertente norte-americana, que enfatizava as operações anfíbias. Talvez o ponto mais marcante dos italianos foi o ataque feito pelos seus mergulhadores de combate aos navios fundeados no porto de Alexandria, em 1941, combinando o lançamento por meio de submarinos e o emprego de equipamentos de mergulho de circuito fechado. Alemães, ingleses e japoneses seguiram o exemplo da vertente italiana.

Os Estados Unidos privilegiaram o apoio às operações anfíbias, realizando o reconhecimento hidrográfico das praias de desembarque e na destruição dos obstáculos naturais ou artificiais, ações que contribuíram para reduzir bastante o índice de baixas nas operações naquela guerra.

Na história recente, tivemos alguns exemplos marcantes do emprego de mergulhadores de combate norte-americanos, ingleses, argentinos e franceses nos conflitos do Vietnã, das Malvinas, da Bósnia, do Iraque e do Afeganistão, além de ações no Panamá, na Nicarágua, na Nova Zelândia, dentre outros. Nas proximidades da Somália, por exemplo, o caso mais famoso foi o resgate do Capitão Philips, comandante do navio mercante Maersk Alabama, que fora sequestrado por piratas marítimos somalis. Outro evento famoso recente que envolveu os mergulhadores de combate norte-americanos foi a captura do então líder da Al-Qaeda, Osama Bin Laden.

No Brasil, a atividade de mergulho foi iniciada em 1964, quando alguns militares da MB foram enviados aos EUA e realizaram o curso *Underwater Demolition Teams* (UDT), hoje denominado BUD-SEAL. Com os

ensinamentos adquiridos, nasceu, em 1970, a Divisão de Mergulhadores de Combate, considerada a semente do atual Grupamento de Mergulhadores de Combate. Poucos anos depois da criação da Divisão MEC, outros militares foram enviados à França para cursar o *Nageur de Combat*. Adaptando o modelo norte-americano e o francês, foi criado o curso de Mergulhador de Combate na nossa Marinha, em 1974. A evolução e importância da atividade fez com que, em 1996, o então Ministro da Marinha decidisse transformar em Aperfeiçoamento o curso de Mergulho de Combate para oficiais, tendo a primeira turma se formado em 1998, ano em que o Grupamento de Mergulhadores de Combate foi ativado como uma organização militar.

Comentando especificamente um pouco do curso e suas perspectivas, devo ressaltar que os senhores passarão por muitos desgastes e provas nos próximos meses. Os senhores aprenderão a lidar com os elementos mais internos de suas personalidades e valorizarão muito o trabalho em equipe. Vocês serão versados em várias técnicas especiais, necessárias para que componham as equipes operativas do GRUMEC.

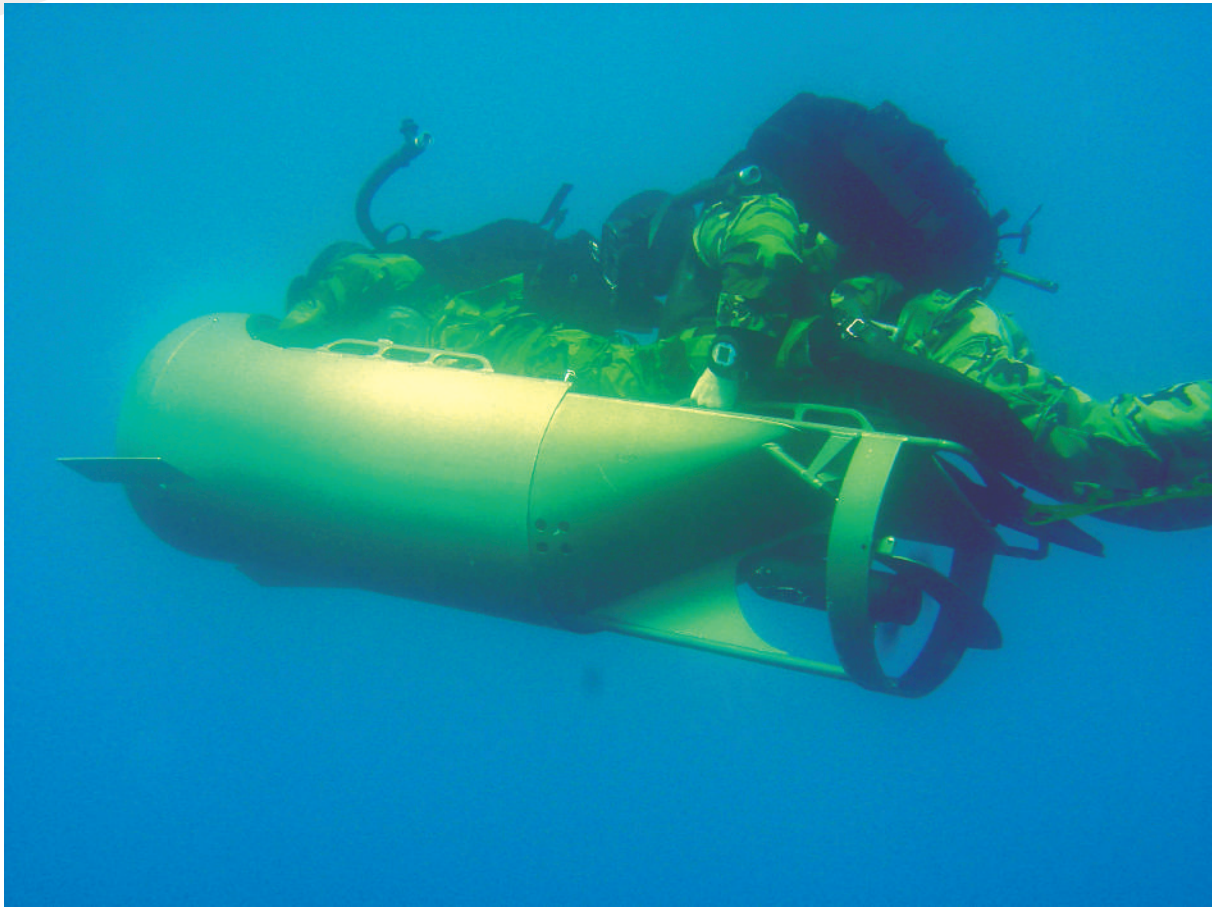


Figura 2: *Diver Propulsion Device (DPD).*

Aqueles que obtiverem sucesso no curso se dedicarão a um programa de qualificação operativa complementar, quais sejam: paraquedismo básico, mestre de salto, salto livre, precursor paraquedista, operações na selva, montanhismo, desativação de artefatos explosivos, atirador de precisão, dentre outras técnicas.

Os adestramentos no GRUMEC também são complementados por meio de intercâmbios com mergulhadores de combate de outros países: EUA, Espanha, França, Chile, Polônia e Uruguai. O GRUMEC também possui participação em operações de paz, como a Força Tarefa Marítima da UNIFIL, no Líbano.

