



O Periscópio



ANO LXXIV - Nº 74 - 2023



Artigo premiado
A eficiência da tecnologia *stealth* para os meios submarinos

Pág. 8

Lições aprendidas no Curso de Comandante de Submarino na Holanda (*PERISHER*) – 2022

Pág. 30

Uma breve história do programa nuclear indiano

Pág. 64

Poupança POUPEX Salário

Um mundo de vantagens
para você

Juros menores no Crédito Imobiliário, no
Crédito Simples e muito mais!

Abra já a sua, pelo aplicativo, *site* ou nas
agências do Banco do Brasil.



LÉIA,
mascote da
FHE POUPEX



Aponte a câmera
do seu celular e
saiba mais



poupex.com.br
0800 061 3040

Prezados leitores,

Com imenso orgulho que apresento ao leitor a nova edição da Revista “O Periscópio”. É uma honra poder compartilhar artigos que se relacionam com às atividades da nossa Força de Submarinos.

A massa líquida do nosso planeta tem um papel de protagonismo na humanidade, como fonte de vida, recursos naturais e capaz de uma imensa conectividade global, ela tem o poder de nortear o rumo das nações.

Como marinheiros, entendemos o potencial dessa imensidão azul e o compromisso de defender este patrimônio.

Nesse século XXI, os caminhos nos levam para oportunidades e desafios sem precedentes. A questão das mudanças climáticas, a segurança marítima e a alta demanda por recursos dessa massa líquida, em especial os oceanos e seus mares, chamam a atenção. A Oceanopolítica se mostra, dessa maneira, como disciplina essencial no contexto atual. Compreendida como a ciência que se dedica a estudar a atuação do Estado, com a influência dos meios oceânicos e fluviais, na elaboração de medidas capazes de influenciar os destinos da população. Logo, a contemporaneidade clama pela especialização dos profissionais para que possam assessorar, de maneira eficaz, o estamento político.

A sustentabilidade, portanto, deve ser o alicerce central das nossas atitudes. Temos o compromisso de explorar os recursos marinhos de maneira saudável para todos os envolvidos, assumindo a necessidade de preservá-los para as gerações futuras. Nessa perspectiva, a boa relação entre a exploração econômica e soberania sempre foi um desafio complexo, todavia, não podemos compreendê-lo como impossível. Cabe a nós, profissionais do mar, por meio de todo aparato tecnológico que vem se desenvolvendo cada vez mais, contribuir para a construção de um futuro no qual os interesses do Brasil sejam alcançados em especial na Amazônia Azul.

Nesse sentido, para informar ao leitor das novidades relacionadas a esta massa líquida, trazemos alguns artigos em destaque: “A eficiência da tecnologia stealth para os meios submarinos”, “Lições aprendidas no Curso de Comandante de Submarino na Holanda (PERISHER) – 2022” e “Uma breve história do programa nuclear indiano”.

Por último, gostaria de agradecer à equipe da Revista por seu empenho incansável em promover diversos materiais de excelente qualidade e pelo seu compromisso com a disseminação do conhecimento marítimo. Acredito que esta Revista desempenha um papel fundamental na construção de uma mentalidade marítima cada vez mais próspera.



Manoel Luiz Pavão Barroso

Contra-Almirante

Comandante da

Força de Submarinos



Caro leitor, é com grande satisfação e orgulho que apresentamos a edição nº 74 da Revista “O Periscópio” com as atividades da Força de Submarinos.

O Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché (CIAMA) é responsável pela produção da revista desde sua primeira edição em 1962. Nosso objetivo é divulgar as atividades desenvolvidas no ano anterior pelo Comando da Força de Submarinos nas áreas de Submarino, Mergulho, Mergulho de Combate, Medicina Submarina e Psicologia de Submarino e disseminar os conhecimentos obtidos em intercâmbios, cursos e estágios no exterior pelos militares.

Este periódico é registrado na Biblioteca Nacional sob o número de ISSN 1806-5643, com periodicidade anual, gratuita e nos formatos impresso e digital. Os anos anteriores também estão disponíveis em meio digital na página do CIAMA.

Aproveitamos a oportunidade para agradecer aos colaboradores e autores que dedicaram o seu tempo para tornar esta edição possível. Esperamos manter esta parceria nos próximos anos!

Se você deseja ser um autor da revista divulgando uma experiência ou descoberta sobre as atividades de Submarino, Mergulho, Mergulho de Combate, Medicina Submarina, Psicologia de Submarino ou outro tema de caráter científico-militar, envie seu artigo e fotos para adriana.carvalho@marinha.mil.br. Seu trabalho será analisado pelo Conselho Editorial e, ao ser aprovado, estará na próxima edição.

O regulamento do concurso é divulgado em Boletim de Ordens e Notícias – Especial da Diretoria de Comunicações e Tecnologia da Informação da Marinha, e consiste basicamente nas seguintes regras:

- 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 “Writer”, configurados em folha tipo A4, em espaçamento simples, fonte “Times New Roman”, tamanho 12, e com o máximo de seis (6) páginas de texto (contadas ainda sem imagens);
- 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, evitando, assim, problemas durante a diagramação;
- As fotos, gráficos ou ilustrações deverão ter a resolução mínima de 300 dpi ou 3 MB em formato “JPG” ou “TIFF”, a fim de permitirem a sua publicação;
- A inclusão do trabalho na revista implica na cessão ao CIAMA e, conseqüentemente à Marinha do Brasil (MB), de todos os direitos de utilização dos textos e imagens enviados, para divulgação das atividades da instituição, inclusive em sítios da Internet; e
- Poderão enviar artigos os militares da MB e de outras Forças, da ativa e veteranos, 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: adriana.carvalho@marinha.mil.br

USQUE AD SUB ACQUAM NAUTA SUM!

Adriana Carvalho dos Santos

Primeiro-Tenente (RM2-T)

Editora-chefe

P446

O Periscópio / Força de Submarinos.
ano 1, n. 1, (1986-). – Niterói: Força de Submarinos, 1986- v.: il. –
Anual.

Editada pelo Centro de Instrução e Adestramento Áttila Monteiro
Achê.
ISSN 1806-5643

1. Marinha. 2. Submarino. 3. Mergulho. 4. Operações especiais. 5.
Medicina submarina. 6. Psicologia de submarino. I. Título. II. Brasil.
Comando da Força de Submarinos. III. Centro de Instrução e
Adestramento Almirante Áttila Monteiro Achê.

623.8257

Elaborada por Adriana Carvalho dos Santos, CRB-7 nº6114.



VERSÃO ELETRÔNICA

https://www.marinha.mil.br/ciama/sites/files/upload/periscopio_2023.pdf

As opiniões, os fatos e as fotografias/imagens descritos nos artigos são de inteira responsabilidade de seus autores e podem não coincidir com a opinião do Comando da Força de Submarinos.

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA



Nossa Capa:
Incorporação do
Submarino Riachuelo.

SUMÁRIO

ARTIGO PREMIADO

A eficiência da tecnologia *stealth* para os meios submarinos8
1T *William Ferro de Oliveira Melo*

OPERATIVO

Aprender ou sucumbir? Lições aprendidas nas forças de submarinos.....16
CF *Stéphane Boubeker* e CT *Felipe Gomes Fontes*

Curso de Comandante de Submarinos da Armada do Chile – CCOS 202222
CC *Leandro Amaral de Sousa*

A complexidade do mergulho saturado.....26
CC *Wallace Felipe de Paiva Santos*

Lições aprendidas no Curso de Comandante de Submarino na Holanda (*PERISHER*) – 202230
CC *Thiago Maciel Paulino Santos*

Intercâmbio entre o Departamento de Mergulho da BACS e a *Mobile Diving and Salvage Unit* (MDSU-2)36
CT *Phillip da Silva Mendes*

O submarino como plataforma de tiro embarcado40
SO-MG *Rafael Godinho Braga*

CIÊNCIA E TECNOLOGIA

A evolução do sonar na Força de Submarinos42
SO-OS *Almir Alves Teixeira Junior*

Uma proposta de telefone submarino nacional.....48
CT(EN) *Antônio Walkir Sibanto Caldeira* e 1T (QC-CA) *Rodrigo Scarabotto Godinho*

ARTIGOS DIVERSOS

Aventura abaixo do Polo Norte.....54
CT *Phillipe Conan Santa Rosa*

Programa de Saúde Mental Integrado (eMHP), promoção da higiene psicológica em um submarino58
SO-OS *Rodrigo da Silva Lima*

O Submarino Tapajó e sua história na Marinha do Brasil.....60
2T *Ramon Costa Seabra*

Uma breve história do programa nuclear indiano.....64
1T (QC-CA) *Rogério Lamblat da Silva*

A ascensão da Marinha Imperial Alemã com o desenvolvimento de uma nova arma: o submarino68
1T *João Pedro Lousada Maggessi*

Barotrauma de ouvido médio, uma breve revisão.....72
CC (Md) *Leonardo Maciel Jóia*, CT (Md) *Kelvin Gomes da Costa*, CT (Md) *Felipe Silva Rampazzo*, 2SG-EF *Jhonathan Raphael Barros Nascimento*

PERISCOPADAS

Atividades do Comando da Força de Submarinos 2022 e 202376

MANOEL LUIZ PAVÃO BARROSO

Contra-Almirante
Comandante da Força de Submarinos

ANDRÉ MORAES BARROS

Capitão de Mar e Guerra
Comandante do Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché

COORDENAÇÃO

ADRIANA CARVALHO DOS SANTOS
Primeiro-Tenente (RM2-T)

COLABORAÇÃO

Capitão de Mar e Guerra *Luiz Eduardo Cetrin Maciel*
Capitão de Fragata *Rodrigo Serantes Ferreira*
Capitão de Fragata *Luiz Paulo Penna de Araújo Lima*
Capitão-Tenente (IM) *Thais Ayres Príncipe Oliveira*
Primeiro-Tenente (RM2-T) *Mariana Castro da Cunha*
Primeiro-Tenente (RM2-T) *Liliane dos Santos Trindade Dettogni*
Segundo-Tenente (RM2-T) *Paula Caetano França de Carvalho*
Primeiro-Sargento *CI Adriano de França Fialho Junior*
Primeiro-Sargento *PL Diego Santos Ferreira*
Primeiro-Sargento *SI Leandro de Azevedo Manhães*
Segundo-Sargento *MG Rodrigo da Silva Leal*
Terceiro-Sargento *MA Eric Fontenelles da Silva*

REVISÃO ORTOGRÁFICA E GRAMATICAL

AR Textos

DIAGRAMAÇÃO

Acará Estúdio Gráfico | www.acara.com.br

IMPRESSÃO

Hawaii Gráfica e Editora Ltda.

A EFICIÊNCIA DA TECNOLOGIA STEALTH PARA OS MEIOS SUBMARINOS



Primeiro-Tenente Willian Ferro de Oliveira Melo

1. INTRODUÇÃO

O uso da furtividade nas batalhas navais não é novidade. Durante séculos, o homem usou a vastidão dos oceanos para se esconder de seus inimigos. Os submarinos, por exemplo, utilizam dessa furtividade para evitar que sejam detectados e se posicionem para um ataque fatal contra os alvos de superfície. “Um inimigo visível pode ser vigiado. Um inimigo invisível nos vigia”, como disse Valter da Rosa Borges. ([20--]).

O engenheiro de projetos e especialista em assinaturas subaquáticas Marcus Kylén (2021, apud PADILHA, 2021), gerente da FMV (Försvarets Materielverk) narrou que

Um submarino é construído para que não seja visível a partir da superfície. E se você se propõe a construir um submarino, você não quer que seja fácil a detecção em baixo d’água também.

Destarte, apesar da ineficácia do radar, no que concerne às buscas debaixo d’água, Marcus (2021, apud PADILHA, 2021) acrescenta que

O som viaja bem na água, então o reconhecimento com hidrofones é perigoso para os submarinos. Portanto, é importante reduzir o ruído que o submarino produz. Se você tem uma assinatura de alto nível de ruído, não há razão nenhuma em ter um submarino (2021, apud PADILHA, 2021).

Com o desenvolvimento dos sonares de baixa frequência, o revestimento acústico se tornou um dos meios mais eficazes para melhorar o desempenho furtivo do submarino. Um submarino “silencioso” se tornou uma aspiração para o desenvolvimento dos submarinos modernos, tendo como consequência prática o desenvolvimento de equipamentos navais e construção de equipamentos militares de defesa nacional.

2. A NECESSIDADE PELA DISCRIÇÃO

Durante a Segunda Guerra Mundial, tornou-se evidente a forma com que os Aliados encontravam os submarinos alemães. Com o aperfeiçoamento dos sonares e radares, essa detecção ficou ainda mais precisa.

Segundo Uilian Ries (2019), nem mesmo em maior profundidade, os U-Boats seriam capazes de se esconder dos ASDIC (Anti Submarine Development Interalliee Committee). Em resposta a isso, a Kriegsmarine¹ iniciou o projeto Alberich, batizado dessa maneira em alusão à criatura mitológica que se tornava invisível. A tecnologia possuía um material constituído por folhas de borracha sintética (Oppanol), de cerca de 4 mm de espessura, que revestia a área externa do casco de forma adesiva e dispunha de propriedades absorvedoras de som. Sua aplicação dificultava a identificação da assinatura acústica, absorvendo as ondas sonoras de sonares ativos e atenuando os sons produzidos pelo próprio submarino (GERMAN, 2005).

O U-480, enviado para a frente de batalha em agosto de 1944, foi o primeiro submarino da Kriegsmarine com um revestimento externo especial como parte do projeto Alberich. Entre os dias 21 e 25 daquele mês afundou um total de 2 navios de guerra e 2 navios mercantes no Canal da Mancha sem nunca ser descoberto (TARNKAPPEN, [20--]).

Um total de 14 submarinos da Kriegsmarine receberam esses revestimentos de borracha. Sem dúvidas, este foi um desenvolvimento inovador. Porém, devido à complexidade para sua fabricação, somada ao suscetível desgaste de uso da borracha, que causava perda da camuflagem pretendida, não se prosseguiu com o seu desenvolvimento na construção submarina (TARNKAPPEN, [20--]).

¹ Nome que referencia a Marinha alemã entre 1935 e 1945, durante o regime nazista.

Ainda em 1940, quando o exército alemão derrotou a Holanda, um golpe de sorte caiu para a Kriegsmarine, uma invenção holandesa que o alemão passou a chamar de *Schnorchel*. O equipamento, que vinha sendo experimentado pelos holandeses desde 1938, era capaz de manter o submarino operando submerso enquanto ainda “respirava” o ar da superfície (THE SCHNORCHEL, [20--]). Entretanto, sua utilização possibilitava a detecção do submarino através dos radares.

Os alemães, como contramedida, revestiram a cabeça do esnórquel com um composto de borracha sintética e óxido de ferro. Esta proteção permitia a absorção das ondas do radar com eficácia de 90%, o que reduzia drasticamente sua assinatura. Chamado por *Tarnmatte*, este material mostrou-se superior ao *Alberich* (GERMAN, 2005).

Importante ressaltar que os três submarinos da Classe Oberon, adquiridos pelo Brasil nos anos de 1970, possuíam as válvulas de admissão de seus esnórqueis revestidas com placas de borracha semelhante à tecnologia alemã (RIES, 2019).

3. O REVESTIMENTO ACÚSTICO MODERNO

Equipamentos com furtividade acústica são amplamente utilizados em submarinos, o revestimento pode absorver as ondas sonoras emitidas pelo sonar ativo, suprimir a vibração do casco e isolar o ruído de dentro do meio. Portanto, segundo o artigo acadêmico “From local structure to overall performance: an overview on the design of an acoustic coating”, publicado pela MDPI (Molecular Diversity Preservation International) (2019), o revestimento acústico se torna o único componente-chave de um submarino que pode, efetivamente, combater o sonar ativo de um inimigo e a detecção de um sonar passivo, podendo ser dividido em dois tipos de acordo com a função: isolamento acústico em telhas de desacoplamento (*decoupling tiles*) e telhas anecoicas (*anechoic tiles*). A principal função das telhas de desacoplamento é reduzir o ruído de radiação e o ruído próprio do submarino. Por outro lado, as telhas anecoicas reduzem o reflexo das ondas sonoras do sonar ativo. Alguns revestimentos acústicos possuem as duas funções mencionadas acima.

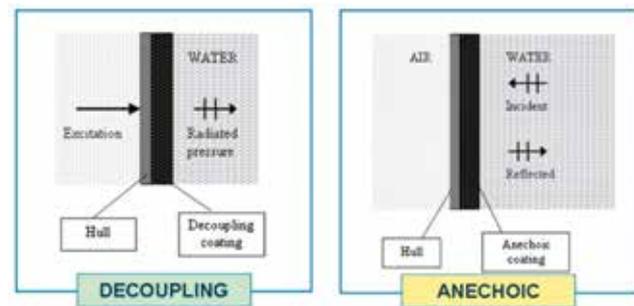


Figura 1: Principais tipos de revestimento acústico.

Adicionalmente, uma situação de caráter dual pode ser analisada. No campo civil, o revestimento acústico pode ser utilizado em vários materiais funcionais usados debaixo d’água, como: sistemas envolvendo exploração de recursos e mapeamento do fundo do mar; detecção de informações sobre cardumes de peixes; sensoriamento remoto; entre outros. Esta tecnologia pode absorver ondas sonoras desnecessárias no ambiente marinho para melhorar a precisão do posicionamento, pesquisa e capacidade de comunicação de determinado equipamento. Além disso, desempenham um papel importante na melhoria do ambiente marinho com a redução da poluição sonora (BAI et al., 2019).

4. APLICAÇÃO DO REVESTIMENTO ANECOICO

Os requisitos operacionais do submarino são o ponto de partida para a aplicação do revestimento anecoico. O desenvolvimento destes revestimentos deve ser estruturado de forma que todos os requisitos sejam atendidos. Conforme a reflexão das ondas acústicas dos sonares dos navios de superfície retorna para a fonte, sua intensidade é reduzida pela absorção ou dispersão em direções diferentes à da fonte.