Outro ponto a ser destacado é que, particularmente, nos últimos anos o GRUMEC

vem trazendo um componente muito positivo no que diz respeito à representatividade da Marinha perante a sociedade, refletido por meio de diversas reportagens e artigos em revistas especializadas nacionais e internacionais.

Voltando um pouco à questão do curso, ressalto que os senhores passarão por várias angústias e desafios durante o curso, as quais lhes trarão desconforto, dores, desânimo. Muitas vezes, os senhores se depararão com dúvidas de suas reais capacidades para nossa atividade. Mas saibam que cada passo dado e cada dia que se passa os levam para mais perto da conclusão do curso. Ao vencer essas dificuldades, os senhores perceberão um dos sentimentos mais gratificantes do ser humano: acreditar na nossa capacidade de superação e

engrandecimento pessoal.

Portanto, dediquem-se; resistam à vontade de pedirem pra sair. Perseverança é uma das chaves para o sucesso no curso e na atividade.

Desse modo, enaltecendo o lema dos Mergulhadores de Combate, desejo que a sorte acompanhe os audazes. Audazes os senhores já são, porque deram o primeiro passo e fizeram

essa opção de se tornarem Mergulhadores de Combate. Depende tão somente dos senhores suplantarem o inimigo interno de cada um.

Muito obrigado!

FORTUNA AUDACES SEQUITUR!



Figura 3: GRUMEC



Criada em 16 de dezembro de 1975, a NUCLEP tem como visão ser empresa de referência na fabricação de equipamentos e componentes pesados para atender as demandas estratégicas da nação, habilitada a absorver e desenvolver, continuamente, novas tecnologias.

A diversificação de sua carteira de obras permite que a empresa atenda, não apenas ao setor nuclear, como também as áreas naval, offshore e outras. Tudo isso ocupando um terreno com mais de 1 milhão de metros quadrados e, aproximadamente, 90 mil metros quadrados de área construída no bairro Brisamar, em Itaguaí – RJ.

Já desenvolvemos diversos projetos, como a construção dos cascos das Plataformas P-51 e P-56 da Petrobras; geradores de vapor para a Usina Nuclear de Angra 1, em substituição aos inicialmente fabricados; componentes para as Usinas Angra 2 e Angra 3 e cascos resistentes de submarinos para a Marinha do Brasil.

SUBMARINOS

Atualmente, a NUCLEP constrói os cascos das cinco unidades do Programa de Desenvolvimento de Submarinos, o PROSUB, resultado de um acordo de colaboração e entrega de tecnologia entre Brasil e França, aprovado em 2008. Serão quatro submarinos convencionais diesel-elétrico, dos quais já entregamos as Seções do SBR-1, SBR-2 e a penúltima parte do SBR-3, além da fabricação do SN-BR, o primeiro submarino brasileiro de propulsão nuclear.

Com foco na área de defesa, o submarino nuclear tem como diferencial o tempo de submersão e a velocidade que pode alcançar, normalmente superior aos modelos convencionais. Nesse propósito, a NUCLEP enviou mais de 60 profissionais de inúmeros setores à França para entender as expertises de fabricação da Marinha francesa e garantir mais essa excelência na construção naval brasileira.

BENEFÍCIOS

A parceria garante ao Brasil uma maior independência no patrulhamento da Amazônia Azul, hoje com uma área de 4,5 milhões de km², quase três vezes a área do estado do Amazonas. Através da costa brasileira, é retirado 90% do petróleo nacional, bem como realizado 95% do comércio exterior do Brasil.

A previsão de conclusão das obras de fabricação do casco resistente do SBR-3 é setembro de 2017, totalizando um tempo de 2 anos e 7 meses. O trabalho demonstra o alto grau de maturidade da NUCLEP no domínio das técnicas de construção adquiridas na transferência de tecnologia envolvida no PROSUB.

O impacto social da fabricação também é positivo, pois estima-se que 144 mil itens, construídos por mais de 100 empresas brasileiras, farão parte dos quatro submarinos convencionais.

PROSUB: DEFESA E SOBERANIA



Capitão de Mar e Guerra Ricardo Lindgreen de Carvalho

Para contribuir com a defesa e a soberania sobre as Águas Jurisdicionais Brasileiras, a Marinha do Brasil tem concentrado esforços no Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), que ampliará a capacidade operacional da Força para proteger e preservar a nossa Amazônia Azul.

Criado em 2008, o PROSUB prevê o projeto e a construção de uma Infraestrutura Industrial e de Apoio à operação de submarinos, a construção de quatro submarinos convencionais e o projeto e construção do primeiro submarino com propulsão nuclear brasileiro.

Construído em uma área de 750 mil quilômetros quadrados, o Complexo Naval de Itaguaí abriga a Infraestrutura Industrial e de Apoio, composta de uma Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM), dois estaleiros, um de construção e outro de manutenção e uma base naval (EBN), um complexo radiológico, duas docas secas, oficinas, áreas administrativas, 13 cais e um elevador de navios (*shiplift*) — com capacidade para suportar 8 mil toneladas, além de um Centro de Instrução e Adestramento para as tripulações dos submarinos.



Figura 1: Vista aérea da Área Sul da Base Naval.



Figura 2: O *shiplift* será empregado no lançamento dos submarinos ao mar e no recolhimento para manutenção. Instalada em área marítima, a plataforma elevatória possui 110 m de comprimento por 20 m de largura e tem a capacidade de 8.000 t.

CONTAGEM REGRESSIVA

A primeira instalação do Complexo Naval de Itaguaí foi a UFEM, localizada estrategicamente ao lado da NUCLEP — empresa estatal responsável pela produção das seções dos cascos resistentes dos submarinos. É na oficina principal de montagem da UFEM que são instaladas as estruturas internas, tubulações, equipamentos e sistemas no interior das seções, para posterior envio ao Estaleiro de Construção (ESC), onde os submarinos ganharão forma, com a união das seções, integração dos sistemas e lançamento ao mar.

Os quatro Submarinos Convencionais Brasileiros (S-BR) já começaram a ser construídos e estarão prontos até o final de 2022. O primeiro deles será o Riachuelo (S-40) com previsão de lançamento ao mar no segundo semestre de 2018, depois virão o Humaitá (S-41) em 2020, o Tonelero (S-42) em 2021 e o Angostura (S-43) em 2022. Por fim, a Marinha deverá lançar ao mar, em 2029, o primeiro Submarino com Propulsão Nuclear Brasileiro (SN-BR), que será batizado de “Álvaro Alberto”, uma homenagem ao Almirante que foi o pioneiro no uso da tecnologia nuclear no País.

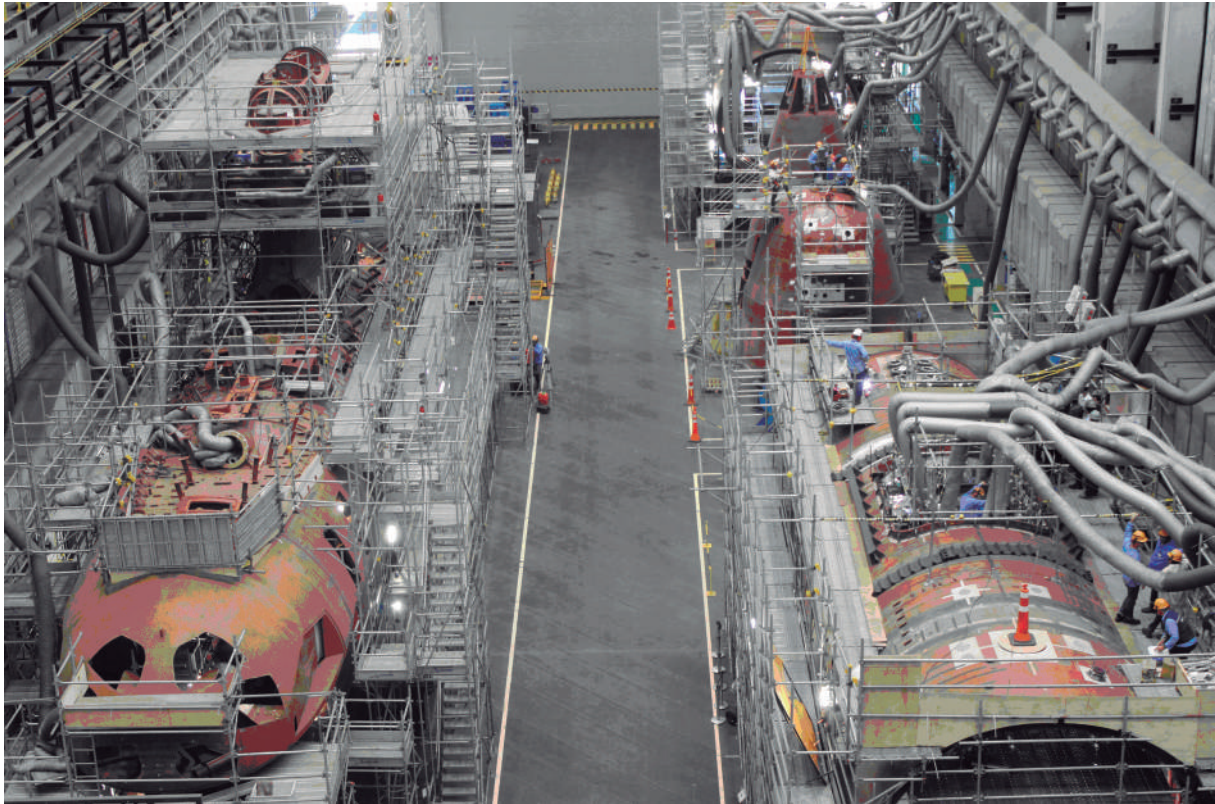


Figura 3: Construção dos S-BR na UFEM.

Atualmente, dois submarinos se encontram em processo de instalação de equipamentos e sistemas na UFEM, o S-BR1 (Riachuelo) e o S-BR2 (Humaitá). Com produção a todo vapor e cronograma em contagem regressiva, o submarino Riachuelo já está em fase final. A programação é que no segundo semestre de 2017, todas as seções do S-BR1 sigam para o ESC.

A fabricação das seções dos S-BR3 e S-BR4 estão em andamento na NUCLEP em diferentes estágios. O corte da primeira chapa do S-BR3 ocorreu em janeiro de 2015 e do S-BR4 em fevereiro de 2016, com previsão de conclusão do casco resistente no final de 2017 e meados de 2018, respectivamente.

A primeira etapa do Processo de Projeto do SN-BR, denominada de Fase A (Concepção

e Estudos de Exequibilidade), teve início em julho de 2012 e foi encerrada em julho de 2013. A segunda, chamada de Fase B, Projeto Preliminar, teve início em agosto de 2013 e foi encerrada, com sucesso, em janeiro de 2017 e homologada pela DCNS. A conclusão desta Fase permitirá a elaboração dos contratos definitivos de aquisição do pacote de materiais e da construção do SN-BR.

GANHO EM TECNOLOGIA NACIONAL E GERAÇÃO DE EMPREGO

Sustentado por três pilares: transferência de tecnologia, exceto na área nuclear, nacionalização de equipamentos e sistemas e capacitação de pessoal, o Programa está viabilizando o primeiro complexo industrial

e de apoio logístico dedicado a meios navais com propulsão nuclear, no hemisfério sul.

Um dos aspectos mais notáveis do PROSUB diz respeito ao arrasto tecnológico a ser vivido pelo País, em função da transferência de

tecnologia, que garantirá ao Brasil a capacidade de projetar, construir, operar e manter seus próprios submarinos convencionais e com propulsão nuclear.