Segundo o artigo holandês “Anechoic coating design knowledge fields” (2019), o desenvolvimento de materiais é o fator-chave para os revestimentos anecoicos, devendo ser determinada a relação entre os parâmetros químicos e os desempenhos acústicos, os quais variam bastante conforme a profundidade do mergulho. A deformação por pressão estática altera as propriedades acústicas destes materiais e define os requisitos para colagem e envelhecimento do revestimento. O material deve ter flutuabilidade neutra para ter menos influência na flutuabilidade do submarino e sua densidade varia entre 1.100 e 1.500 kg/m³.

Outro fator, é a ameaça sonar esperada. Atualmente, há vários sistemas de sonar disponíveis, como LFAS² (sonar ativo de baixa frequência, rebocado por navios de superfície), HMS³ (sonar montado no casco), HELRAS⁴ (sonar ativo de imersão e longo alcance utilizado por helicópteros) e sonares de torpedos. Cada ameaça vem com uma frequência e faixa de detecção diferentes. Desta forma, o revestimento anecoico deve ser desenvolvido para as faixas de frequência das ameaças esperadas de sonares ativos. A aplicação destes materiais ao submarino conseqüentemente elevará o seu peso, que deve ser compensado pelo volume extra. Além disso, as deformações por pressão alterarão a flutuabilidade do meio, que deve ser contrabalançada com bombas e tanques de lastro (UITDENBOGERD, 2019).

Os revestimentos de absorção são geralmente aplicados em estruturas AB (*air-backed*), como o casco de pressão. Os materiais de reflexão são aplicados em estruturas WB (*water-backed*), como a vela, mas também são aplicadas combinações de materiais de reflexão e absorção. A arquitetura do meio em combinação com revestimentos anecoicos também influenciará no valor da sua intensidade de reflexão (TS – *Target Strength*). Atualmente, os submarinos modernos possuem formas “*Stealth*” em suas velas e cascos, apresentando uma modelagem adequada para a redução de sua TS (UITDENBOGERD, 2019).

5. PROBLEMAS DO REVESTIMENTO

Embora o revestimento anecoico em submarinos seja bastante utilizado, segundo o especialista naval Norman Polmar (MIZOKAMI, 2017), a cola que prende o material ao casco é exposta a uma ampla variedade de condições ambientais, incluindo grandes oscilações de temperatura, bem como pressões de operações a cerca de 300 metros abaixo da superfície. A fricção causada pelo movimento de arrasto embaixo d’água e colisões com objetos contribuem para que o revestimento se solte gradualmente. Hu Bo (2018, p. 2) disse,

Os submarinos modernos são geralmente equipados com uma camada absorvedora de som feita de borracha e outros materiais macios, ou seja, telha anecoica, que será perdida e derramada conforme os submarinos realizam a missão.

² Low Frequency Active Sonar.

³ Hull-Mounted Sonar.

⁴ Helicopter Long Range Active Sonar.

Um artigo do “Honolulu star advertiser” (COLE, 2017) sobre o retorno do USS Mississippi, um submarino da classe Virginia, ao porto de Pearl Harbor, mostrou através de uma foto que o submarino se encontrava já com pouca quantidade de seu revestimento, chamado SHT (*Special Hull Treatment*). Porém, segundo Misokami (2017), a Navy Metalworking Center, em 2014, afirmou que havia desenvolvido um processo de aprimoramento para novos submarinos a partir de 2018 e uma adaptação, em 2016, para os submarinos mais antigos. Não foi informado se o Mississippi recebeu o novo processo de revestimento.

Existe uma aleatoriedade considerável na esfoliação deste revestimento que pode ser atribuída aos problemas de confiabilidade do produto. O Método de Monte Carlo, também conhecido como Método de Simulação Estatística, tornou-se a principal ferramenta para resolver modelos estatísticos complexos e problemas de alta dimensão. Segundo um tra-



Figura 2: Revestimento do submarino se desprendendo.



Figura 3: Submarino da Classe Virginia com telhas faltando.

balho publicado pela ICCOE 2018 (2018 5th International Conference on Coastal and Ocean Engineering), este método tem sido aplicado em diversos aspectos, como avaliação da confiabilidade do sistema de geração e transmissão, e detecção de probabilidade de torpedo lançado por submarino.

O MC-PEM combina o método do elemento de placa (PEM) com o método de Monte Carlo para analisar a resistência-alvo da casca após o desprendimento aleatório da telha anecoica. Este método é baseado nas seguintes suposições (BO, 2018):

- a probabilidade de queda das telhas anecoicas dos submarinos na mesma área é consistente;
- a espessura, as características do material e as propriedades acústicas da telha anecoica na mesma área estão de acordo entre si, e a esfoliação de qualquer uma é independente da outra; e
- o número de telhas anecoicas é suficiente para que cada telha tenha uma área menor em relação a toda a superfície.

As telhas anecoicas existem em dois estados: fixação normal ou desprendimento. Considerando, independentemente, o estado de cada placa e calculando a intensidade do alvo repetidas vezes para se obter uma série de estatísticas matemáticas e ajustes de distribuição, são obtidos, como resultado, os valores das intensidades de reflexão (TS) onde a densidade máxima de probabilidade ocorre.

Este é o princípio central do algoritmo de Monte Carlo.

O PEM é derivado do método de acústica física de Kirchhoff, que pode ser estendida para o cálculo da resistência-alvo das estruturas imersas de dupla camada.

Desta forma, ao combinar o método de Monte Carlo e a teoria da confiabilidade com o algoritmo de engenharia que prevê a intensidade de reflexão do casco com o material aplicado, o engenheiro Hu Bo (2018), da China Ship Developing and Designing Centre, analisou quantitativamente a relação entre a taxa de esfoliação das telhas anecoicas e a intensidade de reflexão (TS). Em resumo, a análise do mecanismo esfoliante deste revestimento pode ser realizada através de um trabalho de acompanhamento. Geralmente, acredita-se que a probabilidade de derramamento de telhas anecoicas está intimamente relacionada à distribuição alternada de pressão na superfície do submarino. Com base na tecnologia de simulação CFD (Computational Fluid Dynamics), pode-se estabelecer uma previsão mais realista da intensidade de reflexão para um modelo de revestimento com telha anecoica para submarinos.

6. O PROJETO DA MARINHA DO BRASIL

Atuando na área de pesquisa e desenvolvimento (P&D) de forma a obter soluções tecnológicas para a Defesa Nacional, o Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM) desenvolveu, no início dos anos 1990, uma tinta absorvedora de micro-ondas. O projeto, conhecido como

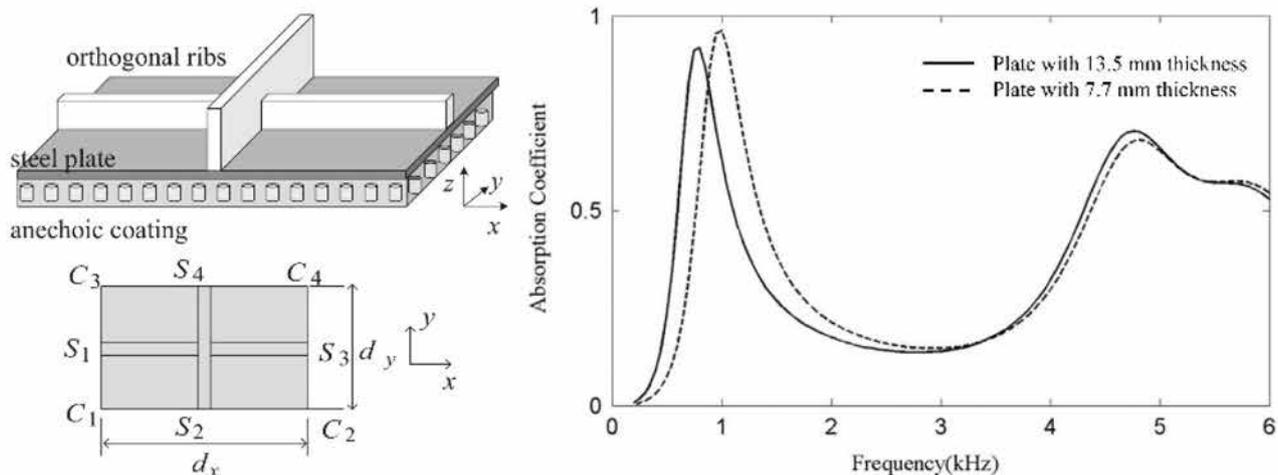


Figura 4: Cálculo do modelo de uma célula unitária, sua vista superior e coeficientes de absorção do revestimento anecoico Alberich apoiado em diferentes placas de aço.

TAM X, realizado em parceria com a AVIBRAS e a DEN (Diretoria de Engenharia Naval), foi concluído em 2003 e obteve em seus testes laboratoriais um poder de absorção superior a 90% ao longo da banda X (8,2 a 12,4 GHz), sendo para o restante da faixa uma absorção mínima de 68% (LIMA; FALCO, 2018).

Segundo o engenheiro Roberto Lima (2018), Chefe da Divisão de Cerâmicas Avançadas do IPqM, foi realizado um teste operativo a fim de comprovar a eficácia do material na prática. O evento realizou uma comparação entre dois mastros de periscópio do submarino Tapajó, sendo um deles revestido com a tinta absorvedora. O mastro que não havia sido revestido foi detectado pelo radar *Sea-spray 3000* da aeronave Super-Linx a uma distância de 4 a 7 milhas. O outro mastro não foi identificado pelo radar, só sendo encontrado visualmente a uma distância de aproximadamente 400 jardas.

Em um outro projeto com parceria da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), o IPqM desenvolveu, no ano de 2009, um material absorvedor veiculado em um elastômero que, segundo o instituto, apresentou resultados satisfatórios em termos de absorção da radiação eletromagnética. Esta composição em formato de placas tem por finalidade atuar na discrição de radar de embarcações e dispõe da vantagem de ser aplicada já na espessura de trabalho ideal de forma adesiva.

As tintas necessitam de uma quantidade certa de demãos para que torne a discrição eficaz. Porém, possuem a vantagem de serem utilizadas em locais onde dificilmente

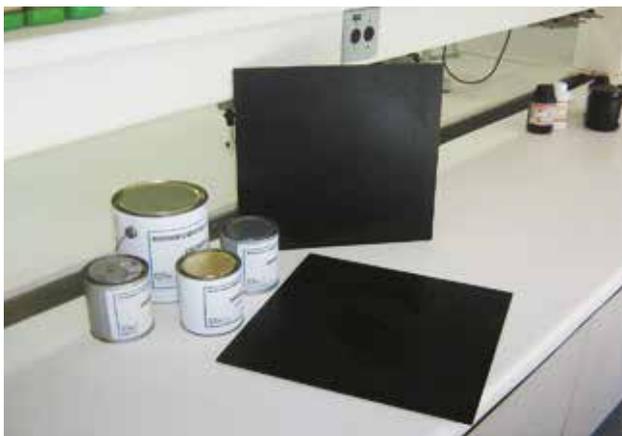


Figura 5: Tintas e placas absorvedoras desenvolvidas pelo IPqM.

se conseguiria aplicar as placas absorvedoras, como balaústres ou outras superfícies cilíndricas/esféricas que possuam um formato que facilita a detecção por radares.

CONCLUSÃO

Os submarinos são uma incrível arma que usufruem do fator surpresa para proferir seus ataques. Por isso, um estudo focado na redução de ruídos produzidos por estas embarcações tornou-se essencial para se manter um ataque furtivo. Caso estes meios tenham uma assinatura de alto nível de ruído, não haverá nenhuma razão para se ter um submarino.

Desde a Segunda Guerra Mundial, tenta-se progredir com uma solução *Stealth* para garantir a discrição dos submarinos. Platão dizia que “a necessidade é a mãe da invenção”. Se em meados do século XX já havia uma preocupação por conta dos avanços tecnológicos que elevaram a eficácia dos radares e sonares, na atualidade, em que a tecnologia se encontra bem mais avançada, a necessidade por novas estratégias que sejam capazes de contrapor as ideias anteriores tornou-se ainda mais premente.

A “corrida armamentista” se mostrou como algo interminável. No mundo moderno, a busca pela supremacia do poderio militar e manutenção da soberania são vistas, pelas grandes nações, da mesma forma que Vegécio enxergava na Roma do século IV: “Se queres paz, prepare-te para a Guerra”.

REFERÊNCIAS

BAI, Hongbai; ZHAN, Zhiqiang; LIU, Jinchun; REN, Zhiying. from Local structure to overall performance: an overview on the design of an acoustic coating. **MDPI**, Basel, Switzerland, p. 1-17, 7 ago. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1996-1944/12/16/2509/htm>. Acesso em: 23 fev. 2023.

BO, HU. Research of statistical characteristics of target strength of a single-layer cylindrical shell with random coating. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, Shanghai, China, ano 2018, v. 171, n. 5, p. 1-9, 27 abr. 2018. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/171/1/012023>. Acesso em: 25 fev. 2023.

BORGES, Valter da Rosa. In: Pensador.com. [S. l.], [20--]. Disponível em: <https://www.pensador.com/frase/MTQ0NjY/>. Acesso em: 22 fev. 2023.

COLE, William. **New fast-attack submarine headed to home port at Pearl Harbor**. Honolulu: The Honolulu Star Advertiser, 16 nov. 2017. Disponível em: <https://www.staradvertiser.com/2017/11/16/breaking-news/new-fast-attack-submarine-headed-to-home-port-at-pearl-harbor/>. Acesso em: 25 fev. 2023.

GERMAN. **U-Boat: Anti Sonar Coating**. [S. l.], 2005. Disponível em: <http://www.uboataces.com/sonar-coating.shtml>. Acesso em: 22 fev. 2023.

LIMA, Roberto da Costa; FALCO, Ana Paula Santiago. Instituto Nacional de Pesquisa da Marinha Pioneiro Nacional na Técnica de Invisibilidade. **O Periscópio**, Rio de Janeiro, ano 2018, v. 69, n. 69, 31 out. 2018. Ciência e Tecnologia, p. 40-43.

MIZOKAMI, KYLE. Navy subs can't stop losing their noise-dampening skins: Designed to dea dennoise, flaps of the rubbery material are falling off at sea..[S. l.]: **POPULAR MECHANICS**, 7 mar. 2017. Disponível em: <https://www.popularmechanics.com/military/weapons/a25578/the-navys-submarines-are-still-shedding-their-rubber-like-skins/>. Acesso em: 25 fev. 2023.

PADILHA, Luiz. Submarino A26 – Tecnologia stealth em alto nível. [S. l.]: **Defesa Aérea& Naval**, 7 out. 2021b. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/naval/submarino-a26-tecnologia-stealth-em-alto-nivel>. Acesso em: 20 fev. 2023.

TARNKAPPEN: **U 480 und die Geheimnisse um die “Tarnkappen” U-Boote der Kriegsmarine**. [S. l.], [20--] Disponível em: <https://dubm.de/tarnkappen/>. Acesso em: 22 fev. 2023.

RIES, Uilian. **A tecnologia stealth debaixo da água**. [S. l.]: Hoje no Mundo Militar, 13 dez. 2019. Disponível em: <https://hojenomundomilitar.com.br/a-tecnologia-stealth-debaixo-da-agua/>. Acesso em: 20 fev. 2023.

THE SCHNORCHEL. [S. l.], [20--] Disponível em: <https://uboat.net/technical/schnorchel.htm>. Acesso em: 22 fev. 2023.

UITDENBOGERD, Martin. **Anechoic coating design knowledge fields**. Utrecht, 2019. Disponível em: https://www.uaconferences.org/docs/2019_papers/UACE2019_1054_Uitdenbogerd.pdf. Acesso em: 22 fev. 2023.





APRENDER OU SUCUMBIR?

LIÇÕES APRENDIDAS NAS FORÇAS DE SUBMARINOS



Capitão de Fragata Stéphane Boubeker (Marinha Nacional Francesa)
Capitão-Tenente Felipe Gomes Fontes

1. INTRODUÇÃO

Aprender com os acidentes, incidentes, avarias ou, simplesmente com fatos técnicos ocorridos no mundo dos submarinistas, a fim de aperfeiçoar continuamente nossos equipamentos e procedimentos, é um dos principais pilares da profissão de submarinista.

O comportamento normal do submarinista, após o sinistro é o de se perguntar naturalmente “como isso foi acontecer?”, antes de buscar o culpado. Assim, o estudo aprofundado dos acontecimentos, qualquer que seja seu nível de gravidade, alimenta um círculo virtuoso de lições aprendidas, no meio das Forças de Submarinos. Este processo consiste em organizar a coleta e a utilização dos relatórios emitidos pelos meios, em processá-las para extrair ensinamentos que participarão, conforme o caso, de:

- adaptações da doutrina, da organização da Força ou dos meios para um melhor emprego do submarino;
- modificações de equipamentos, para melhorar o desempenho, a confiabilidade ou a segurança;
- correções das instruções, regras de conduta ou de segurança; e
- adaptações da formação e do adestramento do pessoal submarinista.

Na França, as lições apreendidas positivas ou negativas (acrônimo em francês: RETEX: *Retour d'expérience* -- “*feedback*”) das Forças de Submarinos fundamentam-se na análise de RETEX negativos:

- sinais fortes, tais como mau funcionamento, incidentes ou acidentes ocorridos;
- sinais fracos, tais com a lenta degradação do desempenho de um sistema; e
- acontecimentos precursoros, que são as causas de um sinal forte.

E RETEX positivo: todas as atividades e procedimentos que transcorrem adequadamente (RETEX positivo).

Assim, os RETEX têm como objetivo o desempenho do submarino e a segurança de sua implementação, participando de nosso processo de “gestão de riscos”.

2. ALGUMAS NOÇÕES-CHAVE DO RETEX DAS FORÇAS DE SUBMARINOS

2.1 Compartilhamento de experiências

O RETEX das Forças de Submarinos (FSM) organiza-se numa rede, na qual as trocas de experiência são diretas, confiáveis, numerosas e multiformes. Cada participante é, no seu nível, responsável pela pertinência das observações e das propostas que faz. A eficácia de toda a função RETEX baseia-se no fluxo adequado de informações e na validação das lições aprendidas, no nível adequado. O compartilhamento de experiências consiste no relato das operações ou exercícios que tenham sido realizados conforme o previsto ou que tenham saído do esperado, caso dos acidentes, incidentes, bem como os precursoros.

2.2 Gestão de riscos

A utilização do RETEX das FSM e a gestão de riscos são indissociáveis. O RETEX permite a avaliação permanente de nossas capacidades em contato com realidades, atuando na análise dos riscos ligados às atividades operacionais e na escolha das contramedidas para enfrentá-los.

2.3 Precursoros

A organização RETEX das FSM tem como objetivo tornar visíveis os precursoros e tratá-los da mesma forma

como são tratadas as falhas ou anomalias detectadas em acidentes ou incidentes. A antecipação dos riscos através de rastreamento e o tratamento dos precursores é uma necessidade vital para os submarinistas.

2.4 Fator Humano (FH)

O envolvimento do fator humano em seus aspectos individual e coletivo está no cerne do RETEX. Em espaço confinado, em ambiente muitas vezes hostil, preocupar-se com o FH permite avaliar a fragilidade humana nas situações de risco e se antecipar a elas. O RETEX permite também a adaptação contínua da formação e do adestramento do pessoal submarinista, por meio de disciplinas tais como *resource management*, o método de otimização dos recursos, das Forças Armadas (ORFA), a coesão do grupo e a liderança.

3. CIRCUITO DO RETEX

O RETEX das FSM, qualquer que seja seu campo de atuação (logística, técnica, operacional, de recursos humanos etc.), abrange três etapas que formam um circuito:

- a coleta de informações;
- o tratamento de dados para definição das lições aprendidas; e
- a divulgação destes ensinamentos.

Na França, a coleta das informações de natureza RETEX é realizada pelas unidades. Elas produzem – de forma informatizada, para facilitar o seu tratamento – relatórios formatados que alimentam as bases de dados especializadas (BDD RETEX). Os dados informáticos são submetidos a regras de classificação que permitem sua classificação e arquivamento. Para facilitar o uso dos motores de busca nas bases de dados (e-mail, RETEX), está generalizado o recurso de palavras-código e a classificação por bigrama nos relatórios. O tratamento das informações consiste em uma análise conduzida por peritos designados na Força ou nos Organismos que contribuem à sua implementação. Os peritos atuam sob a responsabilidade dos oficiais responsáveis por área de atuação do RETEX. As análises são capitalizadas, as lições validadas são metodicamente salvas pelas seções e serviços RETEX das Esquadrilhas de Submarinos e do Estado-Maior do Comandante das Forças Submarinas e da Força Oceânica Estratégica (acrônimo: ALFOST). A divulgação

das informações RETEX fora da Força é controlada pelo Estado-Maior ALFOST.

São responsabilidades das Unidades:

- tratar os dados oriundos do RETEX a fim de reduzir as anomalias;
- providenciar as propostas para evitar a repetição das anomalias; de acordo com sua importância, as propostas são processadas pelas Esquadrilhas ou o Estado-Maior das Forças de Submarinos; e
- levar em conta o bom andamento das operações para a continuidade das boas práticas.

Ao mesmo tempo, atores e clientes, as tripulações dos submarinos são o motor de adestramento do circuito RETEX, no tocante à parte “embarcada”.

4. PERÍMETRO DO RETEX

Para facilitar o encaminhamento das informações, sua análise e a condução das ações decorrentes, o RETEX das FSM articula-se em três grandes áreas distintas:

- RETEX TEC, material e logística, implementação das instalações e das armas;
- RETEX OPS, condução da atividade em mar, operações, adestramento, controle; e
- RETEX AG/PERS, administração, gestão do pessoal, saúde, fator humano.

Essas três áreas do RETEX estão descritas na Tabela 1 (veja página 18).

5. OS DOIS NÍVEIS DE CIRCUITO DE PROCESSAMENTO DO RETEX DAS FORÇAS DE SUBMARINOS

O circuito do RETEX é mais ou menos abrangente em função da importância das anomalias encontradas, do grau de perícia e do nível de decisão exigida pelas ações corretivas. Faz-se uma distinção entre dois níveis de processamento do RETEX das FSM francesas correspondentes a dois circuitos RETEX distintos:

- nível 1 (circuito curto): RETEX das Esquadrilhas; e
- nível 2 (circuito longo): RETEX ALFOST.

5.1 O RETEX das Esquadrilhas ou RETEX em “circuito curto”

O RETEX das Esquadrilhas também é qualificado

Tabela 1 – Areas do RETEX

RETEX “circuito longo” sob a responsabilidade do ALFOST		
RETEX TEC	RETEX OPS	RETEX AG et RH
Qualquer acontecimento versando sobre a disponibilidade e a implementação das plataformas, das instalações e das armas com o mais alto nível de eficácia e segurança.	Qualquer acontecimento versando sobre a atividade em mar dos submarinos operacionais. Intercâmbios com as autoridades externas às FSM.	Qualquer decisão versando sobre a equipe de submarinistas, formação, adestramento, gestão, administração, inclusive, aspectos jurídicos e financeiros. Qualquer ação referente à aplicação da política FH da Força. Qualquer acontecimento que não sejam das áreas RETEX TEC e OPS.
RETEX “circuito curto” sob a responsabilidade das Esquadrilhas		
RETEX TEC	RETEX OPS	RETEX AG et RH
Quaisquer acontecimentos versando sobre o material, as peças de reposição, a documentação, a segurança, a disponibilidade de todas as instalações transportadas, sistemas de armas.	Quaisquer atividades de ensaios e de retorno à operacionalidade dos submarinos. Quaisquer atividades orgânicas dos submarinos e de interesse para outras autoridades orgânicas (trânsito, escalas etc.).	Quaisquer atividades do serviço geral, apoio humano, administração, finanças, saúde, hospedagem, alimentação, formação militar, qualificação submarinista, aptidões.

como RETEX em “circuito curto”, devido à proximidade dos atores e dos peritos e da rapidez de seu processamento. Este nível de RETEX permite capitalizar a experiência e a memória das unidades. Os Comandantes de Esquadrilhas são os responsáveis do RETEX em circuito curto. Os submarinos são encarregados pela coleta das informações de natureza “RETEX”, pela análise, pela identificação das lições aprendidas em seu nível e, em seguida, no término do ciclo, pela transmissão, complementadas por propostas de processamento, aos serviços correspondentes das Esquadrilhas e/ou do Estado-Maior ALFOST.

As Esquadrilhas analisam os fatos operacionais ou técnicos notáveis e identificam o mais rápido e completamente possível as lições aprendidas, divulgando-as tempestivamente às outras Unidades do mesmo tipo e ao ALFOST. O perímetro e as modalidades exatas de utilização do RETEX da responsabilidade das Esquadrilhas são definidos por ordens internas.

A utilização do RETEX em circuito curto alicerça-se nas perícias das Divisões e Serviços das Esquadrilhas,

auxiliados, se for o caso, pelos Organismos locais de apoio. Rápida e reativa, a sua utilização em circuito curto trata a maior parte do RETEX das Forças de Submarinos. Os ensinamentos das lições aprendidas, advindas de submarinos e devidamente validados pelas Esquadrilhas, são salvos em BDD especializadas, disponíveis para consulta aos atores que possuem necessidade de saber.

5.2 O RETEX ALFOST ou RETEX em “circuito longo”

A importância das decisões tomadas neste nível do RETEX (doutrina, instruções gerais...) exige uma validação do ALFOST. Este RETEX pode também ser qualificado como RETEX perene. O RETEX ALFOST é ativado quando é necessário realizar análises abrangentes de eventos ou acidentes, estabelecer ou atualizar os textos normativos após exame minucioso (instruções gerais, textos de organização da Força), realizar grandes modificações de equipamentos ou atualizar procedimentos de emprego. A rede de peritos do ALFOST conta com

os encarregados da área RETEX. Ela é composta pelos Chefes das Seções do Estado-Maior e qualquer pessoa especialmente designada em virtude de sua competência, não importando a posição por ela ocupada (interna ou externa FOST). ALFOST dispõe igualmente no seu Estado-Maior das especialidades da Subchefia de Saúde no que concerne, em particular, o fator humano e à ergonomia dos postos de trabalho. Cabe ao ALFOST decidir o nível de interesse dos ensinamentos do RETEX dos submarinos e, caso necessário, garantir sua divulgação para o Estado-Maior da Armada ou o Estado-Maior das Forças Armadas. Todo ano, em novembro, a Divisão “Condução de Operações” de ALFOST prepara uma breve síntese do RETEX anual operacional das Forças de Submarinos. Esta é enviada ao Estado-Maior das Operações, encarregado de sua retransmissão para a Marinha, de forma a alimentar a síntese anual do RETEX das Forças Armadas, emitido no início do ano pelo Centro Conjunto de Condução, Doutrina e Experimentação.

6. PONTOS ESPECÍFICOS DO RETEX DAS FSM

6.1 Uma Força, porém várias classes de submarinos

Embora a Força de Submarinos francesa opere com várias classes diferentes de submarinos (Submarinos Nucleares Balísticos, em Brest, Submarino de Ataque Nuclear (SNA) tipo Rubis e SNA tipo Suffren, em Toulon), o RETEX dos submarinos funciona segundo as mesmas modalidades nas duas Forças de Submarinos. A partir do momento em que eles partilham da mesma cultura de segurança, todos os acontecimentos ocorridos a bordo de um tipo de submarino são suscetíveis a interessar ao outro tipo de submarino (evento nuclear, segurança de mergulho, navegação em águas rasas, operação em cota periscópica, imersão periscópica em meio conturbado etc.).

6.2 Precusores, incidentes ou acidentes evitados

Precusores (definição): sinais detectados pela análise de acontecimentos ou de elementos contextuais que, nas circunstâncias de sua ocorrência, foram pequenos em ter-

mos de danos, contudo, em outras circunstâncias, menos favoráveis, poderiam ter levado a efeitos finais inaceitáveis. De acordo com a abordagem “gestão de riscos” adotada pelas FSM, cada acidente evitado é fonte de aprendizagem, cuja análise é explorada para erguer barreiras, a fim de evitar que um acidente de mesma natureza suscite danos significativos. Por este motivo, uma atenção toda especial deve ser dada pelas Unidades à coleta dos fatos e circunstâncias dos acidentes evitados e, em seguida, pelas Esquadrilhas à análise das disfunções. Estes eventos são salvos no “quadro dos precusores”, atualizados pelos serviços RETEX das Esquadrilhas. A análise das falhas e as medidas tomadas para evitar que se repitam são examinadas pelo comitê RETEX, presidido pelo Adjunto FOST/FSM.

As lições aprendidas com os precusores são sistematicamente utilizadas para fins de formação e treinamento das tripulações dos submarinos pelas Escolas de Navegação Submarina e Divisões de Adestramento das duas forças de submarinos.

6.3 O RETEX FH (fator humano)

Além dos aspectos técnicos e organizacionais, os aspectos ligados ao fator humano (cansaço, ergonomia, liderança das equipes, saturação dos operadores ou decisores, estresse etc.) devem sistematicamente ser evocados durante todo o processamento do RETEX nas Forças de Submarinos.

6.4 Os dias de reflexão sobre a segurança dos submarinos (acrônimo: JSSM)

Ponto alto do RETEX das FSM, em matéria de segurança, os períodos dedicados à segurança dos submarinos oferecem durante dois dias, às tripulações e à equipe encarregada do apoio industrial, um local de reflexão, de troca de experiências e ideias em matéria de segurança sob todos os aspectos. A preocupação com o fator humano em situações de risco encontradas pelas tripulações é um tema recorrente ao longo destes dias. As propostas apresentadas durante os JSSM, no âmbito dessas mesas-redondas, devidamente validadas pelo ALFOST, são retomadas num plano de ações seguido pelo comitê RETEX. Os JSSM são programados a cada dois anos (anos ímpares), alternativamente, na cidade de Brest e Toulon.

CONCLUSÃO

A eficácia do processo RETEX depende da capacidade de organização para agregar a experiência além dos limites de um conflito, de operações sensíveis ou acidentes e incidentes de maior ou menor gravidade.

Deste modo, o processo RETEX inclui um aspecto de arquivamento que permite comparar observações recentes às mais antigas. O amadurecimento do processo RETEX, a divulgação dos métodos e os esforços pedagógicos necessários para os acompanhar, e de uma forma mais geral, o ato de fazer com que o RETEX seja integrado aos hábitos das tripulações de submarinos levam um tempo considerável, porém constituem um investimento cuja rentabilidade aumenta a longo prazo.

A Marinha Nacional Francesa, infelizmente, não escapou das tragédias dos acidentes e dos desaparecimentos no mar de submarinistas (desaparecimento do submarino Minerve em 1968, do Eurydice em 1970, ou até mesmo o acidente do Emeraude, no ano de 1994), mas aceitou corajosamente o desafio das lições aprendidas com seus acidentes, para melhorar a confiabilidade das instalações e procedimentos. A Força de Submarinos aprendeu e progrediu através da dor.

Os exemplos são numerosos e os equipamentos atuais, cuja existência parece natural a bordo, foram desenvolvidos ao final deste RETEX realizado após um acidente:

- A noção de fechamento de emergência, ou seja, a capacidade de isolar totalmente todos os circuitos de água do mar por controle remoto de um compartimento de segurança, tanto na sucção como na descarga, foi sistematizada. O mesmo acontece com o monitoramento do nível de água nos porões, o que leva à inferência de um alagamento ao ser acionado o sensor de nível muito alto.
- O sistema do esnórquel, que evoluiu consideravelmente com suas três barreiras sucessivas de entrada de água, juntamente com os alarmes correspondentes de nível.
- Os batentes mecânicos dos lemes horizontais a ré para evitar uma descida perigosa, em caso de avaria do leme a velocidades média ou alta. A única avaria que poderia prejudicar esses batentes era uma ruptura mecânica da

válvula direcional a jusante das hastes deste cilindro, acontecimento considerado muito improvável. Estas medidas materiais foram complementadas por instruções sobre as velocidades autorizadas em função da profundidade: área profundidade-velocidade contendo três subáreas, uma área normal, uma área de vigilância reforçada e uma área proibida.

- O esvaziamento rápido. Este sistema foi limitado aos tanques de lastro centrais com funcionamento simultâneo. É unicamente um meio de diminuição de peso que só usa ar comprimido com reservas para tal e que não precisa de nenhuma outra forma de energia.
- Dispor da sinalização a mais simples e clara possível:
 - a) vermelha: incidente pedindo uma resposta imediata;
 - b) laranja: defeito a ser corrigido;
 - c) verde: situação normal de mergulho; e
 - d) branca/azul: sinalizações de situação normal sem incidência na segurança (aberto/fechado; ligado/desligado).

Assim, o processo RETEX mostrou-se eficaz e permite atualmente reduzir a duração de aprendizagem experimental nos níveis coletivo e individual e, portanto, limitar os custos totais (humanos, materiais, morais etc.) da atividade no mar. Entretanto, certas durações são incompressíveis, seja se tratando da área técnica – em especial quando novos desenvolvimentos são necessários –, seja no tocante a qualquer ajuste dos hábitos de uma tripulação de submarino. A finalidade do RETEX não é libertar-se do peso burocrático, mas de aliviar seus processos de adaptação e de maximizar as capacidades de resposta a quaisquer surpresas inerentes à navegação submarina.

Se o papel do RETEX nas Forças de Submarinos é identificar as causas de um acidente e providenciar recomendações para evitar que as mesmas causas levem às mesmas consequências dramáticas, este trabalho não tem nada de supérfluo, pelo contrário, ele é essencial!

Aprender com seus erros, com as avarias e os acidentes é o único meio de dar seguimento à atividade e à missão em segurança, com confiança, buscando sempre progredir e melhorar.

Aprender, simplesmente para não sucumbir...



CURSO DE COMANDANTE DE SUBMARINOS DA ARMADA DO CHILE – CCOS 2022



Capitão de Corveta Leandro Amaral de Sousa

“Vencer o Morir (“Vencer ou morrer”),
Lema da Marinha do Chile

1. INTRODUÇÃO

No período de 1º de agosto a 30 de setembro de 2022, foi realizado na cidade de Talcahuano – Chile, o curso de Comandante de Submarinos da Armada do Chile – CCOS 2022 que, mantendo a tradição de intercâmbio entre ambas as Marinhas, contou com a 14ª participação da Força de Submarinos da Marinha do Brasil, com um representante compondo a turma em adição aos Oficiais Alunos Chilenos.

O curso, cujo propósito é qualificar e selecionar os futuros Comandantes de Submarinos, desenvolve-se em dois períodos, denominados Fase de Segurança e Fase Tática. A primeira etapa, realizada entre os dias 1º e 28 de agosto, contemplou três semanas no Simulador da Escola de Submarinos e Armas A/S “Almirante Allard” e uma semana no mar a bordo do Submarino “Thomson”. A segunda etapa foi realizada entre os dias 29 de agosto e 30 de setembro, compreendendo dois dias em simulador no Centro de Treinamento da Armada (CENTARM), em Valparaíso, três semanas na sala de ataque da Escola de Submarinos e 8 dias a bordo do Submarino “Carrera”.



Figura 1: Base Naval de Talcahuano.