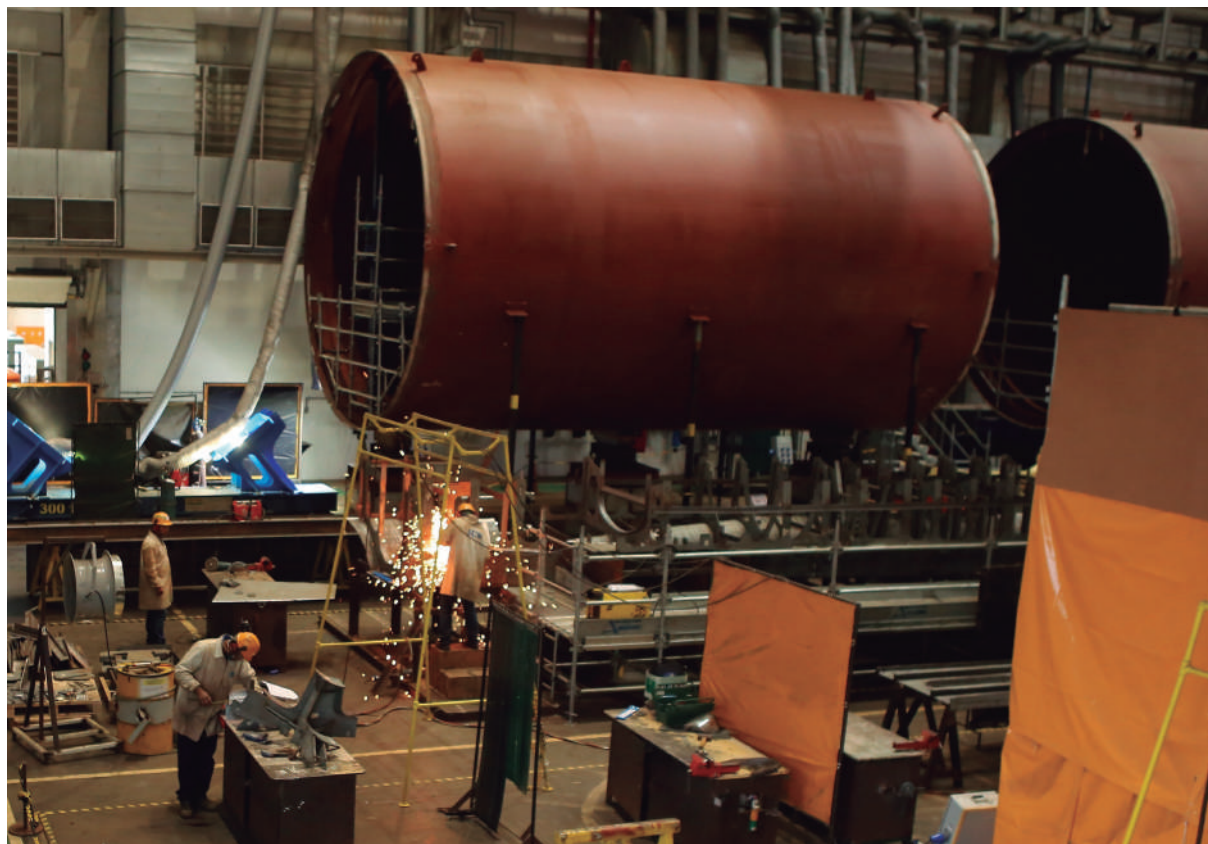


Figura 4: Fabricação das seções do S-BR

A concretização do Programa fortalecerá, ainda, diversos setores da indústria nacional de importância estratégica para o desenvolvimento econômico do País. Priorizando a aquisição de componentes fabricados no Brasil, o PROSUB fomenta o desenvolvimento da Base Industrial de Defesa, que engloba os setores de eletrônica, mecânica (fina e pesada),

eletromecânica, química e da Indústria Naval Brasileira.

A participação das universidades, dos institutos de pesquisas e da indústria nacional nas atividades do Programa assegura a disseminação e a multiplicação do conhecimento e estimula o potencial científico, tecnológico e intelectual do País.

DOCUMENTOS DE DEFESA E A FORÇA DE SUBMARINOS



Capitão de Corveta Carlos Augusto de Lima

1 INTRODUÇÃO

Política Nacional de Defesa (PND), Estratégia Nacional de Defesa (END), Livro Branco de Defesa Nacional e Plano Brasil 2022. Todos estes são marcos legais que visam a transmitir, em especial, à sociedade em geral, à Academia e aos setores empresariais, a política de Estado do país no que tange à pauta Defesa.

A PND, elaborada em 2005 e revista em 2012, é o documento de mais alto nível do planejamento de Defesa. Está voltada, prioritariamente, contra ameaças externas e estabelece objetivos e diretrizes para o preparo e o emprego da capacitação nacional, em todas as esferas do Poder Nacional, seja militar ou civil.

A END, elaborada em 2008 e revista também em 2012, estabelece diretrizes para a adequada preparação e capacitação das Forças Armadas (FFAA), de forma a garantir a segurança do país em tempos de paz e em situações de crise. A END trouxe para o debate público a necessidade de equipamentos das FFAA e de reorganização da indústria de defesa e o domínio nacional de tecnologias

avançadas.

O Livro Branco de Defesa Nacional, de dezembro de 2010, considerado referência em transparência no trato de assuntos de Defesa, é um livro para os cidadãos brasileiros, com foco nas ações em andamento e nos desafios vislumbrados para a Defesa do País.

No Plano Brasil 2022, de dezembro de 2010, que podemos considerar um Plano de Metas a ser atingido até o ano do bicentenário da Independência, uma das metas é assim descrita, com todas as letras: “lançar ao mar o submarino a propulsão nuclear”. É com essa “emissão” na marcação da Marinha do Brasil (MB) que vamos tratar do “aspecto” da Força de Submarinos (ForSub).

2 DESENVOLVIMENTO

Após compilar o quadro tático de todos os documentos acima descritos e filtrar ruídos espúrios, a solução política adotada foi o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), a fim de proteger o patrimônio natural da Amazônia Azul e garantir a soberania do Brasil no mar, através da expansão da Força Naval e do desenvolvimento da

indústria de defesa, em consonância com os objetivos do Estado Nacional. Ainda em 2008, era firmado um acordo com a França, para a transferência de tecnologia, abrangendo um programa de construção de quatro submarinos convencionais (S-BR) e do primeiro submarino de propulsão nuclear (SN-BR).

Além dos cinco submarinos, o PROSUB contempla a construção de um complexo de infraestrutura industrial e de apoio à operação dos submarinos, que engloba os Estaleiros, a Base Naval e a Unidade de Fabricação de Estruturas Metálicas (UFEM), no município de Itaguaí, estado do Rio de Janeiro.

A visão de futuro da Força de Submarinos que poderia ser assumida, em resumo, é estar capacitada a operar, com segurança e excelência, os meios do PROSUB, os quatro submarinos Classe “Tupi” e o Submarino “Tikuna”.

No entanto, os Projetos de Defesa do Poder Nacional são diretamente dependentes do poder econômico do país e da necessidade de atender às diversas demandas da sociedade.

O Orçamento de Defesa será sempre parcela correspondente do Produto Interno Bruto e da vontade política de comprometer porcentagem deste com a Defesa do país. Os documentos de Defesa dialogam com a sociedade e com a opinião pública, apresentando que Defesa é Pesquisa e Desenvolvimento em diversas áreas do conhecimento, tecnologia dual, ensino nos diversos níveis de formação, programas de qualificação profissional e apoio ao esporte, especialização em diversas áreas do conhecimento necessárias para a gestão do “universo militar”, segurança nos mais amplos aspectos, empregabilidade de uma gama de profissionais – médicos, dentistas, engenheiros, psicólogos, bibliotecários,

pedagogos, e muito mais, projetos integrados a diversos outros ministérios (transporte de órgãos, por exemplo), ações cívico-sociais (ACISO), assistência médico-hospitalar em áreas de difícil acesso, ações de defesa civil e até mesmo, de garantia da lei e da ordem.

Apesar de a conjuntura político-econômica do país causar impacto nos orçamentos de diversas pastas, em especial na pasta do Ministério da Defesa, e contribuir para a necessidade de um novo planejamento de recebimento de meios, em especial na reprogramação de datas de entrega e incorporação dos mesmos, afetando as metas traçadas para a formação e emprego efetivo de pessoal qualificado, a ForSub tem abraçado este desafio, com a tradicional competência desta Força centenária.

A atualização de datas do planejamento inicial é uma oportunidade para revisar os processos em andamento e ajustar, principalmente, o gerenciamento de formação de pessoal (em especial de Praças) e a capacidade de manutenção dos meios a serem incorporados.

Além disso, é oportunidade para reforçar e extrair, ao máximo, o programa bilateral com a França, através de intercâmbios de Oficiais e Praças, seja no processo de condução de meios ou de formação de pessoal, enviando militares para aquele país ou convidando militares para participarem de nossos processos como observadores, com a transferência de conhecimento de procedimentos operativos e de formação de pessoal.

Os submarinistas conhecem os fatores de força da arma submarina: o fator surpresa, seu poder de ocultação, a necessidade de seu pré posicionamento tático e sua capacidade de não contribuir para a escalada de uma crise.