2. FASE DE SEGURANÇA

A Fase de Segurança está orientada a avaliar a capacidade dos Oficiais Alunos em operar com segurança o submarino na cota periscópica com contatos próximos e, especificamente, sua habilidade com o emprego do periscópio, consciência situacional, postura de Comando e segurança na tomada de decisão em situações sob pressão.

Durante as três primeiras semanas, foram realizados, no Simulador da Escola de Submarinos, exercícios de segurança tipo *Go Deep Exercise* (GODEX) com diversos tipos de navios pertencentes à Armada do Chile, além de pesqueiros, rebocadores e navios mercantes.

Durante o embarque no Submarino “Thomson”, as corridas tipo GODEX foram realizadas na cidade de Valparaíso, da seguinte forma:

- 1º dia – 2 corridas por Oficial Aluno com 3 contatos (2 Fragatas Classe Oliver Hazard Perry e 1 Navio-Patrolha OPV);
- 2º dia – 2 corridas por Oficial Aluno com 2 contatos (1 Fragata Classe Oliver Hazard Perry e 1 Navio-Patrolha OPV);
- 3º dia – 2 corridas por Oficial Aluno com 3 contatos (2 Fragatas Classe Oliver Hazard Perry e 1 Navio-Patrolha OPV);



Figura 2: Alunos do Curso CCOS 2022.

- 4º dia – 2 corridas por Oficial Aluno com 4 contatos (2 Fragatas Classe Oliver Hazard Perry, 1 Fragata Tipo 23 e 1 Navio-Patrolha OPV); e
- 5º dia – 2 corrida por Oficial Aluno com 4 contatos (2 Fragatas Classe Oliver Hazard Perry, 1 Fragata Tipo 23 e 1 Navio-Patrolha OPV).

Ressalta-se que a região costeira de Valparaíso, no período desta Fase de Segurança, caracterizou-se por forte presença de neblina, principalmente na parte da manhã, além da grande concentração de navios mercantes, devido à entrada de porto e pesqueiros, por proximidade de colônias de pescadores na região. Tais fatores ambientais e o intenso tráfego marítimo aumentaram a dificuldade dos exercícios propostos.

3. FASE TÁTICA

A Fase Tática está orientada a avaliar o desempenho tático do Oficial Aluno durante uma patrulha de guerra em águas controladas pelo inimigo. Considerava-se o desenvolvimento de Operações Especiais, Operação de Mìnagem, trânsito com ameaça aérea e submarina e ataques a unidades de superfície.



Figura 3: Fragata Classe Oliver Hazard Perry.



Figura 4: Navio-Patrolha OPV.

Nesta etapa, os Oficiais Alunos foram avaliados como Comandantes de Serviço e Oficial de Aproximação, sendo observados, além dos atributos da fase anterior, liderança, avaliação do risco e equilíbrio entre agressividade e prudência.

Além do planejamento e execução das tarefas principais e secundárias, foram ministradas apresentações e palestras proferidas por Oficiais e Praças com grande experiência nos temas abordados, entre elas:

- Experiências de Comando;
- Aspectos da Navegação de Submarinos;
- Gerenciamento de Risco Operacional (GRO);
- Liderança;
- Operações Especiais de Submarinos;
- Análise de exercícios *Free-Play*;
- Táticas e meios A/S empregados pela Esquadra;
- Emprego dos torpedos *Black Shark*, *SUT* e do míssil SM-39;
- Experiências em lançamento de torpedos;
- Emprego de helicópteros ASW e sonar HELRAS; e
- Experiências com o acidente no Submarino Carrera.



Figura 5: Fase de Segurança.



Figura 6: Sala de Ataque.

Ressalta-se que as apresentações com grau de sigilo Reservado foram ministradas apenas para os Oficiais Alunos chilenos.

Em sequência ao curso, no dia 20 de setembro, os alunos foram apresentados ao Submarino “Carrera”, para o início da fase de mar, que teve a duração de 8 dias, com exercícios CASEX C-4 (trânsito com oposição de submarinos), CASEX C-7 (entrada e saída de porto com oposição de submarinos), tarefas secundárias diurnas e noturnas, cumprindo Ordem de Operação específica com instruções para realização das missões. Foram atribuídas



Figura 7: Preparo da carta.



Figura 8: Planejamento da tarefa.



Figura 9: Oficial de Aproximação.

três tarefas secundárias por Oficial Aluno, a se desenvolver nas Baías de San Vicente, Talcahuano, Laguna Verde e Valparaíso. Os exercícios de ataque foram realizados nas proximidades de Valparaíso, envolvendo meios de Superfície e Aéreo.

CONCLUSÃO

Em face do elevado nível técnico-profissional e da doutrina de emprego operativo utilizada em operação de submarinos de capacidades semelhantes, uma vez que ambas as Marinhas operaram e operam, há mais de 40 anos, Submarinos da Classe “Oberon”, “IKL-209” e “Scorpène/SBR”, pode-se dizer que o Curso de Comandante de Submarinos ministrado pela Armada do Chile apresenta os níveis de exigência e complexidade compatíveis com os padrões exigidos pela nossa Força de Submarinos; além disso, o intercâmbio contribui sobremaneira para estreitar laços de amizade entre os pares submarinistas, fator de grande importância para subsidiar futuras decisões.



Figura 10: Certificado de Conclusão do Curso.



Figura 11: Oficiais Alunos e Instrutores.



Juntos Podemos+

Abrigo do Marinheiro,
o mar de benefícios da Família Naval

Adquira nossos serviços e ajude a manter nossos Projetos Sociais

+ Apoio

+ Serviços e Descontos

+ Cultura

+ Lazer

Bem-estar da Família Naval

Cadastre-se.
É de graça!

f AMNnaREDE

@ abrigodomarinheiro

www.abrigo.org.br



Apoio:



A COMPLEXIDADE DO MERGULHO SATURADO



Capitão de Corveta Wallace Felipe de Paiva Santos

1. UM BREVE HISTÓRICO

Os primeiros relatos da história do mergulho datam de 4 mil anos antes de Cristo, no Japão e na Coreia. Esse mergulho primitivo limitava-se à busca de alimentos e armamentos perdidos embaixo da água e à coleta de materiais de valor comercial. Com o passar dos anos, o mergulho foi evoluindo e dividido em três tipos: o mergulho livre, que é praticado apenas com o ar armazenado nos pulmões; o mergulho autônomo, em que o mergulhador armazena e carrega consigo todo o suprimento de ar necessário ao mergulho por meio de cilindros pressurizados e, por fim, o mergulho dependente, no qual o suprimento de ar é enviado da superfície até o mergulhador, por meio de mangueiras (CUNHA, 1999).

O salto histórico segue para 1531, quando Guglielmo de Lorena projetou o primeiro sino de mergulho. Equipamento rudimentar, semelhante ao sino de uma igreja, que possibilitava o acúmulo de ar no seu interior. Esse projeto foi evoluindo ao longo do tempo e foi reduzindo de tamanho, até que o sino deu origem a um capacete que recebia ar bombeado da superfície. Esse capacete acoplado a uma roupa impermeável deu origem ao escafandro, que foi largamente utilizado na atividade de mergulho (MIGUEL, 2018).

Os objetivos e desafios tornavam-se cada vez maiores, tanto na busca por atingir maiores profundidades quanto de tempo de permanência no fundo. Nesse sentido, além da evolução dos equipamentos ocorria também a evolução científica sobre fisiologia e descompressão por meio das experiências de Paul Bert e Haldane. Descobriu-se que o gás inerte em maior concentração no ar atmosférico, o nitrogênio, quando em determinadas pressões, possuía propriedades narcóticas que o tornava impróprio para mergulhos com profundidades elevadas. Desse modo, o nitrogênio deveria ser substituído por outro gás inerte com peso molecular

menor. Passou-se então a adotar como suprimento para os mergulhos profundos uma mistura gasosa artificial de hélio e oxigênio (heliox).

A utilização da mistura heliox elevou bastante a profundidade dos mergulhos, entretanto ainda havia outro problema: os longos períodos de descompressão após cada mergulho. Cada minuto embaixo d'água correspondia a horas de descompressão em uma câmara hiperbárica, o que impossibilitava mergulhos mais prolongados. Nesse contexto, foi percebido que, após um período entre 24 e 36 horas de exposição prévia a uma determinada pressão, o corpo humano para de absorver gás inerte, atingindo um estado de saturação. Atualmente sabemos que esse período é de 12 horas. Uma vez alcançado esse estado, não importa o tempo de exposição à pressão, ou seja, a duração do mergulho em altas profundidades, o tempo de descompressão não se altera.

Segundo Cunha (1999), após essas descobertas, em 1957, o Doutor Bond iniciou junto à Marinha dos Estados Unidos o projeto "Genesis" com o objetivo de aprofundar os estudos sobre a teoria da saturação. Em 1963, ingressando na última etapa do estudo, o objetivo era provar que o homem poderia viver 12 dias em estado de saturação respirando uma mistura heliox a uma profundidade de 60 metros. Ao final do projeto, e com o sucesso da experiência, o Doutor Bond abriu novos caminhos para o estudo da saturação e determinou o nascimento da inovadora técnica de mergulho.

2. O MERGULHO SATURADO

Com aplicações militares e civis, os procedimentos foram evoluindo e aperfeiçoados ao longo do tempo. No presente, a técnica de saturação está regulamentada para mergulhos até 300 metros de profundidade, com excursões excepcionais até 350 metros, embora, em 1992, tenha sido registrado pela empresa francesa

COMEX um mergulho experimental à profundidade de 701 metros. Nesse contexto, os cálculos de quantidades e percentuais de misturas gasosas ficaram cada vez mais específicos, e a quantidade e eficiência de equipamentos que visam tornar o ambiente hiperbárico menos insalubre e desconfortável também se elevou. Além disso, os dispositivos de monitoramento e controle de parâmetros físicos, essenciais para manutenção da saúde e prevenção de doenças relativas à pressão, também evoluíram ao longo dos anos. Desse modo, a necessidade de regulamentações de todas essas variáveis tornou-se inevitável. Atualmente, existem diversas leis, resoluções, publicações e manuais que regulam o mergulho saturado dentro e fora da Marinha do Brasil. Esse conjunto de regras estabelece velocidades de pressurização e descompressão, limites de operação, duração máxima e intervalos mínimos entre mergulhos, além de critérios para autorizar uma plataforma a realizar a atividade.

O mergulho saturado começa com um sistema principal denominado complexo hiperbárico, cuja função é prover moradia hiperbárica segura e confortável aos mergulhadores. Esse sistema consiste em um conjunto de câmaras hiperbáricas com camas, banheiros, capacidade de receber refeições e insumos para manter os mergulhadores em saturação por até 28 dias. Além disso, conta também com um sino de mergulho responsável por levar os mergulhadores até o local do trabalho submerso. Por se tratar de um espaço confinado, o ambiente hiperbárico apresenta diversas peculiaridades, como risco acentuado de incêndios, maior proliferação de parasitas e dificuldades de manutenção de condições de habitabilidade, como temperatura e umidade. Para isso, o complexo necessita de sistemas auxiliares capazes de monitorar e controlar em tempo integral toda a atmosfera em seu interior, bem como tudo o que ocorre dentro das câmaras. Assim, em todo complexo de saturação temos fônias individuais e de emergência, circuitos interno de TV, sistema de fornecimento de água potável, sistema de combate a incêndios locais e remotos, regeneradores capazes de renovar a atmosfera das câmaras, retirando o gás carbônico exalado pela respiração humana e fornecendo oxigênio, e sistema para controlar temperatura e umidade em seu interior. Além disso, o complexo também conta com um sistema

de recuperação que, devido ao elevado valor comercial dos gases empregados no mergulho, tem a função de recuperar todas as misturas utilizadas na saturação, a fim de reutilizá-las em mergulhos posteriores. Esse conjunto de equipamentos opera de forma ininterrupta e não permite falhas ou restrições, uma vez que a vida de todos que estão no interior da câmara depende integralmente do perfeito funcionamento desse complexo.

3. LOGÍSTICA

A respeito dos suprimentos que são fornecidos aos mergulhadores, temos um conjunto de misturas gasosas preparadas artificialmente com precisão ao décimo da porcentagem. Essas misturas são divididas por funções e faixas de profundidades, a fim de manter os níveis de pressões parciais de oxigênio dentro dos limites compatíveis com a vida humana, evitando assim uma hipóxia ou intoxicação. Elas podem ser fabricadas de forma manual, por diferenças de pressão ou por meio de equipamentos específicos, denominados *mixmakers*. Deve-se levar em consideração que a confecção manual é um processo lento e ineficiente, pois, além da imprecisão nas concentrações, o tempo para a homogeneização das misturas é bastante elevado. As principais misturas utilizadas serão descritas a seguir.

Mistura de Pressurização: essa é uma mistura pobre, isto é, com baixa concentração de oxigênio, pois já leva em consideração os 21% contidos no ar atmosférico dentro das câmaras. É esta mistura responsável por pressurizar todo o complexo hiperbárico, colocando-o na profundidade de trabalho.

Mistura de Reboque: consiste em uma mistura mais rica que a de pressurização, com a finalidade de repor as perdas diárias do complexo. Essas perdas ocorrem devido às passagens de refeições e equipamentos para o interior das câmaras, além das manobras sanitárias e drenos realizados nos banheiros. Essa mistura é responsável por manter a pressão no interior do complexo.

Mistura de Mergulho: essa é a mistura fornecida diretamente ao capacete dos mergulhadores quando estão, efetivamente, no local de trabalho. Possui elevada concentração de oxigênio, a fim de suprir os gastos calóricos gerados pelo trabalho submerso.

Junto com as misturas principais, o mergulho ainda necessita de misturas para situações específicas. No caso de uma contaminação acidental da atmosfera das câmaras, são utilizadas as “Misturas de Emergência”, que são divididas em concentrações e faixas de profundidades. Na concentração de 21% de oxigênio, para a faixa de 0 a 45 metros; de 8,5% de oxigênio, para a faixa de 45 a 120 metros; e 3,7% de oxigênio, para a faixa de 120 a 300 metros. Para as situações de tratamentos de possíveis doenças relacionadas à pressão temos as “Misturas Terapêuticas”, que também são divididas de forma análoga à anterior. Na concentração de 100% de oxigênio, para a faixa de 0 a 15 metros; 60% de oxigênio, para a faixa de 15 a 30 metros; 35% de oxigênio, para a faixa de 30 a 55 metros; 21% de oxigênio, para a faixa de 55 a 110 metros; 12,5% de oxigênio, para a faixa de 110 a 180 metros; e 8% de oxigênio, para a faixa de 180 a 300 metros. Além das misturas citadas acima, soma-se o armazenamento de oxigênio puro para a reposição do consumo diário gerado pelo metabolismo dos mergulhadores.

4. PESSOAL

Tão importante quanto toda a logística, equipamentos e plataforma é a mão de obra empregada em sua realização. Segundo a publicação que regula o mergulho profundo na Marinha do Brasil, além de uma equipe médica composta por médico e enfermeiros hiperbáricos permanentemente guarnecida, a equipe mínima para realizar um mergulho saturado é composta por 22 pessoas com funções indispensáveis a uma operação, entre elas mergulhadores, técnicos de saturação, mecânicos, técnicos de eletrônica, eletricitas e demais especializações que se revezarão em turnos de serviço de 8 ou 12 horas por até 28 dias, a fim de manter a operação assistida em tempo integral.

Apesar da formação básica, habilitar o militar a realizar a técnica e compor uma escala de serviço, o conhecimento e experiência apenas virão com o volume de operações realizadas. Todo o pessoal envolvido na saturação, junto com os responsáveis pela condução da plataforma, necessita de adestramentos intensos e constantes, pois, dessa maneira, é possível realizar uma operação com o nível adequado de segurança.

5. O DESAFIO DO MERGULHO SATURADO NA SUBSAR

Como exposto, a técnica do mergulho saturado requer grande mobilização de pessoal e sistemas. A elevada disponibilidade dos equipamentos é condição imprescindível para sua realização. Todo esse aparato logístico requer tempo e um planejamento minucioso para sua execução, e isso nos leva a fazer o seguinte questionamento: como podemos estar prontos para realizar uma operação de mergulho saturado para apoio a um submarino sinistrado, quando muitas das vezes desconhecemos a profundidade do sinistro? De fato, isso é perfeitamente possível, entretanto alguns fatores irão determinar o tempo de reação para intervir em um submarino antes do seu oxigênio se esgotar.

Partindo da premissa de que todos os equipamentos e sistemas estão operando de forma satisfatória e todo o pessoal necessário para compor uma operação encontra-se adestrado e disponível, esbarramos nas questões logísticas de suprimentos e insumos. É possível diminuir de forma considerável o tempo de reação com a estocagem prévia das Misturas de Emergência e Misturas Terapêuticas, pois estas não dependem da profundidade do mergulho. Sendo assim, já de posse dos gases primários para a confecção das misturas principais, e com a utilização de um misturador de gases, é possível fabricar as Misturas de Pressurização, Reboque e Mergulho de forma mais expedita e até mesmo já em um possível deslocamento do navio para o local do sinistro. Desta forma, o tempo de reação se torna consideravelmente abreviado, o que possibilita uma intervenção ou resgate com sucesso.

6. O FUTURO DO MERGULHO SATURADO

Apesar do conhecimento das técnicas e fisiologia humana, assim como todo avanço tecnológico obtido, o mergulho saturado continua sendo uma atividade perigosa. O risco se dá devido ao grande número de variáveis que entram na equação para uma operação bem-sucedida. No passado, ocorreram acidentes que serviram de ensinamentos, porém o mais importante foi o legado que essa atividade deixou. Entre diversos exemplos, podemos citar: o resgate de tripulações de submarinos sinistrados; a implementação e

reparos de campos submarinos dos setores energéticos e a ampliação da capacidade de comunicação, com passagem e manutenção de cabos submarinos.

Cabe ainda ressaltar que, como em diversos segmentos da sociedade, o homem vem perdendo espaço para as máquinas, e no mergulho não é diferente. Além disso, devido ao elevado custo de uma operação e os riscos normais característicos da atividade, é preferível, sempre que possível, a substituição dos mergulhadores por máquinas subaquáticas capazes de realizar diversos tipos de trabalho. Com capacidade de carga maior que a de um ser humano e dotadas de sensores de última geração, os chamados *Remoted Operated Vehicle* (ROVs) são, em diversas situações, opções mais eficientes para determinados serviços.

No entanto, mesmo com toda a tecnologia embarcada e a ausência de fatores fisiológicos limitantes, os ROVs ainda possuem suas restrições. Tarefas com elevado grau de precisão, locais confinados, baixa visibilidade e necessidade de

improviso ainda são desempenhadas melhor por humanos. Isso nos leva à conclusão de que, por mais que a tecnologia venha para dividir espaço, o homem ainda continua sendo a ferramenta mais completa, o que garante a perpetuação do mergulho saturado por muitos anos.

REFERÊNCIAS

Comando da Força de Submarinos. **Manual de Procedimentos de Mergulho Profundo** (ComForS-657). 1ª Revisão. 2011.

CUNHA, Pedro Paulo. História do Mergulho: Nos tempos do Escafandro. **Revista Scuba**, n. 35, 1999. Disponível em: <http://www.techdiving.com.br/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

MIGUEL, Luis. **Conheça a História do Mergulho**. Letsdive, 2018. Disponível em: <http://www.letsdive.com.br/>. Acesso em: 12 mar. 2023.

LIÇÕES APRENDIDAS NO CURSO DE COMANDANTE DE SUBMARINO NA HOLANDA (*PERISHER*) – 2022



Capitão de Corveta Thiago Maciel Paulino Santos

1. INTRODUÇÃO

O Curso de Comandante de Submarino da Marinha da Holanda, lá chamado de *Nederlands Submarine Command Course (NL-SMCC)* e conhecido nas Forças de Submarinos mundo a fora como *Perisher*, foi criado pela Marinha Real Inglesa durante a Primeira Guerra Mundial para fazer frente à grande quantidade de submarinos perdidos devido às falhas humanas. Após a Segunda Guerra Mundial, a Marinha Real Holandesa passou também a submeter os seus futuros comandantes ao *Perisher* na Inglaterra.

Em meados da década de 1990, a Marinha Real Inglesa deixou de operar com submarinos convencionais e, assim, decidiu transferir a responsabilidade de continuar com o legado do *Perisher* para a Marinha Real Holandesa. Então, desde 1995, o curso passou a ser ministrado pela Holanda em seus submarinos diesel-elétricos Classe Walrus, a qual é composta de quatro submarinos robustos de 68 metros de comprimento, deslocamento (submerso) de 2,8 mil toneladas e uma tripulação de sessenta militares.

Desde que o *Perisher* começou a ser ministrado na Holanda, a Marinha do Brasil (MB) já havia enviado quatro Oficiais, nos anos de 1998, 2009, 2011 e 2014, para lá cursarem. Dessa forma, foi possível consumir um vasto conteúdo de saber prático dos procedimentos, o que facilitou, e muito, a minha performance durante o curso.

O curso possui duas fases distintas: Segurança e Tática. Cada fase é dividida em uma parte no simulador e uma parte no mar. Em adição a essa prática técnica (*hard skills*), existe um programa de desenvolvimento pessoal (*soft skills*) e gestão de recursos humanos (CRM – *Crew Resource Management*) que acontece durante todo o curso.

A parte técnica é desenvolvida na sistemática de *briefing/debriefing* e orientada por um único instrutor, tradicionalmente chamado de *Teacher*, o qual é o único responsável por avaliar os alunos.

Vale ressaltar que o tema desse artigo será o *Perisher-2022*, tendo como enfoque as lições nele aprendidas.

2. *PERISHER-2022*

O *Perisher-2022* contou somente com três alunos. Assim, fizeram o curso comigo o Capitão de Corveta (LCdr) VanNettan, oficial holandês, e o Capitão-Tenente (Lt) Hakkarainen, oficial sueco. O *Teacher* foi o Capitão de Fragata (Cdr) Pim Hol, o qual realizou o *Perisher* em 2006, comandou submarinos por três ocasiões distintas e comandou, ainda, uma Fragata Classe Karel Doorman (M-Class).

Antes do início do curso, foi realizada uma travessia de seis dias a bordo do submarino HNLMS Zeeleeuw, entre Roterdã (HOL) e Copenhague (DIN), que serviu para nos ambientarmos ao meio, que dali em diante iríamos “comandar”. Logo após essa comissão, o curso iniciou com a Fase de Segurança, composta de quatro semanas no simulador e uma semana no mar. Essa fase tem o propósito de desenvolver e testar a capacidade do Oficial de raciocinar com rapidez sob estresse elevado, enquanto mantém o submarino seguro na Cota Periscópica, apenas com informações provenientes do Periscópio. A parte de mar foi realizada nos Fiordes noruegueses, nas proximidades da cidade de Bergen (NOR), a bordo do Submarino HNLMS Dolfijn.

Findada a Fase de Segurança, iniciou-se a Fase Tática, constituída por sete semanas no simulador e três semanas no mar. Essa fase tem como propósito desenvolver e testar

a capacidade do oficial em conduzir, como comandante, as operações e ações típicas de submarinos convencionais de ataque, bem como conduzir a tripulação do submarino para o cumprimento da missão. A parte de mar foi a bordo do HNLMS Zeeleeuw, em águas norueguesas, fazendo parte de uma ampla operação militar realizada pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), em março de 2022, *Cold Response*. Nessa operação aconteceram exercícios em terra e no mar, envolvendo por volta de 30 mil militares de 27 países. Cabe ressaltar que, nesse momento, a névoa da Guerra entre Rússia e Ucrânia, deflagrada em 24 de fevereiro de 2022, ainda se fazia presente. Portanto, a demonstração de poder pela OTAN naquela região era fundamental. Após a Fase Tática, o curso encerrou-se em 6 de abril de 2022.

3. LIÇÕES APRENDIDAS

Após essa breve contextualização, podemos focar nos ensinamentos colhidos durante o *Perisher-2022*. Resumir, em algumas páginas, tais ensinamentos, que foram vivenciados durante longos cinco meses, enquanto era constantemente avaliado, em uma língua diferente da pátria, em uma plataforma diferente da Classe Tupi, com procedimentos diferentes do ComForS-730, não será tarefa fácil. Assim sendo, selecionei os ensinamentos que acredito serem os que mais valham a pena compartilhar com as gerações vindouras. Para tal, tomei como base o que considere pertinente destacar para os alunos do Estágio de Qualificação em Operações de Submarinos para Oficiais (EQ-OSOF) 2022 e Estágio de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos (EQ-FCOS) 2023. Antes de iniciar, gostaria de pontuar que são observações e opiniões pessoais, as quais ainda estão em processo de maturação.

3.1 Tenha sempre um plano

Ao conviver com um oficial holandês e um sueco, impressionei-me positivamente como eles planejavam e se preparavam para cada momento do curso. Ademais, durante todas as operações que iríamos executar, éramos cobrados individualmente para que houvesse um plane-

jamento que abarcasse o máximo de variáveis possíveis e com respostas pré-planejadas para cada situação desfavorável que pudesse vir a acontecer. Isso ajudava, e muito, a condução das operações.

Lógico que possuir um bom plano não descarta a flexibilidade que o Comandante deve possuir, a fim de se adaptar rapidamente às mudanças que porventura ocorram. Porém, um plano robusto com suas respostas pré-planejadas faz com que o Comandante se depare com uma quantidade menor de novas variáveis. Consequentemente, a ele restará uma maior capacidade de raciocínio, para que possa decidir, de forma rápida e segura.

3.2 Fatores que influenciam a Consciência Situacional

“*Situation Awareness*” (“Consciência Situacional”) talvez seja a expressão mais falada e cobrada durante cursos de Comandante de submarino. Assim sendo, após a realização de dois cursos desse gênero, cheguei à minha própria definição de Consciência Situacional, a saber:

Processo de obter todas as informações disponíveis do ambiente interno e externo, compreender o impacto que cada uma delas causará no cenário presente e, a partir dessa análise, projetar o cenário futuro a curto, médio e longo prazo.

Dada a minha definição, gostaria de discorrer sobre alguns aspectos relevantes sobre o tema. Primeiramente, confesso que, durante a realização do EQ-FCOS, negligenciava fatores importantes que afetavam a minha Consciência Situacional. Pois, nesse momento, considerava apenas os fatores externos, tais como: Qual é o cenário tático vigente? Quais são as características dos meios de superfície que se opõem ao submarino? Existe ou não ameaça aérea? Qual será a previsão meteorológica? Qual será o perfil da velocidade do som? Atualmente, já com o conceito amadurecido, passei a considerar, e muito, os fatores internos, isto é, variáveis atinentes à nossa plataforma, à nossa equipe e a nós mesmos, as quais influenciam sobremaneira a consciência que tomamos dos cenários e o juízo que dela fazemos. A título de exemplo, cito algumas das questões que devem

permeiar o pensamento do Comandante nos momentos que antecedem a uma operação:

Plataforma	<ul style="list-style-type: none"> • O submarino possui alguma restrição operacional que impacta de forma decisiva na minha missão? • Quanto confiável está o submarino? • Conheço os limites do submarino?
Equipe	<ul style="list-style-type: none"> • Minha equipe está motivada? • Minha equipe está adestrada? • Minha equipe confia no seu Comandante? Confio na minha equipe? • Minha equipe está descansada?
Pessoal	<ul style="list-style-type: none"> • Conheço o meu limite? • Dormi bem? Estou cansado? • Conheço-me exausto? Sei lidar com essa situação? • Conheço-me performando sob extrema pressão?

Ao responder a essas questões, o Comandante estará apto para decidir qual o limite do risco a ser assumido durante a operação.

Gostaria de mencionar ainda que, em um ambiente saturado de informações, que pode facilmente acontecer com o submarino na Cota Periscópica, o Comandante, em uma situação de fadiga e exaustão, que pode naturalmente ocorrer durante uma patrulha, pode vir a perder a capacidade de gerenciar essa grande quantidade de informações, perdendo a reboque sua Consciência Situacional. Daí a importância de que o Oficial aspirante a comandante de submarino tenha tido a oportunidade de se experimentar nessa situação, em seu limite. Para tal, o curso deve ser capaz de gerá-la em um ambiente controlado, onde nem o submarino, nem a sua tripulação estará em risco.

Após se conhecer nessa condição, o Comandante será capaz de reconhecer quando estiver próximo de atingi-la e, portanto, será capaz de tomar medidas imperativas para sair dessa situação, evadindo-se da operação, pois nesse momento estará se deparando com o seu já conhecido limite.

3.3 Valorize o trabalho em equipe

Um bom Comandante de submarino deve possuir elevada capacidade técnica e autoconfiança. Assim, quando observado por toda a Equipe de Ataque, que dele espera soluções seguras, será capaz de performar com excelência.

Dito isso, gostaria de tecer alguns breves comentários a respeito. Durante o EQ-FCOS, confesso que acreditava que, quanto mais eu pudesse compilar o quadro tático por mim mesmo, melhor comandante eu seria. Ledo engano! Não é que eu não desse valor para a minha equipe, mas, quando essa não trabalha bem, eu era capaz de, por mim mesmo, obter as informações das quais necessitava para tomar as minhas decisões.

Atualmente, submarinos modernos, como, por exemplo, os Submarinos da Classe Riachuelo, possuem uma grande quantidade de sensores que, ao serem inseridos em cenários complexos, gerarão uma quantidade grande de informações. Assim, é imperativo que o Comandante respeite o espaço do Coordenador da Equipe de Ataque, bem como de seus demais membros, fazendo uso somente das informações mais relevantes, já filtradas e aprimoradas por experientes operadores. Portanto, a famosa Equipe de Ataque de um homem só está cada vez mais distante de cumprir a missão.

Ademais, ao dar um “passo para trás”, o Comandante valoriza a sua tripulação, bem como passa a analisar o quadro tático de um patamar superior, o que contribuirá para a sua Consciência Situacional e para que o Comandante seja capaz de perceber possíveis falhas no processo. É óbvio que se mantém a importância de o Comandante ser tecnicamente qualificado e autoconfiante, porém é de igual importância que ele seja capaz de bem conduzir a sua Equipe.

3.4 O importante papel das prioridades para a Equipe de Ataque

Tudo o que for disseminado pelo Comandante durante uma operação deverá ser utilizado de alguma maneira por sua Equipe. Não é diferente com as “prioridades do comando”. Confesso que, antes do *Perisher*, eu não percebia uma mudança no comportamento dos operadores dos sensores quando o Comandante alternava as suas prioridades. Hoje, está claro para mim que, ao mudarem as prioridades, mu-

dam também as preocupações da Equipe, assim como as informações que irão chegar ao Comandante.

A título de exemplo, imaginemos que a missão do submarino seja penetrar uma cobertura de navios-escoltas para realizar um reconhecimento fotográfico de uma Unidade de Maior Valor (HVU). Naturalmente, no início da missão, assim estariam classificadas as prioridades: 1 – Segurança do submarino e de sua tripulação; 2 – Manter o submarino oculto; 3 – Cumprimento da missão. Dessa forma, a Equipe começaria a trabalhar com as informações disponíveis para compilar o quadro tático. Nesse momento, o HVU não é o alvo mais importante, pois a discrição está na frente do cumprimento da missão. Equivoca-se o membro da Equipe que não estiver preocupado com os navios-escoltas e as aeronaves. Agora, ainda nesse mesmo cenário hipotético, imaginemos que o submarino já tenha penetrado a cobertura de escoltas e, assim, o Comandante altere as suas prioridades para: 1 – Segurança do submarino e de sua tripulação; 2 – Cumprimento da missão; 3 – Manter o submarino oculto. A partir desse momento, o alvo mais importante passou a ser o HVU e, dessa maneira, todo o esforço da Equipe deverá convergir para acompanhá-lo. A Equipe de Ataque bem adestrada vai “dançando”, conforme as “prioridades do comando”.

3.5 A importância das qualidades não técnicas (Soft Skills)

As *soft skills* são um conjunto de habilidades e competências relacionadas ao comportamento humano. Percebi, na prática, que ao desenvolvê-las estaremos mais próximos de alcançar os nossos objetivos. Talvez o melhor exemplo de *soft skill* seja a inteligência emocional, que, de maneira simplória, é a capacidade de identificar e lidar com as emoções e sentimentos pessoais e de outros indivíduos.

Durante o *Perisher*, existiu a preocupação de fornecer ferramentas que possibilitassem o desenvolvimento pessoal dos alunos. Para tal, a Marinha da Holanda contratou uma empresa para ser responsável por esse processo, a qual possui um programa de treinamento voltado para o desenvolvimento das *soft skills*. Esse programa desenrolou-se

durante todo o curso, tendo ajudado a superar os momentos de maior adversidade na Fase Tática, assim como a criar um forte laço de amizade e cooperação entre os alunos. Não cabe aqui descrever tudo o que foi desenvolvido, porém resalto que foi de vital importância para o sucesso alcançado.

No EQ-FCOS do presente ano, inserimos, por meio do trabalho realizado pela Capitã de Corveta (T) Kelly Fernandes, psicóloga de submarino, um processo semelhante, a fim de propiciar aos futuros Comandantes uma oportunidade de desenvolverem as suas *soft skills*, ou, ao menos, apresentar-lhes o tema, para que dali em diante possam continuar preocupados em desenvolvê-las.

3.6 O papel do descanso na performance

A partir de uma experiência vivida durante o curso, percebi o papel fundamental que o descanso possui em um processo de aprendizagem. Para mim, ir cursar o *Perisher* começou com a realização do EQ-OSOF ao final de 2020. Na sequência, realizei o EQ-FCOS no início de 2021. Logo após o seu término, comecei a estudar, concomitantemente, a língua espanhola e a inglesa, pois aventava-se a possibilidade de um oficial brasileiro ser enviado para realizar o curso de comandante de submarino no Chile ou na Holanda. Em meados de agosto, aumentou a probabilidade de acontecer o curso na Holanda e, com isso, abandonei o estudo do espanhol e intensifiquei, e muito, o estudo do inglês. Foi um período de muita insegurança e autocobrança, pois não sabia o quanto do domínio da língua seria o suficiente. Dessa maneira, passei a utilizar todo o meu tempo livre para estudar, abdiquei de todas as minhas atividades extratrabalho. Em novembro, imediatamente antes de me apresentar para o *Perisher*, fui para Dublin (IRL) fazer uma imersão de duas semanas na língua inglesa.

Como a Fase de Segurança do curso é semelhante à que praticamos aqui na MB, pude preparar-me para ela. Dessa maneira, comecei o curso muito bem, porém, aos poucos, o meu rendimento começou a ficar instável, quiçá a decair. Sem entender o porquê, comecei a estudar com mais intensidade, cobrando-me cada vez mais. E, infelizmente, nada

fazia com que o meu rendimento voltasse a melhorar. Esse processo perdurou até o recesso de final de ano, que foi de 23 de dezembro de 2021 até 10 de janeiro do ano seguinte.