Recentemente, a imprensa mundial noticiou o deslocamento de navios de superfície da Marinha dos Estados Unidos da América em direção ao Sudeste Asiático e ao Mar da China, gerando grande apreensão sobre um possível conflito entre EUA e Coreia do Norte. Mas, pergunta-se: quantos submarinos já estavam operando na região, sem alarde, sem percepção popular mundial de crise?

Uma Força de Submarinos adestrada e profissional, independente da conjuntura de um país em desenvolvimento, tende a disponibilizar recursos de forma extremamente cíclica, restritiva e não-prioritária para a área de defesa, face ao desempenho dos índices econômicos e à necessidade de atender outras demandas da sociedade. Este fator traz, inclusive, desafios diferenciados para a composição permanente de uma Base Industrial de Defesa e consequente autonomia, desenvolvimento e independência tecnológicos.

3 CONCLUSÃO

A leitura dos documentos de introdução deste texto confere à Defesa do Brasil uma boa visibilidade e céu claro perante seus cidadãos e a comunidade internacional. Termos do Setor de Defesa (e não Setor Militar) como paz, solução pacífica de conflitos, dissuasão, diálogo

e cooperação internacionais, participação civil, responsabilidade ao proteger (não criar mais instabilidade do que aquela que está tentando evitar ou limitar), confiança e respeito mútuo e liderança civil são as linhas de atuação do Poder Nacional. Está claro que o objetivo é contribuir para a paz mundial e não conquistar, subjugar ou explorar.

O Brasil decidiu por adotar uma política estratégica dissuasória e uma estratégia marítima de defesa de negar o uso do mar ao inimigo, deixando o oponente com o arbítrio de lidar com Forças de Defesa de envergadura compatível com as necessidades de proteção do patrimônio nacional e preservação dos recursos para que as futuras gerações de brasileiros possam buscar seu desenvolvimento econômico-social.

O PROSUB contribui para além dessa capacidade. Contribui para o desenvolvimento econômico, na medida em que estimula a indústria de defesa e capacita o parque industrial e o capital humano do país. Esta capacidade também colabora para que o país enfrente menos resistência para seu desenvolvimento e progresso, em especial o científico-tecnológico, tão sujeito a atitudes de “não-proliferação” por parte das Grandes Potências, fruto da política permanente de intimidação, mal simulada, como o próprio Plano Brasil 2022 relata.



Figura 1: Visita do Ministro da Defesa Raul Jungmann ao Submarino Tupi.



Figura 2: Visita do Ministro da Defesa Raul Jungmann ao Submarino Tupi.

PSICOLOGIA DE SUBMARINO: DA PREVENÇÃO À ATUAÇÃO PÓS-ACIDENTE, UM PERCURSO TEÓRICO



Capitão-Tenente (T) Kelly Cristina Martins Fernandes

1 INTRODUÇÃO

Uma das questões mais importantes em segurança operacional dos submarinos é qual seria o papel do psicólogo e a importância de sua atuação, visto ser a Psicologia uma ciência humana inserida em um contexto, até então, liderado pelas ciências exatas. Quais contribuições se esperam desse campo de atuação?

O trabalho do psicólogo em segurança operacional, seja ele no contexto da aviação ou de submarino, está relacionado ao estudo do ser humano num contexto de trabalho específico, com grandes exigências fisiológicas, psicológicas e sociais. O caso do submarino e do mergulho, por se tratar de uma atuação recente para a Ciência Psicológica, corresponde a um desafio a mais na nossa reflexão. Encontramos alguns estudos significativos na área da Psicologia da Aviação e, faremos uso deles para incrementar nosso raciocínio.

Diante deste cenário, este artigo se propõe a apresentar um breve panorama do que já vem sendo realizado na Psicologia da Aviação, ao mesmo tempo em que mostra algumas possibilidades de transposição do conhecimento fator humano para o contexto

do submarino e do mergulho no âmbito da prevenção, investigação e atuação pós-acidentes.

O termo Psicologia, conceito que pode ser definido de forma simples como “*a ciência que trata dos estados e processos mentais, do comportamento do ser humano e de suas interações com um ambiente físico e social*”¹, pode trazer contribuições, uma vez que estuda e pode intervir sobre o comportamento humano individualmente ou em interação com os outros e com o seu meio.

O ser humano é biopsicossocial, ou seja, sua existência é perpassada por fatores biológicos, psicológicos e sociais. É esse ser biopsicossocial em atividade, em interação com seu ambiente de trabalho, que será objeto de estudo da Psicologia Organizacional.

Os conhecimentos da Psicologia Organizacional, quando aplicados ao trabalho em submarino ou no mergulho e direcionados para a segurança dessas atividades, recebe o nome de Psicologia de Submarino ou do Mergulho. Essa ciência adaptada para essas áreas, especificamente, tem o auge da sua

1 Disponível em <<https://www.significados.com.br/psicologia/>> Acesso em 07/04/2017.



contribuição no auxílio à otimização do fazer humano, considerando também a forma como esse fazer ocorre contribuindo para a geração de defesas e segurança nas rotinas das atividades. No escopo dessa atuação estão: auxílio na criação de uma mentalidade de segurança, fortalecimento da cultura de segurança, desenvolvimento da comunicação, aperfeiçoamento da tomada de decisão, interação social no trabalho, entre outros.

Para compreendermos melhor essa *interface*, podemos refletir sobre a seguinte situação figurada: o fato de se ter uma estrada muito bem construída, sem desgastes físicos e um carro de última geração com diversos recursos tecnológicos pode garantir que se obtenha a segurança desejada na direção? O que, de fato, definirá os resultados será a interação do humano com esse equipamento, que demonstrará se será uma atuação segura ou não. A educação sobre as regras de segurança e sobre as consequências de uma direção insegura, a cultura local, o significado da velocidade para aquele grupo, o desafio às normas, entre outros, são elementos importantes para considerarmos aquela atividade segura ou não.

Nesse contexto, é muito importante, uma reflexão sobre o conceito de Cultura Organizacional, definido em Robbins:

como um sistema de valores compartilhado pelos membros de uma organização que a diferencia das demais. Esse sistema é em última análise, um conjunto de características-chave que a organização valoriza. A cultura organizacional representa uma percepção comum mantida pelos membros da organização. Ela orienta

e modela o comportamento, gerando, quando intensamente compartilhada, previsibilidade, ordem e consistência. (Robbins, 2005, p.368).

A cultura, por suas características já citadas, pode ser um instrumento adequado para se modelar e prever o comportamento dos membros da organização em relação à Segurança nas atividades.

2 PREVENÇÃO DE ACIDENTES

As pesquisas em Psicologia da Aviação demonstram que um dos maiores desafios da área de segurança tem sido evitar o erro humano e controlar sua incidência (Molinari, 2007). Apesar dos elevados investimentos em recursos tecnológicos destinados à segurança, ainda assim os acidentes ainda ocorrem.