Devido às restrições sanitárias impostas pela COVID-19, permaneci na Europa. Tomei a sábia decisão de não estudar mais em 2021, voltando a pensar no curso novamente somente em 3 de janeiro, na semana que antecedia o regresso. Foram, então, 11 dias de total descanso. Ao retornar às atividades no simulador, finalmente consegui sair do ciclo estagnante no qual me encontrava anteriormente. Adquiri uma curva de performance ascendente e consegui mantê-la até o final do curso. A conclusão a que cheguei, depois confirmada pela avaliação do *Teacher*, é de que eu estava passando por um processo de estafa mental, o qual impedia minha evolução. Dessa forma, restou-me o aprendizado de que o descanso, assim como o esforço, também nos aproxima do sucesso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por fim, gostaria de agradecer à MB por ter confiado em mim, ao me enviar para viver esse sonho. Além do supracitado, aprendi que, a depender do tamanho do desafio, é impossível enfrentá-lo sozinho. Dessa maneira, contei com o suporte dos últimos três oficiais que realizaram esse mesmo curso. Contei, ainda, com a força de muitos amigos e oficiais submarinistas, bem como de praças com as quais servi. Diariamente, chegavam mensagens de força e motivação. Contei com as preces do meu pai e com o apoio incondicional da minha querida irmã. Todos os dias, exceto nos dias de mar, contei com as palavras de amor e esperança da minha amada esposa. Contei com o legado de luta e garra deixado por minha mãe. Nunca imaginei que seria capaz de tamanha façanha, mas jamais poderia decepcionar o tanto de amor e carinho recebidos. Obrigado a todos! Glória à Flotilha!

Um mar de **tranquilidade** para você e **para a** **Família Naval!**

 Seguro de vida

 Assistência Funeral

 Seguro Residencial

 Seguro Auto

 Plano de Saúde

 Plano Odontológico

 Seguro de Acidentes Pessoais

 Serviços de Emergências
Médicas Domiciliares

**Baixe o App da Mapma.
Apólice na palma
da mão!**



 **GRUPO**
mapma
SEGUROS BENEFÍCIOS

faleconosco@mapma.com.br
www.mapma.com.br/abrigo

Região Metropolitana | RJ
(21) 2216-4800 | (21) 2102-1312

Demais regiões
0800 025 1312



INTERCÂMBIO ENTRE O DEPARTAMENTO DE MERGULHO DA BACS E A *MOBILE DIVING AND SALVAGE UNIT (MDSU-2)*



Capitão-Tenente Phillip da Silva Mendes

1. INTRODUÇÃO

Por ocasião da Operação “UNITAS LXIII”, no mês de setembro de 2022, a “Divisão K” da Base Almirante Castro e Silva (BACS) realizou intercâmbio com os mergulhadores componentes da *Mobile Diving and Salvage Unit (MDSU-2)* da Marinha dos Estados Unidos (USN). Durante esse valioso período, muito se aprendeu com uma das equipes de mergulho raso mais operativas e tecnológicas no mundo militar. A forma de trabalho e flexibilização dos equipamentos se tornou uma ótima referência, além de um rumo a ser traçado frente às modernas adversidades, tanto no mergulho industrial, quanto no mergulho de salvamento.

2. LOGÍSTICA

A atual dinâmica estabelecida pela USN para mergulhos rasos está enraizada no conceito de flexibilidade e mobilidade. Por ocasião da operação “UNITAS” realizada no Brasil no ano de 2022, a MDSU-2 participou de mer-

gulhos em conjunto com o Departamento de Mergulho da BACS, por se tratarem de unidades congêneres. Na ocasião, a equipe americana trouxe cinco pequenos contêineres (10 pés) transportados por aeronaves e navios. Todo o material e equipamentos necessários aos mergulhos planejados estavam dentro desses contêineres. Entre eles: um contêiner destinado exclusivamente para câmara hiperbárica móvel tipo “monoplace”; um contêiner destinado para o mergulho dependente (MARDEP) contendo rack de ampolas, compressor, umbilicais, console, fonia e capacetes KM-37; um contêiner com equipamentos especiais como o *Remotely Operated Vehicle (ROV)* classe II e o *Shark Marine* (sonar de mão para procuras subaquáticas); um contêiner com equipamentos para mergulho autônomo (MAUT), além de andainas básicas como roupas, nadadeiras, facas e coletes; e por último um contêiner com geradores a diesel/elétricos, além dos bancos para equipagem dos 3 mergulhadores (amarelo, vermelho e verde). Ou seja, percebe-se uma doutrina de operação extremamente independente dos recursos locais e com uma mobilidade avassaladora.

Todos os contêineres ficaram depositados na marina da BACS e os mergulhos foram realizados a partir deste local, por ser abrigado e controlado, prezando pela segurança de todos os componentes da operação. Com isso, também possibilitou direcionar o foco para os mergulhos e a troca de conhecimentos. Foram cerca de duas semanas operando em conjunto, com ambas as equipes realizando mergulho dependente, exercício de acidentado de mergulho, refluções, operação com o ROV classe II e operação com o *Shark Marine*.

Para gerenciar e operar todo esse material, a MDSU-2 destacou para a operação “UNITAS LXII” no Brasil um total de 11 integrantes, entre eles, nove mergulhadores, um médico hiperbárico e um técnico em motores. Além disso,



Figura 1: Equipe BACS x Equipe MDSU.

destacaram uma fotografia do setor de comunicações sociais da USN, que acompanhou e fotografou todos os mergulhos. Dentre os mergulhadores vale destacar duas figuras importantes. O *Chief* e o *Master Diver*. O primeiro é a praça mais antiga hierarquicamente, e o segundo é a praça com mais experiência da equipe, sendo igualmente respeitado.

3. MDSU X DIVISÃO K: DISPARIDADES E SEMELHANÇAS

Durante os mergulhos dependentes, pôde-se verificar uma diferença entre doutrinas com relação ao seu emprego. Na Marinha do Brasil (MB), o MARDEP é considerado

um mergulho mais restrito, sendo empregado em operações muito específicas, em que a faina requeira maiores profundidades e um tempo maior de fundo, bem como uma boa estabilidade. Também se torna limitado em virtude da grande quantidade de material, o elevado tempo de preparação e, dependendo do local, necessidade de apoio de uma embarcação de médio a grande porte. Já na USN, o MARDEP é utilizado em quase todos os mergulhos, inclusive nas diversas fainas em apoio aos meios Navais, como inspeção e limpeza de obras-vivas, bujonamentos e tamponamentos. Em conversa com o Tenente (Lt) Mason McCabe, oficial mergulhador da MDSU-2, este explicou que os



Figura 2: Material da MDSU no contêiner.



Figura 3: Câmara Móvel Monoplace.



Figura 4: Retirada de material dos contêineres.



Figura 5: Preparação da Equipe da MB.

mergulhos dependentes embaixo de navios proporcionam maior segurança e reduzem a taxa de incidentes, mas que ainda persistem a dificuldade de mobilidade no fundo e a demora na preparação para o mergulho, se comparado com o MAUT. Explicou também que tentam mitigar o problema da mobilidade do mergulhador no MARDEP utilizando coletes compensadores e nadadeiras no lugar de botas. Cabe destacar que essa doutrina norte-americana se tornou viável justamente pela facilidade logística dos seus equipamentos. Os contêineres tornaram exequível os mergulhos em qualquer lugar do mundo, quer seja numa base norte-americana, quer seja a partir de um navio com características *offshore*, quer seja no Brasil.

Já se tratando da operação de mergulho, da divisão das funções na equipe, das fraseologias, dos procedimentos normais e de emergência, pôde-se observar condutas praticamente semelhantes, levando em conta que as publicações de MARDEP no Brasil foram fundamentadas nos manuais norte-americanos. Alguns equipamentos também são iguais, como é o caso do capacete KM-37, os umbilicais e a fonia. Uma característica importante é que, antes de qualquer operação de MARDEP, a equipe norte-americana realiza um exercício de acidentado de mergulho, com remoção até a câmara hiperbárica móvel.

Dando sequência ao planejamento de mergulho da operação “UNITAS LXIII”, pudemos observar a USN realizando uma faina clássica de salvamento: a reflutuação.



Figura 6: MARDEP da equipe da USN.

Mais uma vez, uma disparidade nas operações, porém utilizando equipamentos semelhantes. Enquanto na MB a reflutuação é majoritariamente efetuada através do MAUT, a MDSU-2 a realiza através do MARDEP, valendo-se do pneumômetro como recurso de inflagem dos *lift bags*. Pegando um gancho e aproveitando para enunciar a similaridade da USN com a MB, destaco os *lift bags*. Tanto os pontões (*lift bags* fechados) quanto os paraquedas (*lift bags* abertos) são os mesmos empregados pela “Divisão K”. Na ocasião, foram reflutuadas em caráter de exercício poitas de 1 ton e, posteriormente, movimentadas de um ponto ao outro.

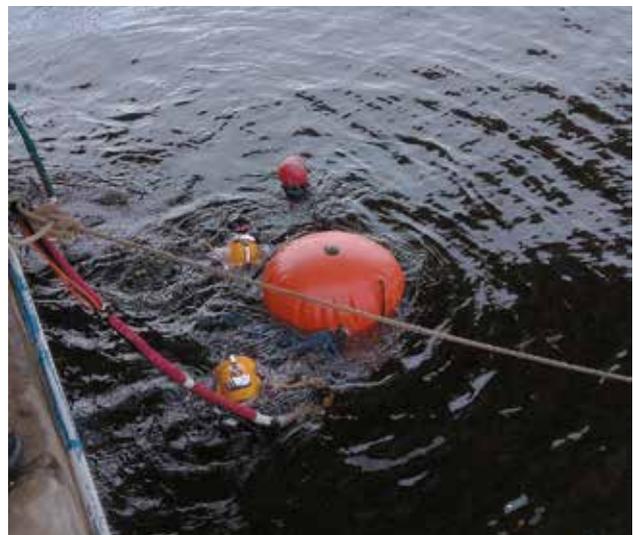


Figura 7: Reflutuação de Poita 1.



Figura 8: Reflutuação de Poita 2.

4. EQUIPAMENTOS ESPECIAIS: ROV E SHARK MARINE

A “Divisão K” também foi agraciada com a oportunidade de operar um dos ROVs empregados pela MDSU-2. É um veículo de pequenas proporções, mas que atinge grandes profundidades e tem a capacidade de pegar pequenos objetos através de sua garra. É de fácil operação, de forma que um umbilical liga o ROV ao console de controle na superfície. Através do console, o ROV é manobrado por *joystick* e botões, ao mesmo tempo em que é reproduzido o que a câmera do ROV enxerga. Tal equipamento confere à MDSU-2 uma forma de realizar procuras e inspeções sem a necessidade do emprego de vidas humanas. Porém possui uma desvantagem crucial, torna-se inviável em águas turvas pois depende primordialmente de sua câmera.

Mas o grande protagonista de todo o intercâmbio foi um equipamento carinhosamente apelidado pelos integrantes da MDSU-2 de *Shark Marine*. É assim chamado por causa da empresa fabricante de nome homônimo. *Grosso modo*, é um equipamento transportado pelo mergulhador e possui um transdutor sonar acoplado em sua proa e uma tela de exibição. Durante a operação em conjunto, pôde-se perceber que o sensor alcança distâncias de 100 m com uma abertura de feixe de até 60°. Em sua tela de exibição foi possível visualizar diversos objetos que se encontravam no fundo. Funciona analogamente a uma visualização radar direcional, o que possibilita ao

mergulhador realizar procuras extremamente eficientes em águas turvas e escuras. A única desvantagem é que o mergulhador precisa estar aproximadamente na mesma cota do objeto, pois o feixe é direcional. Além disso, podem ser instalados diversos acessórios que aumentam sua funcionalidade, como um sensor *doppler*, GPS, câmera de vídeo, bateria reserva, entre outros. Este sim seria um equipamento extremamente eficiente para a MB, tendo em vista a quantidade de serviços de mergulho para procura de objetos, frente a condições de visibilidade quase sempre desfavoráveis.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, ficou evidente a importância de intercâmbios em todas as esferas. Fato consumado por meio de todo o conhecimento adquirido nesse período. Nessa operação conjunta, conseguimos breve acesso a doutrinas, equipamentos e às formas de operar da MDSU-2. O intuito é sempre contribuir para o melhor desempenho da nossa Força e do País. Nesse quesito, a USN pôde mais uma vez nos mostrar um possível futuro para o nosso mergulho. A logística se torna crucial no mundo globalizado e uma doutrina alicerçada na mobilidade aumentaria as possibilidades da “Divisão K”. Os salvamentos, bem como os serviços de mergulho mais complexos, passariam a ser realidade, não só na área do Rio, mas em qualquer canto do Brasil, de uma forma muito mais eficiente e veloz.



Figura 9: ROV.



Figura 10: Console do ROV.

O SUBMARINO COMO PLATAFORMA DE TIRO EMBARCADO

Traduzido e adaptado do livro Maritime Sniper Manual, de Fredrik C. Jonsson. Imagens: acervo do GRUMEC e revista Poder Naval, Submarino da Marinha Portuguesa Tridente.



Suboficial MG Rafael Godinho Braga

1. INTRODUÇÃO

Todo *sniper* militar deve estar treinado para operar em plataformas embarcadas, seja aérea ou marítima. Na Marinha, o *sniper* do Grupamento de Mergulhadores de Combate (GRUMEC) é o especialista em plataformas marítimas. E existe uma plataforma que vale a pena mencionar: o submarino, ele é uma ótima plataforma para o atirador marítimo. Adicione as capacidades furtivas da embarcação com uma dupla de atiradores, equipados com supressores de ruídos e dispositivos de visão noturna operando na escuridão, e você tem um conceito vencedor quando se trata do elemento surpresa.

2. PLATAFORMA

Um submarino é o meio ideal de inserir uma equipe de abordagem/assalto secretamente (por exemplo, embarcações fundeadas e plataformas de petróleo). A equipe pode ser lançada com o navio submerso ou na superfície com o auxílio de botes infláveis armazenados a bordo da embarcação (saída de submarino). Assim que a equipe de

abordagem/assalto estiver em posição, o submarino toma posição para permitir que o atirador proteja a equipe.

A combinação *sniper*-submarino nem sempre tem que ser associada com operações de inserção de equipes, esse binômio aumenta significativamente o poder naval: reconhecimento aproximado, plataforma para apoio de fogo em operações de retomada e resgate, eliminação/neutralização de alvos de alto valor, sem deixar vestígios.

Uma abordagem mais tradicional exigiria muito pessoal, treinamento e equipamento, o que dificultaria a clandestinidade da operação. Alvos adequados podem ser localizados em plataformas, embarcações ancoradas/paradas, embarcações lentas e alvos em terra.

3. FURTIVIDADE

Por causa dos tanques de lastro, é possível compensar o submarino de forma que apenas a vela fique acima da linha d'água. Isso significa que apenas o topo da vela deve estar acima da água para que o atirador observe ou acerte os alvos. A vela é muito difícil de detectar à noite ou se



Figura 1: *Sniper* e *spotter* posicionados no piso mais alto do navio para uma melhor observação/acompanhamento, em contrapartida, é o local mais instável para o tiro.



Figura 2: Submarino Riachuelo.

a embarcação alvo estiver mais alta; não apresenta uma silhueta distinta e se fundirá com o mar.

Tenha em mente, no entanto, que, quanto mais o submarino estiver acima da superfície, mais alto o atirador ficará quando estiver no topo da vela, e isso, em combinação com as ondas, causará muitos movimentos indesejados. Na verdade, o tiro embarcado é um desafio em si próprio. Somado às variáveis que já fazem parte de todas as etapas que devem ser consideradas no tiro de precisão, como vento, pressão atmosférica e relação de movimento entre o atirador e o alvo, apenas pra citar alguns, o treinamento para operar nesse bioma é exaustivo e requer uma dedicação extra na formação e manutenção dos *snipers* do GRUMEC.

As desvantagens de usar um submarino são sua baixa acessibilidade (devido ao seu alto valor estratégico; uma missão de alta prioridade definida pelo alto comando teria de ser designada) e a limitação de profundidade, que às vezes dificulta (ou impede) a aproximação de embarcações ancoradas ou alvos em terra.



Figura 3: Navio sendo observado durante as operações aéreas.

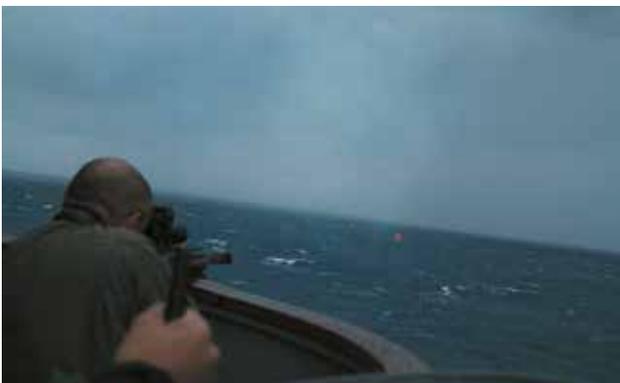


Figura 4: *Sniper* atirando durante o mau tempo.

Uma vantagem adicional do submarino é sua capacidade de perseguir um contato e aguardar o momento certo para atacar, enquanto coleta mais informações secretamente. Com a ajuda do periscópio, é possível tirar fotos e gravar filmes da embarcação-alvo – perfeito para montar croquis.

CONCLUSÃO

Os comandantes de submarinos e os *snipers* compartilham muitas características, porque ambos são atiradores de elite, e é sempre mais fácil trabalhar com alguém que pensa como você. Submarinos e *snipers*, por atuarem de forma discreta e furtiva, possuem a capacidade de causar inquietação onde se fazem presentes.

Desse modo, não é mera coincidência que a execução de suas clássicas operações, submarinos e *snipers*, chame-se CAÇADA.



Figura 5: Algumas lunetas têm um alcance visual nítido de 3 km ou mais.



Figura 6: O periscópio, assim como a luneta, possui retículos para determinar as dimensões e a distância do alvo.

A EVOLUÇÃO DO SONAR NA FORÇA DE SUBMARINOS



Suboficial OS Almir Alves Teixeira Junior

1. INTRODUÇÃO

O SONAR (do inglês *SOund NAvigation and Ranging*) é um equipamento que funciona a partir da emissão de pulsos sonoros, que se chocam no obstáculo e retornam à fonte, em forma de eco para a detecção e localização de objetos no fundo dos oceanos.

Leonardo Da Vinci (1452–1519) em 1490 utilizou um tubo inserido na água e colocou o ouvido na outra extremidade, a fim de ouvir o som das embarcações. Daniel Colloden (1802–1893) em 1826 usou um sino subaquático no Lago de Genebra, Suíça, para calcular a velocidade do som na água. A temperatura da água no momento do teste

era de 8 °C, e a velocidade do som na água obtida foi de 1.435 metros por segundos. Esta pesquisa levou à invenção de outros dispositivos de maneira a robustecer tão significativo equipamento, o sonar, o que consequentemente, pelo avanço tecnológico do período, motivou outras pessoas a se dedicarem a tais inventos em prol desta nova descoberta no segmento marítimo.

Em 1906, Lewis Nixon (1861–1940) inventou o primeiro dispositivo de escuta com a finalidade de detectar icebergs. A colisão do HMS Titanic com um iceberg durante sua viagem inaugural em 15 de abril de 1912 e os afundamentos de navios aliados devido a ataques de submarinos alemães durante a Primeira Guerra Mundial, revelaram a importância do estudo da acústica subaquática para a detecção de objetos submersos. Dessa forma, entre 1914 e 1918, o desenvolvimento do Sistema Sonar ganhou um grande impulso pela necessidade de aprimorar a detecção e localização de objetos ou meios submersos, principalmente, àqueles que tinham em sua origem natural o ferro e o desprendimento de ondas eletromagnéticas de maneira a refletir o pulso demandando de uma fonte externa, no caso um navio emitindo os pulsos de som na água do mar, com a finalidade de obter um retorno destes mesmos pulsos para que assim se confirmasse a detecção submarina.

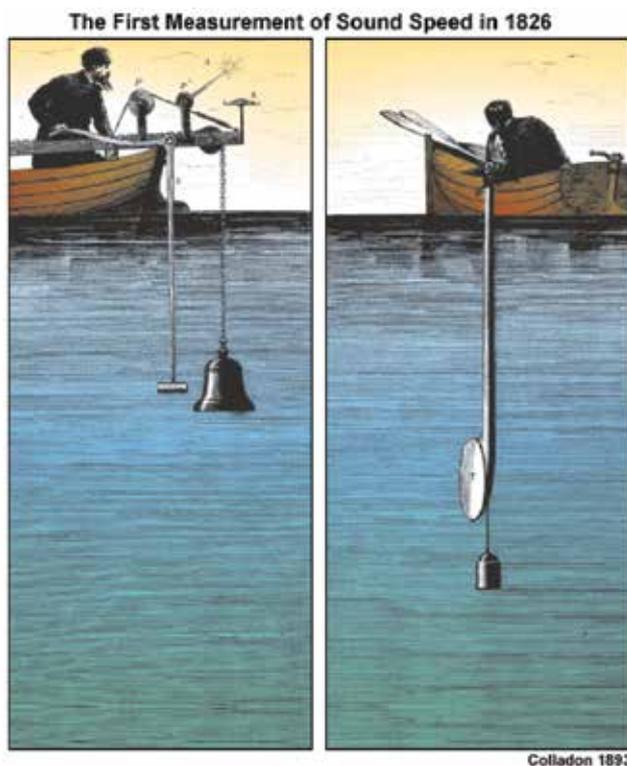


Figura 1: Fonte: cmatc. Disponível em: <http://stream1.cmatc.cn/pub/comet/MarineMeteorologyOceans/IntroductiontoOceanAcoustics/comet/oceans/acoustics/print.htm>. Acesso em: 14 fev.2023.

2. OS SONARES DE SUBMARINOS NA MARINHA DO BRASIL

Com o programa naval de 1910¹, a Marinha do Brasil (MB) recebeu, entre eles, três submersíveis italianos da classe Foca, chamados de F1, F3 e F5. Eram submersíveis costeiros, para proteção de porto, adestramento da guarnição e não contavam com equipamentos sonar.

¹ A esquadra de 1910, como é conhecida, foi composta de 2 encouraçados Dreadnought de 20 mil toneladas, três encouraçados de 13 mil toneladas e três cruzadores-encouraçados em torno de 9,5 mil toneladas, contratorpedeiros, torpedeiros e 3 submarinos.

A partir da incorporação do Submarino da classe Balila, de origem italiana, incorporado em 1929, chamado de submarino de Esquadra Humaytá, foi o primeiro meio naval com um equipamento de escuta submarina: o ecossondador ultrassonoros atlas, que era capaz de realizar missões de minagem.

Em 1937, a incorporação dos submarinos classe Perla, de origem italiana – Submarinos Tupy, Tymbara e Tamoyo – possibilitou o acesso aos equipamentos de escuta submarina: o transmissor R516A e o amplificador R523B.

Após a Segunda Guerra Mundial, no ano de 1957, uma nova classe de submarinos estadunidenses foi recebida, os Fleet-Type I – Submarinos Humaitá e Riachuelo –, e, em 1963, os Fleet-Type II – Rio Grande do Sul e Bahia. Essa nova classe operava com o sonar passivo JP1 e o sonar WCA, que ampliaram a capacidade de dissuasão da Força de Submarinos, porque apresentavam uma evolução na capacidade



Figura 2: Submarino Humaytá. Fonte: Submarino Humaytá. Disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/H/H012/H012.htm>. Acesso em 23 fev. 2023.



Figura 3: Os três submarinos Classe Perla docados no Arsenal da Marinha. Fonte: DPDHM.

de detecção do sonar. Tornava-se possível o ataque mergulhado abaixo da cota periscópica (profundidade em que é possível visualizar os contatos de superfície, mesmo mergulhado) sob orientação apenas de sonar (ataque sonar), já que as outras classes mais antigas só podiam atacar na cota periscópica. O recebimento dessa classe foi marcado por uma nova organização da flotilha de submarinos, o que permitiu inserir novos modos de operação a esta tão singular classe de navios na Esquadra Brasileira, tornando-a ainda mais pujante em relação a forças marítimas de outras nações, principalmente ao hemisfério sul, onde a partir de 1963 passou a ser chamada de Força de Submarinos e foi criada a Escola de Submarinos como organização militar autônoma dentro da estrutura orgânica do Ministério da Marinha.

Do mesmo modo, em 1972, a Marinha recebe uma nova classe de submarinos, os Classe Guppy II – Submarinos Guanabara, Rio Grande do Sul, Bahia, Rio de Janeiro, Ceará – e os Classe Guppy III – os Submarinos Goiás e Amazonas – dos Estados Unidos –, que operavam com o sonar passivo *AN/BQR-2B EDO CORP*, sonar ativo e passivo *AN/BQS-4C EDO CORP*, ecossondador *AN/UQN-1B*. Esta classe de submarinos trouxe como grande novidade o Esnórquel – sistema que permite a recarga das baterias, a carga de ar, a renovação do ar ambiente, aumentando a autonomia dos submarinos.

Em 1973, foram incorporados os submarinos ingleses da classe Oberon – os submarinos Humaitá, Tonelero e Riachuelo. Eram equipados com sonar *THORN EMI TYPE 187CA* de média frequência, passivo e ativo, um sonar de baixa frequência com os hidrofones instalados na lateral do submarino, um sonar ativo de 10 khz e um sonar passivo de curta distância, normalmente usados na cota periscópica, para ter uma melhor penetração nas coberturas de sonar efetuadas por navios de superfície – Fragatas, Contratorpedeiros, Corvetas – bem como em detecção de torpedos ou em rastreamento de helicópteros.

Em 1997, o Submarino Tonelero – S21 – completou um período de reparos, quando teve substituído o sistema de sonar *THORN EMI Type 187* pelo *ATLAS CSU 90-61*, que também foi integrado ao Sistema de Direção de Tiro (TIOS), iniciando-se a integração entre as profissões do Operador Sonar e a Direção de Tiro. Essa obra foi realizada pelo Arsenal de Marinha no Rio de Janeiro (AMRJ) e pelo Centro de

Eletrônica da Marinha (CETM), proporcionando um grande avanço para a construção naval, em especial, ao AMRJ.

Em atenção ao Programa de Reaparelhamento da Marinha, em 6 de maio de 1989, foi incorporado à MB o primeiro submarino de origem alemã, o IKL-209 1400, Submarino Tupi. Os demais, Tamoio, Timbira e Tapajó, foram construídos no AMRJ. Eram equipados com o sonar *Atlas Elektronik Compact Sonar for U-boat – CSU-83/1*. Este sonar tem como principal objetivo a detecção passiva de navios de superfície, submarinos e aeronaves com sonar aerotransportado. O sonar CSU-83/1 consiste de diversos sonares integrados, com processamento central computadorizado e operado a partir de dois consoles localizados no compartimento de comando. O sistema contém os seguintes sonares: um sonar ativo – *Cilindric Transducer Array – CTA* – de 9khz; um *Intercept Hydrophone Array – IHA*; um *Cylindrical Hydrophone Array – CHA*; e seis *Passive Ranging Sonar – PRS* (três por bordo).

Em dezembro de 2005 foi realizada a Cerimônia de Mostra de Armamento e Incorporação à Armada do Submarino Tikuna. Projetado para prover vigilância panorâmica contínua, detectando navios de superfície, submarinos e aeronaves com sonar aerotransportado, bem como torpedos e sonoboias, um dos mais novos engenhos da detecção e classificação da guerra antissubmarina em prol de uma melhor resolução dos contatos detectados, o sonar ISUS 83-13 consiste de diversos sonares integrados (além do Sistema de Direção de Tiro (SDT)), com processamento central computadorizado e operado a partir de quatro consoles localizados no compartimento de comando. Os principais

modos de operação estão assim classificados: Sonar Passivo Panorâmico (PPS); Sonar Passivo de Interceptação (IPS); Sonar Passivo de Distância (PRS); Processador de Informações Sonar (SIP); e Sonar de Operação Ativa (AOS).

A interação das funções nesta classe de Submarinos possibilitou uma série de combinação entre o SONAR, o GERENCIAMENTO DE ALVOS (“*Track Management*”) e o Emprego do Armamento. O Gerenciamento de Alvos conecta os vários dados dos sensores para a Análise do Movimento do Alvo (TMA), a fim de apresentar a situação tática usando todas as fontes de informações do sistema.

Em 2008, iniciou-se a modernização dos sistemas de combate da classe Tupi e Tikuna, a começar pelo submarino Tapajó. O sistema foi adquirido da empresa Lockheed Martin – EUA –, o Integrated Combat System (ICS), que é um sistema integrado que fornece as funções de comando e controle submarino necessárias para apoiar as seguintes áreas de missão:

- Guerra Antissuperfície (ASUW);
- Guerra Antissubmarino (ASW); e
- Missões de Vigilância Secretas.

Em 2022 foi incorporado o primeiro submarino da classe Riachuelo. Dotado do Sistema *SUBTICS – Submarine Tactical Integrated Combat System* –, tem como grande novidade o sonar *Flank Array*, que possibilita ao submarino obter contatos com maiores distâncias que serão confirmadas por ocasião da avaliação operacional do meio.

Dessa forma, observa-se que os sistemas relacionados ao sonar em submarinos acompanham o progresso/avanço tecnológico mundial, pois há a necessidade de acompanhar



Figura 4: Sonar CSU. Fonte: Marinha do Brasil.



Figura 5: Sistema de Combate ISUS 83-13 do Submarino Tikuna. Fonte: Marinha do Brasil.

as novas tecnologias bélicas a fim de obter vantagem sobre o inimigo. Além disso, há a necessidade de constante qualificação dos operadores para mantê-los atualizados dessas novidades neste segmento profissional militar.

2.1 O primeiro sonar da Marinha do Brasil

A entrada do Brasil na 2ª Guerra Mundial, em cooperação com os países aliados, proporcionou o recebimento de meios e equipamentos estadunidenses. Em 1942 e 1943 foram recebidos os primeiros navios caça-submarinos da Classe *J*, conhecidos como *caça-pau* (por serem construídos em madeira e baixa assinatura magnética), batizados como Javari, Jutai, Juruá, Jacuí, Jaguaribe, Jaguarão e Jundiá. Eram navios um pouco mais apropriados para a guerra antissubmarina (A/S), equipados com sonar AN/QUS-1B; um canhão de 76 mm; duas metralhadoras de 20 mm; duas calhas para lançamento de cargas de profundidade pela popa; quatro calhas para lançamento de cargas de profundidade pela borda; e dois lança-morteiros.

Posteriormente, entre junho a novembro de 1943, chegaram navios maiores, guarnecidos por 64 tripulantes, construídos em chapas de aço, e logo conhecidos como caça-ferros. Foram designados Classe G e batizados como: Gurupi, Guaporé, Guaíba, Gurupá, Guajará, Goiana, Grajaú e Graúna. Melhores do que os caça-paus para o combate a submarinos, eram apropriados à escolta de comboios, dispondo de equipamentos mais modernos, sonar de casco e inclusive radar.



Figura 6: Sistema AN-BYG 501 MOD 1. Fonte: Marinha do Brasil.

Assim, com o recebimento desses meios, aumentaram-se as condições de realizar guerra antissubmarina, incrementando novos *modus operandi* (modo de operação) da MB àquele período de turbulência mundial no cenário marítimo, o que teve também por consequência uma maior evolução no que tange à capacitação de nosso pessoal e à instalação de organizações de apoio e formação, como veremos a seguir.

3. A CAPACITAÇÃO DOS PRIMEIROS OPERADORES SONAR NA MARINHA DO BRASIL

Por consequência do acordo entre Brasil e Estados Unidos, o primeiro brasileiro a ser matriculado na *Fleet Sound*, a Escola de Som da Esquadra, localizada em Key West, no estado da Flórida – EUA, foi o então Capitão-Tenente Luiz Octávio Brasil, oficial pioneiro da Guerra A/S na MB.

A bordo dos navios da MB e com o conhecimento adquirido durante o curso na Flórida, suas contribuições foram tão significativas para o cumprimento das missões que, logo em seguida, a Marinha decidiu enviar para esta escola uma turma completa, composta por seis oficiais e doze praças.

Estes praças possuíram a honra de constituir a primeira turma de Operadores Sonar da Marinha do Brasil. A Escola de Som era um centro de treinamento destinado ao desenvolvimento e ao ensino de técnicas e táticas A/S. Seus currículos eram atualizados de forma dinâmica, contando com informações obtidas diretamente dos ele-

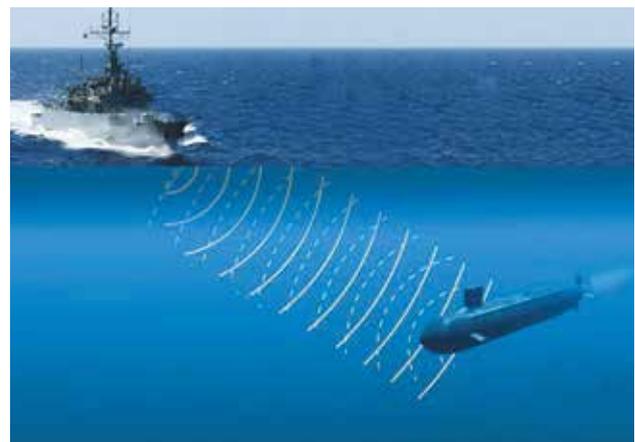


Figura 7: Detecção de um submarino por um navio com sonar ativo. Fonte: <https://www.naval.com.br/blog/2018/01/17/como-funciona-o-sonar-ativo/>. Acesso em 23 fev. 2023.

mentos operativos envolvidos em missões no Atlântico e no Pacífico.

Um fato importante na história da MB e para a profissão do Operador Sonar é que, em 1943, o primeiro Diretor do Centro de Instrução de Guerra Antissubmarino (CIGAS) foi o Capitão de Corveta Luiz Octávio Brasil. No dia 21 de janeiro de 1944, o nome do CIGAS foi alterado para Centro de Instrução de Tática Antissubmarino (CITAS). Finalmente, em 22 de Junho de 1951, o CITAS é renomeado para o atual Centro de Adestramento “Almirante Marques de Leão” (CAAML), em homenagem ao Almirante Joaquim Marques Baptista de Leão, Ministro da Marinha no período de 15 de novembro de 1910 a 11 de janeiro de 1912.

Responsável pela formação dos novos Operadores Sonar, o CAAML acompanhou o desenvolvimento tecnológico e conta com um Sistema de Simulação Tática e Treinamento (SSTT) e diversos recursos instrucionais, para auxiliar nos cursos de carreira e adestramentos dos Operadores e navios da Esquadra, a fim de tornar as aulas mais dinâmicas e parecidas com a realidade em que ambos vão encontrar nas diversas comissões da Marinha.

4. O OPERADOR SONAR

O Operador Sonar opera os equipamentos e dispositivos com a finalidade de detectar navios e submarinos empregando a acústica submarina. Cabe a ele, após a detecção, analisar, classificar e acompanhar o contato assessorando o Comandante na tomada de decisão.

A detecção passiva é baseada no operador que tem por função identificar a diferença entre os ruídos gerados por qualquer tipo de navio e o ambiente. Um operador bem treinado e experiente poderá obter várias informações do padrão de ruído/som de uma embarcação. No entanto, deve-se ter em mente que os resultados da análise auditiva dependem da forma como o operador interpreta subjetivamente os ruídos que ouve.

Com a incorporação dos submarinos classe Riachuelo com o sistema de combate *SUBmarine Tactical Integrated Combat System* (SUBTICS) será necessária uma nova capacitação profissional aos operadores, específica no sonar de baixa frequência, ainda mais por ser uma tecnologia de origem francesa, bem como novas formas de se operar com

tantas riquezas de detalhes da guerra submarina atual, o que demandará uma maior qualificação do militar, exigindo, assim, um conhecimento maior, com mais cursos nos seus centros de formação, através de programas de intercâmbio em outros países e nas trocas de informações operativas com outros centros, por exemplo, o Centro de Suporte ao Sistema de Combate (CSSC).