Estudos na área do Fator Humano apontam que o envolvimento estimado do erro humano nos colapsos ocorridos em sistemas tecnológicos que apresentam risco em sua operação - aviação, sala de controle e usinas nucleares - aumentou quatro vezes no período compreendido entre os anos 60 e 90 (Reason apud Molinari, 2007). Tripulações técnicas são citadas com mais frequência que falhas materiais. Pesquisas demonstram que 70 a 80% dos acidentes aeronáuticos podem ser atribuídos, pelo menos em parte, ao erro humano.

Algumas teorias buscam elucidar a interação do ser humano com seu meio, os outros e com a máquina. Dessa interação decorre tanto a produtividade no trabalho quanto as condições que interferem na probabilidade de um acidente. Alguns modelos conceituais procuram elucidar essa interação e sua relação

com a ocorrência de acidentes. Dentre os principais, estão o modelo Heinrich ou teoria dos Dominós, o Reason e o Shell. A partir da elaboração desses modelos conceituais, o enfoque sobre o erro humano, passou de uma perspectiva mais individual para uma noção sistêmica, considerando as falhas latentes na organização, que funcionam como precursores dos acidentes (Moreira, 2001). Em resumo, o desempenho humano resulta da interação de diferentes variáveis, abrangendo:

- as individuais (aptidões, atitudes e valores);
- as psicossociais, com diferentes papéis e relações interpessoais assumidos pelo indivíduo;
- as ambientais, englobando temperatura, ruído, luminosidade, visibilidade e condições atmosféricas e,
- as organizacionais que envolvem a cultura, a filosofia, as normas, os regulamentos, entre outras.

Daí, percebemos a importância do homem, uma vez que “a total eliminação do erro humano é uma meta irreal. Na verdade, devemos trabalhar na sua detecção, correção e no seu gerenciamento e, continuar a investir no treinamento técnico, porém, sempre acompanhado de uma especial atenção ao homem, aos seus aspectos e às suas necessidades”(Moreira, 2001, p.38).

Para o incremento do trabalho do psicólogo em prevenção de acidentes nas atividades subaquáticas é necessário investimento em pesquisa sobre a influência do aspecto psicológico na ocorrência de acidentes.

3 INVESTIGAÇÃO DE ACIDENTES

O psicólogo pode ter uma participação importante como integrante de uma comissão de investigação de acidentes. Com uma atuação fundamentada e com bases metodológicas definidas, o psicólogo pode fornecer contribuições muito importantes no que concerne aos fatores humanos envolvidos em um acidente. Os modelos conceituais citados acima serão de grande valia no que diz respeito à metodologia utilizada em investigação, a partir da análise dos fatores individuais, psicossociais e organizacionais que interferem no trabalho e condicionam as tarefas executadas (Molinari, 2007). Em outras palavras, o psicólogo busca identificar que fatores estiveram influenciando o desempenho do homem - individuais, psicossociais e organizacionais - em interação com os outros, com seu espaço de trabalho, com o sistema de apoio disponível e com o ambiente em si, aqui compreendidos o ambiente físico e o organizacional (Moreira, 2001).

Com base no Modelo Reason, o psicólogo analisa a interação entre os elementos de um sistema sociotécnico, apresentados a seguir:

- Gerência Superior: representada por aqueles a quem compete a tomada de decisões e que são os responsáveis pelo estabelecimento dos objetivos e manejo dos recursos para atingir metas distintas (Moreira, 2001);
- Gerência Executiva: são aqueles responsáveis pela execução das decisões tomadas pela Gerência Superior.

O terceiro elemento é representado pelas condições prévias, a saber: a equipe de trabalho, a capacitação dos trabalhadores, o acesso ao



conhecimento, a motivação e a segurança e adequação das condições ambientais. O elemento final são as defesas do sistema, que existem para prevenir danos ou interrupções.

A partir da análise dos fatos ocorridos, é elaborado um diagnóstico da situação, que busca clarificar como se deu a “rede” de múltiplos arranjos entre os condicionantes individuais, psicossociais e organizacionais em constante interação, que ao longo do tempo fragilizaram as defesas do sistema formando o cenário propício para a ocorrência do acidente (Molinari, 2007). O sentido da investigação de acidentes, mais do que analisar acidentes e sugerir ações administrativas visando sua prevenção, faz parte de um conjunto de estratégias organizacionais cuja missão é contribuir para a consolidação de uma cultura de segurança nas organizações (Rohm, 2001). Cultura de segurança pode ser considerada “a construção de um sistema de significados que levam as pessoas ou grupos a compreenderem os riscos do mundo.” (Pidgeon APUD Rohm, 2001, p.75).

4 ATUAÇÃO PÓS-ACIDENTE

A proposta de atuação do psicólogo após uma crise, seja ela de que natureza for, tem por objetivo oferecer atendimento especializado para diversas situações, como emergência e luto, nos diferentes âmbitos de necessidade, e também busca prevenir o desenvolvimento de intercorrências como o estresse pós-traumático e o luto traumático, sem desconsiderar as necessidades psicológicas dos profissionais envolvidos na sua promoção (Franco, 2005).

Entende-se crise como a interrupção de um estado previamente conhecido e contínuo de funcionamento, que resulta em instabilidade e

significativo desequilíbrio no sistema. (Franco, 2005).

As atividades especializadas como o submarino e o mergulho, exigem do profissional alto grau de preparo técnico, minúcia no desempenho das atividades e foco em segurança, com o objetivo de diminuir os riscos operacionais.

As reações a um desastre podem ser muito variáveis, não sendo possível prever o tempo necessário para a recuperação. Alguns fatores podem contribuir ou prejudicar a recuperação, como a existência de redes de apoio dentro e fora da comunidade, o que ressalta a importância de apoio psicológico dirigido a estas necessidades.

A outra vertente para a compreensão da vivência da pessoa envolvida em um desastre é o luto, aqui entendido como reação normal e esperada para o rompimento de vínculo. O luto tem uma função, que é proporcionar a reconstrução de recursos e viabilizar um processo de adaptação às mudanças ocorridas em consequência de perdas.

É um processo determinado por fatores, tanto internos, como modo de funcionamento psicológico, tipo de vínculo, perdas ocorridas e histórico de perdas anteriores; quanto externos, circunstâncias da perda, crenças culturais e religiosas e apoio recebido.

Após uma crise, é necessário o retorno ao funcionamento anterior, no entanto, a resposta à situação de estresse agudo pode levar um tempo para se dissipar, sendo muito importante aqui, a forma como tal fato é reconhecido pelo grupo.

Isso significa dizer que a cultura do grupo onde ocorre a perda também pode ser decisiva tanto na disponibilização quanto na aceitação do apoio necessário. É importante

que uma reação aguda ao estresse seja bem compreendida como algo esperado dentro de um contexto de perda, e que um tempo será necessário até que a pessoa ou o grupo possa voltar ao seu funcionamento conhecido e estável. Além disso, nesse retorno há que se respeitar as características individuais, ou seja, a cada um seja dado o tempo dentro de suas possibilidades, características e recursos psicológicos. O reconhecimento dessas características é de suma importância no auxílio à recuperação após uma situação de crise.

É recomendado que a intervenção em crise seja focal, ou seja, que seja considerado principalmente o problema da perda, sem negligenciar questões concomitantes. O objetivo não é a modificação do padrão de personalidade, mas sim perceber a situação da crise levando em consideração as condições individuais da pessoa. Além disso, a intervenção psicológica em emergência procura reduzir o estresse agudo causado pelo impacto do trauma através de ações como: restaurar a dominância da razão sobre a emoção, facilitar a restauração do funcionamento das instituições e da comunidade e o reconhecimento racional do que aconteceu. Essas iniciativas também ajudam a restaurar ou aumentar as capacidades adaptativas por meio do oferecimento de oportunidades para que se possa avaliar e utilizar o apoio familiar ou da comunidade, de educação sobre expectativas futuras e oportunidade para os sobreviventes organizarem e interpretarem, racionalmente, o evento traumático.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de uma noção sistêmica da organização e considerando que o elemento

humano é biopsicossocial, podemos ter uma ideia da importância do papel do psicólogo e das contribuições de uma ciência humana em sistemas até então influenciados pela engenharia e ciências exatas.

Percebemos também que uma análise de fator humano, precisa considerar de forma sistêmica, o contexto em que um evento tenha ocorrido, para que seja possível conhecer os elementos influentes. Destaque para aqueles relacionados à cultura, que mostra o que é aceitável ou inaceitável dentro de determinada organização, precisando muitas vezes ser ela mesma modificada.

Sobre a investigação de acidentes, é importante que a instituição a perceba como uma ação que visa unicamente evitar que determinados fatores em interação, possam repetidamente se coadunar para então desencadear um acidente.

No que se refere ao pós-acidente, a reflexão contribui no sentido de que as possíveis reações sejam aceitas e percebidas como naturais e esperadas dentro de um contexto específico, bem como as ações de apoio sejam facilitadas e possam ser aceitas pelo grupo.

Outro aspecto muito importante é o fato de que os problemas psicossociais possuem influência no desempenho profissional, conseqüentemente sobre a ocorrência ou não de um acidente. Por isso, deve ser dado destaque às ações de prevenção de problemas psicossociais, tanto as que já existem como outras que ainda serão implementadas. Para tal, é preciso promover a confiança nos Núcleos de Assistência através da facilitação da divulgação das ações de prevenção psicossocial, do incentivo ao engajamento em ações educativas, da participação em projetos e, quando necessário, a utilização dos atendimentos disponíveis. Esses fatores de



proteção aos riscos sociais, serão de grande importância na promoção da qualidade de vida no trabalho de nossos militares, e isso gera um impacto positivo quando o assunto é a prevenção de acidentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRANCO, Maria Helena. *Atendimento psicológico para emergências em aviação: a teoria revista na prática*, in: Estudos de Psicologia, São Paulo, 2005.

MOREIRA, Sílvia. *Fatores Humanos e Modelos Conceituais*, In: RIBEIRO, Selma. Voos da Psicologia no Brasil: estudos e práticas na aviação. Organizado por Maria da Conceição Pereira e Selma Leal de Oliveira Ribeiro-Rio de Janeiro: DAC: NulCAF, 2001.

MOLINARI, Márcia et al. *Investigação de acidentes aeronáuticos: atuação dos psicólogos no Brasil*, In: BORGES, Janete. Coletânea de Artigos Científicos, Rio de Janeiro, IPA; Sumaúma Ed. e Gráfica, 2007.

ROBBINS, Stephen, *Comportamento Organizacional*. Tradução técnica: Reynaldo Marcondes, 11ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

ROHM, Ricardo, Análise de acidentes aeronáuticos: um modelo ergonômico alternativo, In: RIBEIRO, Selma. Voos da Psicologia no Brasil: estudos e práticas na aviação. Organizado por Maria da Conceição Pereira e Selma Leal de Oliveira Ribeiro-Rio de Janeiro: DAC: NulCAF, 2001. Sites consultados: <<https://www.significados.com.br/psicologia/>> Acesso em 07/04/2017.

COMEMORAÇÃO DO 103º ANIVERSÁRIO DE CRIAÇÃO DA FORÇA DE SUBMARINOS

14 DE JULHO DE 2017 –
SAUDANDO A RESERVA CENTRO
DE CONVÍVIO DA BACS



Da direita para a esquerda:
Contra-Almirante Alan Guimarães Azevedo, Comandante da Força de Submarinos;
Almirante de Esquadra Alfredo Karam, Ex-Ministro da Marinha;
Vice-Almirante Celso Luiz Nazareth, Comandante em Chefe da Esquadra;
Almirante de Esquadra Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior, Secretario de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha; e
Almirante de Esquadra Roberto de Guimarães Carvalho, Ex-Comandante da Marinha;

17 DE JULHO DE 2017 –
CERIMÔNIA MILITAR ALUSIVA AOS
103º ANIVERSÁRIO DE CRIAÇÃO DA
FORÇA DE SUBMARINOS



Da direita para esquerda:
Contra-Almirante Alan Guimarães Azevedo, Comandante da Força de Submarinos;
Vice-Almirante (FN) Alexandre Jose Barreto de Mattos, Comandante da Força de Fuzileiros da Esquadra;
Almirante de Esquadra Liseo Zampronio, Secretário-Geral da Marinha;
Almirante de Esquadra Sergio Roberto Fernandes dos Santos, Comandante de Operações Navais;
Almirante de Esquadra Alfredo Karam, Ex-Ministro da Marinha;
Almirante de Esquadra Mauro César Rodrigues Pereira;
Almirante de Esquadra Paulo Cezar de Quadros Kuster, Diretor-Geral de Navegação;
Almirante de Esquadra Bento Costa Lima Leite de Albuquerque Junior; Secretario de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha; e
Vice-Almirante Celso Luiz Nazareth, Comandante em Chefe da Esquadra.



Contra-Almirante Alan Guimarães Azevedo, Comandante da Força de Submarinos, fazendo a leitura da Ordem do Dia alusiva ao aniversário do Comando da Força de Submarinos.

**22 DE JULHO DE 2017 –
CONFRATERNIZAÇÃO ALUSIVA AO
103º ANIVERSÁRIO DO COMANDO
DA FORÇA DE SUBMARINOS**



Da esquerda para direita:

Almirante de Esquadra Eduardo Bacellar Leal Ferreira, Comandante da Marinha;

Almirante de Esquadra Roberto de Guimarães Carvalho, Ex -Comandante da Marinha;

Contra-Almirante Alan Guimarães Azevedo, Comandante da Força de Submarinos;

SO-OS-SB Anderson Gomes Antonio,

Supervisor da Seção de Desenvolvimento e Avaliação do ComForS;

Almirante de Esquadra Alfredo Karam, Ex-Ministro da Marinha;

Almirante de Esquadra Roberto de Guimarães Carvalho, Ex-Comandante da Marinha; e Vice-Almirante Celso Luiz Nazareth, Comandante em Chefe da Esquadra.

**22 DE JULHO DE 2017 –
MISSA DE AÇÃO DE GRAÇAS AOS
103 ANOS DE CRIAÇÃO DA FORÇA
DE SUBMARINOS PRAÇA ALMIRANTE
JÚLIO HESS NA BACS**



Celebração da Missa dos 103 anos de Criação da Força de Submarinos pelo Arcebispo Militar Dom Fernando José Monteiro Guimarães.

PASSAGENS DE COMANDO 2017



26 de janeiro de 2017
Submarino Tikuna
Passa o Comando: Capitão de Mar e Guerra
Marcelo Henrique Carrara
Assume o Comando: Capitão de Fragata
Luis Antonio de Menezes Cerutti



27 de janeiro de 2017
Base de Submarinos Almirante Castro e
Silva Passa o Comando: Capitão de Mar e
Guerra André Martins de Carvalho
Assume o Comando: Capitão de Mar e
Guerra Luiz Cláudio de Almeida Baracho



22 de fevereiro de 2017
Submarino Timbira
Passa o Comando: Capitão de Fragata Al-
varo Valentim Lemos
Assume o Comando: Capitão de Fragata
Leonardo Braga Martins



17 de abril de 2017
Comandante da Força de Submarinos
Passa o Comando: Contra-Almirante Oscar
Moreira da Silva Filho
Assume o Comando: Contra-Almirante
Alan Guimarães Azevedo

PASSAGEM DE CHEFE DO ESTADO- -MAIOR DO COMFORS



12 de janeiro de 2017

Chefe do Estado-Maior do Comando da Força de Submarinos

Passa o Cargo: Capitão de Mar e Guerra Alexandre Fontoura de Oliveira

Assume o Cargo: Capitão de Mar e Guerra Jose de Andrade e Silva Neto



25 de setembro de 2017

Chefe do Estado-Maior do Comando da Força de Submarinos

Passa o Cargo: Capitão de Fragata Wladimir dos Santos Lourenço

Assume o Cargo: Capitão de Fragata Helio Moreira Branco Junior



03 de agosto de 2017

Chefe do Estado-Maior do Comando da Força de Submarinos

Passa o Cargo: Capitão de Mar e Guerra Guerra Jose de Andrade e Silva Neto

Assume o Cargo: Capitão de Fragata Wladimir dos Santos Lourenço



11 de agosto de 2017

Submarino Tupi

Passa o Comando: Capitão de Fragata Helio Moreira Branco Junior

Assume o Comando: Capitão de Fragata Fernando de Luca Marques de Oliveira

RELAÇÃO DO PESSOAL AGRACIADO COM O DIPLOMA DE SUBMARINISTA HONORÁRIO DE 2017



OFICIAIS DA ATIVA

C. Alte Paulo Cesar Colmenero Lopes
C. Alte Luiz Roberto Cavalcanti Valicente
C. Alte (EN) Humberto Moraes Ruivo
CMG (IM) Alexandre Augusto Lopes Villela de Moraes
CF (IM) Luiz Galhardo Pessoa
CC (IM) Thiago Fernandes Lima
CC (IM) Luiz Antonio Girianelli Félix
CC (IM) Márcio Luis Mota Pereira
CC Bueno Otéro Nery
1ºTen (RM2-S) Andresa Fogel Jales Soares
1ºTen (RM2-T) Amanda Moraes Silva Chaves
1ºTen (RM2-T) Edna Batista da Silva
1ºTen (QC-IM) Felipe Rangel Kopanakis
1ºTen (RM2-T) Gean Felipe Alves de Oliveira
1ºTen (RM2-EN) Celso Andrade Capute Júnior

MILITARES DE OUTRAS INSTITUIÇÕES

Capitão de Fragata, (Commander), Richard Harrison
(Homenagem Póstuma)
Coronel (EB) Will Mazon
Ten. Coronel (EB) Frederico Otávio Sawaf Batouli

PRAÇAS DA ATIVA

SO-ES Gyovanne Plácido Lima
SO-BA Daniel Gonçalves
SO-ET Erinaldo Sousa dos Santos
SO-ES Alexandre Dias de Andrade
SO-CA Salvador Mauricio Barreto da Silva
SO-CA Rosemberg Gonçalves de Souza
1ºSG-MO Francisco Ronaldo Ferreira da Costa
2ºSG-MG Washington Luiz da Silva
2ºSG-MG Jairo Aguiar Rafael
3ºSG-ES José Renato da Silva.
3ºSG-MO Fabiano Barros Correia Lima
2ºSG-ES Rafael Goiabeira Cavalcanti
2ºSG-ES Robson Goulart Milato
3ºSG-ET Joel Madeira Nunes Júnior
CB-ES Leandro da Silva Bastoni

CIVIS

Sr. Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho
Sr. Renato Machado Cotta
Sr. Pierre Legros
Sr. José Antônio de Souza Batista
Sr. Orson Antonio Féres Moraes Rêgo
Sra. Denise Maria Mendes Correa
Sr. Tim Taylor
Sra. Christine Dannison
Sr. Osmar De Souza Córdia Junior
Sr. Alvanir Silveira De Oliveira
Sr. Jardel Mesquita Da Cruz Silva
Sr. Luiz Carlos Pereira Da Cunha



**RELAÇÃO DOS MILITARES AGRA-
CIADOS COM DIPLOMA DE HORAS
DE IMERSÃO, HORAS DE MERGU-
LHO E ATIVIDADE DE MERGULHO
DE COMBATE EM 2017**



**Horas de Imersão
20.000 horas**

SO-MA-SB Francisco Elmo Vieira

**Horas de Mergulho
1.000 horas**

SO-MG Jonas Barros de Castro

**ATIVIDADE DE MERGULHO DE
COMBATE**

12 anos de Atividades

CF Charles Alan da Silva

SO-MR-MEC Jorge E. Albuquerque de Moura



NAVAL GROUP



NOVA MARCA MESMA MISSÃO

DCNS agora é Naval Group

Ao longo de 400 anos de inovação aqui na DCNS, nunca fomos de descansar sobre nossos louros. É por isso que entendemos ser hora de uma mudança de nome, para uma nova identidade que irá garantir a exposição e a credibilidade em mercados internacionais buscados por nossa ambição. Um novo nome, mas o mesmo compromisso de sempre. Como líder global em defesa naval e energia marinha renovável, estamos comprometidos em trabalhar, dia após dia, salvaguardando os interesses da segurança, entregando aos nossos clientes valor e desempenho no estado da arte, e pavimentando o caminho rumo a uma energia futura mais limpa e mais verde para a sociedade do amanhã.
Construindo um mundo mais estável e sustentável.

Para maiores informações, acesse naval-group.com







Usque Ad Sub Acquam Nauta Sum

Marinheiros até debaixo d'água