Outro fator importante é que esse novo sistema é totalmente integrado a computadores e sensores, apresentando uma forma unificada de busca, de detecção, de análise e movimento do alvo e do controle do armamento, oferecendo ao submarino o comando e o controle de funções necessárias à guerra antissubmarina, à guerra antissuperfície e missões de vigilância. A concentração dessas informações vai exigir uma melhor qualificação do operador do sistema, pois será necessária uma revisão curricular para preencher certificações necessárias causadas por esses avanços tecnológicos, por exemplo, operador sonar (nível 01), controlador de armas submarinas (nível 02) e analista de guerra A/S (nível 03).

Assim, o emprego do sonar de baixa frequência vai exigir novas competências ao operador pela sua característica de integração de forma a executar a operação com excelência desde a detecção do contato até o disparo do torpedo, de modo que este aparato de conhecimento profissional forçará uma maior busca pelo conhecimento através da atualização da grade curricular nos centros de formação e nos requisitos e características pessoais desejáveis desses operadores.

CONCLUSÃO

Diante do exposto, nota-se que, a cada classe de submarinos incorporada à MB, novos recursos materiais, doutrinários e de pessoal são introduzidos nas rotinas de bordo, de forma a se adaptar ao novo, acompanhando de perto o avanço tecnológico e os desdobramentos desta tão importante arma para o segmento naval. Ademais, essas alavancagens tecnológicas no decorrer do tempo, a começar por Leonardo Da Vinci no ano de 1490 até os dias atuais, vem otimizando e aperfeiçoando cada vez mais o trabalho ímpar do operador sonar, facilitando a busca, a detecção e a classificação dos possíveis contatos submarinos em prol da defesa dos interesses nacionais.

Então, viu-se a importância do sonar como um equipamento vital à guerra antissubmarina, bem como tornou-se

relevante a certificação do operador sonar, o que vem a incrementar a necessidade de um constante aperfeiçoamento para bem corresponder à expectativa gerada por parte da Força (MB) em bem preparar o seu pessoal, agregando mais conhecimento no que tange às revisões curriculares em seus adestramentos, cursos de formação, aperfeiçoamento e subespecialização neste segmento profissional, bem como de igual forma pode ser bem salutar o intercâmbio em outros países que avançam nesta área naval, promovendo, por conseguinte, uma maior interação com os centros de análise de dados acústicos da MB.

Desta forma, na atual conjuntura tecnológica e por meio da incorporação dos novos submarinos classe Riachuelo no cenário regional do hemisfério, pode-se inferir que o Brasil dá um salto significativo em importância dissuasória no ambiente que o circunda, fazendo da Marinha a maior ponta da lança em seus meios, ora impondo a grandeza por estar preocupada em acompanhar as novas doutrinas da guerra antissubmarino, ora mostrando o quanto é importante investir em novos meios e na qualificação de sua tropa. Assim, conclui-se que a História Naval muito nos ensina ao observarmos o caminho percorrido pelas grandes nações que avançaram em grandeza interna e externamente voltadas para o mar, partindo do pressuposto que o investimento no saber para com o seu pessoal e material fizeram toda a diferença na condução da guerra submarina, principalmente, neste tão renomado e importante equipamento que em muito vem se aperfeiçoando no decorrer do tempo: o sonar.

REFERÊNCIAS

- BARROS, Marcelo. Sonar como funciona e suas vantagens para a Marinha. **Defesa em foco**, 25 de Outubro de 2019. Disponível em: <https://www.defesaemfoco.com.br/sonar-o-como-funciona-e-suas-vantagens-numa-marinha/>. Acesso em: 19 jan. 2023.
- BRASIL. Centro de Instrução Almirante e Adestramento Áttila Monteiro Aché. **Manual de acústica submarino**. 2005.
- BRASIL. Centro de Instrução Almirante e Adestramento Áttila Monteiro Aché. **Manual de classificação sonar – Classon**. 2015.
- COUTO, José Alberto Cunha. A Marinha na Segunda Guerra Mundial. **SAGRES**, 2022. Disponível em: https://sagres.org.br/marinha_2gm/. Acesso em: 25 jan. 2023.
- GALANTE, Alexandre. Como funciona o sonar ativo. **Poder Naval**, 17 jan. 2018. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2018/01/17/como-funciona-o-sonar-ativo/>. Acesso em: 19 jan. 2023.
- PEREIRA, Leonardo Pires Black; AGUIAR, Oziel Marçal de. 75 anos do CAAML: passado, presente e futuro. **Revista Passadiço**, Niterói, ano 31, ed. 38, 2018.
- NAVIOS de Guerra Brasileiros. **SE Humaytá**. Disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/H/H012/H012.htm>. Acesso em: 27 jan. 2023.
- OS FLEET-TYPE: Um grande salto tecnológico. **Submarinos do BR**. Disponível em: https://submarinosdobr.com.br/os_fleet_type.htm. Acesso em: 30 jan. 2023.
- NAVIOS de Guerra Brasileiros. S Humaitá – S20. Disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/H/H009/H009.htm>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- NAVIOS de Guerra Brasileiros. NV/Naux Javari – M 11/U 18. Classe YMS1. Disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/J/J027/J027.htm>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- SONAR e seus operadores. Dezembro de 2012. Disponível em: <https://reitigre.wordpress.com/2012/12/02/sonar-e-seus-operadores/>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- PORTO, Gabriella. Sonar. **Infoescola.com**. Disponível em: <https://www.infoescola.com/tecnologia/sonar/>. Acesso em: 30 jan. 2023.
- UNIVERSITY OF RHODE ISLAND; INNER SPACE CENTER. The first studies of underwater acoustic: the 1800s. **Dosits.org**. Disponível em: <https://dosits.org/people-and-sound/history-of-underwater-acoustics/the-first-studies-of-underwater-acoustics-the-1800s/>. Acesso em: 14 fev. 2023.

UMA PROPOSTA DE TELEFONE SUBMARINO NACIONAL



Capitão-Tenente (EN) Antônio Walkir Sibanto Caldeira
Primeiro-Tenente (QC-CA) Rodrigo Scarabotto Godinho

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das comunicações acústicas submarinas tem sido objeto de interesse dual de diversas instituições mundo afora, em virtude das crescentes aplicações voltadas para as atividades militares, as explorações dos recursos presentes no oceano e o monitoramento de dados ambientais para a prevenção de desastres naturais. O principal objetivo de todos os sistemas de comunicação é enviar uma mensagem, compreensível e significativa, do transmissor para o receptor, e são compostos basicamente por três partes principais: a fonte, que contém o sinal/mensagem a ser transmitida, o canal, que é o meio por onde trafega o sinal, e o receptor ou destino da mensagem.

Uma comunicação acústica submarina eficiente e eficaz entre os meios navais representa um grande desafio em virtude das distorções presentes no canal acústico submarino, causadas principalmente pelas perdas na propagação, pela reverberação do sinal e pelo ruído ambiente, podendo comprometer significativamente o conteúdo da mensagem.

O som, que é uma onda mecânica, ao propagar-se no canal sofre diversas atenuações em virtude da dispersão do pulso acústico, na medida em que este se afasta da fonte de origem, e do efeito da absorção, que é resultado da conversão de energia sonora em energia térmica e que afeta, principalmente, os sinais de alta frequência. Além disso, as interações físicas do pulso acústico com a superfície e o fundo do mar resultam nas múltiplas reflexões dos ecos do sinal, fenômeno conhecido como reverberação, que afetam sobremaneira o desempenho da comunicação submarina, especialmente por causa da interferência intersimbólica.

Além das perdas na propagação, o sinal de interesse que chega no receptor também sofre a interferência do ruído ambiente, que pode comprometer severamente as comunicações quando este possui características não estacionárias e encontra-se na mesma banda de frequência do sinal. No ambiente submarino, os ruídos podem ser

classificados como ruídos naturais (bióticos e abióticos) e antropogênicos. Os ruídos bióticos (biológicos) são aqueles gerados por animais marinhos como peixes, baleias e camarões, enquanto os abióticos incluem os ruídos causados pelo vento, chuvas, ondas e movimentos sísmicos. Os ruídos antropogênicos são aqueles produzidos por atividades humanas, podendo-se citar os ruídos de embarcações, plataformas de exploração de petróleo, atividades portuárias, canhões de ar (*airguns*) e sonares ativos militares.

Os primórdios do telefone submarino remontam aos idos do século 20, quando mergulhadores precisavam se comunicar submersos com o supervisor, que ficava na superfície. A corrida armamentista da Segunda Grande Guerra impulsionou o desenvolvimento das comunicações submarinas, sobretudo com o advento dos submarinos e sonares. A simples comunicação por voz embaixo d'água, que é um sinal analógico, foi a preceptora das comunicações digitais submarinas, que é usada por diversas outras forças navais no mundo inteiro.

A necessidade de receber dados táticos, previsões meteorológicas ou de garantir a robustez e confiabilidade na troca de informações em situações adversas, como nas situações de busca e salvamento submarino, além da possibilidade de proporcionar uma maior interoperabilidade com os veículos autônomos, fez com que os Telefones Submarinos (UT – *Underwater Telephone*) incluíssem novas formas de comunicação, tornando-se cada vez mais versáteis e multifuncionais.

Se, anteriormente, os UT implementaram comunicações acústicas analógicas com transmissão de voz e código Morse, o binômio interoperabilidade/robustez influenciou na decisão da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) em desenvolver um protocolo padrão de comunicação entre os telefones submarinos, conhecido como JANUS, que passou a ser adotado nos recentes exercícios de busca e salvamento de submarinos, como o *Dynamic Monarch*.

2. DYNAMIC MONARCH E O PROTOCOLO JANUS

O *Dynamic Monarch* é o maior exercício de busca e salvamento submarino do mundo e tem como propósito avaliar a interoperabilidade e as capacidades operativas das Forças Navais das nações participantes, na maioria membros da OTAN, na resposta a um acidente submarino (ALVES; FRICKE, 2016). Em 2017, esses exercícios foram realizados na região de Marmaris, na Turquia, e contaram com a participação do *Center for Maritime Research and Experimentation* (CMRE) da OTAN, que apresentou, pela primeira vez, o emprego do protocolo JANUS para as comunicações digitais no contexto de resgate submarino.

O protocolo JANUS foi desenvolvido e testado pelo CMRE da OTAN com o objetivo de conferir uma padronização internacional das comunicações acústicas digitais, permitindo, assim, uma comunicação robusta e eficiente entre meios operativos de diferentes países. O JANUS adota a modulação *Frequency-Hopped Binary Frequency Shift Keying* (FH-BFSK), escolhida por sua robustez e facilidade de implementação. A frequência central é de 11,52 kHz, com uma largura de banda de 4,16 kHz, sendo essa banda de transmissão escolhida por ser apropriada para diversos cenários operacionais de comunicações submarinas e por permitir o emprego de diversos equipamentos já disponíveis no mercado, possibilitando a interoperabilidade dos diversos sistemas de comunicação (PETROCCIA; ALVES; ZAPPA, 2017).

Por fim, é importante destacar alguns mecanismos implementados no JANUS para mitigar as interferências nas comunicações simultâneas com o UT, podendo-se citar (ALVES; FRICKE, 2016):

- a sobreposição parcial das bandas de frequência do UT, sendo que há mais de 1kHz de espectro limpo disponível na região das baixas frequências, onde a maior parte da energia do sinal de voz está concentrada;
- controle de Acesso do Meio, que é um mecanismo que visa minimizar o risco de interferência entre o JANUS e UT oferecendo precedência para determinadas fontes de energia ocupando a mesma banda de frequência, quando estas são detectadas a partir de uma comparação entre a energia medida na banda e o nível de ruído ambiente; e

- reserva de tempo para transmissão no canal, uma especificação do pacote JANUS que permite que um sistema consiga reservar um tempo predefinido para efetuar a sua comunicação, silenciando transmissores com o protocolo JANUS adjacentes por um período que pode chegar a até dez minutos.

Durante estes exercícios, as comunicações digitais foram capazes de aprimorar a robustez, eficiência e confiabilidade na transmissão e na recepção de informações críticas nas operações de salvamento submarino. Além disso, a introdução do protocolo JANUS nos cenários de busca e salvamento submarino permite uma maior interoperabilidade dos exercícios, não somente por padronizar as comunicações em um contexto de operação conjunta de diversas Forças Navais, como também por permitir a integração de veículos não tripulados, como os veículos autônomos submarinos (AUV – *Autonomous Underwater Vehicles*), de superfície (ASV – *Autonomous Surface Vehicles*) e os veículos submarinos remotamente operados (ROV – *Remotely Operated Vehicles*).

Todavia, é importante mencionar que, em experimentos realizados para avaliar os impactos da inteligibilidade com a interferência da comunicação digital com o JANUS na comunicação por voz pelo UT, verificou-se que, para uma razão sinal-ruído elevada, mas com a potência do sinal interferente maior em 10 a 20 dB com relação à potência do sinal de voz, a perda na inteligibilidade pode chegar a 33% (ALVES; FRICKE, 2016). Portanto, estudos futuros ainda podem ser conduzidos no sentido de mitigar os efeitos desta interferência com o propósito de reduzir a degradação da inteligibilidade do sinal de voz durante o emprego simultâneo do UT e da comunicação digital.

3. PROPOSTA DO TELEFONE SUBMARINO NACIONAL

Um protótipo do Telefone Submarino Nacional (TSN) foi desenvolvido pelo Departamento de Acústica Submarina do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), com o propósito de prover uma comunicação por voz bidirecional (*half-duplex*) entre embarcações por meio de ondas acústicas submarinas. A figura 1 mostra um esquema dos sistemas de transmissão e recepção dos sinais de voz para o TSN em um canal acústico submarino. Os sinais acústicos captados pelo microfone no sistema de transmissão são digitalizados, modulados em amplitude de portadora suprimida, banda única (AM SSB-SC) na

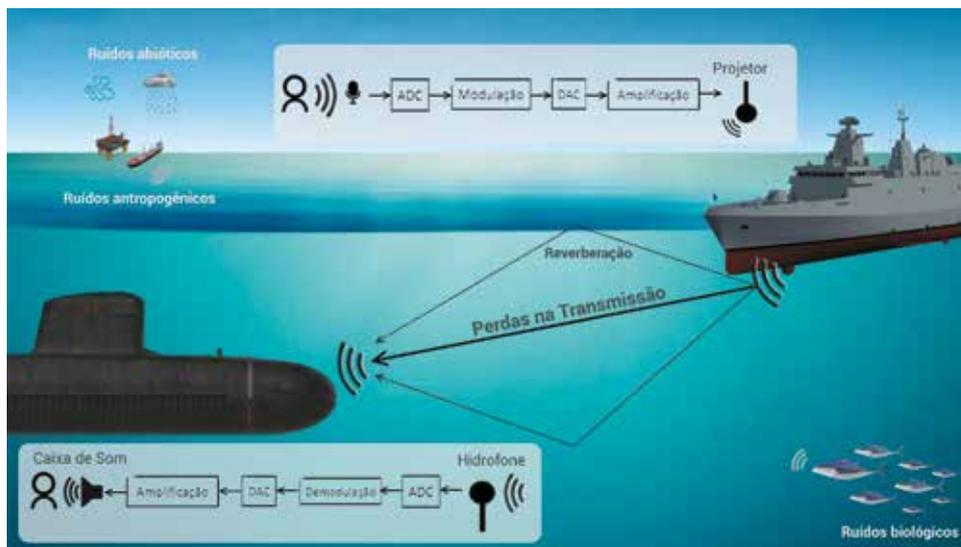


Figura 1: TSN em um canal acústico submarino.

frequência de 8,0875 kHz e depois convertidos para sinal analógico para transmissão no canal submarino via projetor acústico. Os sinais da portadora são captados por um hidrofone no sistema de recepção, digitalizados, demodulados para obtenção do sinal original, que é então convertido para sinal analógico para ser reproduzido em uma caixa de som.

A figura 2 apresenta a parte seca e molhada do protótipo do TSN para os sistemas de transmissão e recepção. A parte seca do sistema de transmissão conta com um microfone SKP PRO 7K, um amplificador PWS DC-80, enquanto a parte seca do sistema de recepção conta com um amplificador NCA 100 R4 e uma caixa de som da Sony SS-H991SAV. Tanto a modulação quanto a demodulação do sinal de interesse foi implementada em uma *Raspberry Pi 3* na linguagem *Octave*. Para a parte molhada, o projetor e o hidrofone estão imersos em um tanque de água salgada para testes de comunicação.

Além dos experimentos realizados neste tanque, o protótipo do TSN também já foi testado na Comissão CSUB VIII do IEAPM, em março de 2020, em que o sinal de voz foi transmitido a partir de uma estação submarina fixa composta por um arranjo linear vertical de seis projetores nas proximidades do Posto Avançado do Centro de Apoio a Sistemas Operativos (CASOP), no Morro do Pontal do Atalaia, em Arraial do Cabo, e recebido com sucesso pelo UT do Submarino Tupi.

O TSN proposto neste artigo consiste em apresentar uma solução versátil e multifuncional nos sistemas de comunicações acústicas submarinas, que permita empregar a já conhecida comunicação analógica dos UTs e as modernas comunicações digitais com o protocolo JANUS, o que possibilitaria uma maior interoperabilidade entre os submarinos

da Marinha Brasileira e de outras Marinhas amigas em comissões ou exercícios futuros. Com relação a este último, é indispensável frisar a importância do Projeto Comunicações Submarinas (CSUB), concebido em 2012 no IEAPM, e que culminou no desenvolvimento do primeiro modem acústico nacional definido por software, de domínio exclusivo da Marinha do Brasil, em apoio ao Programa de Submarinos da Marinha (PROSUB) (GUARINO et al., 2018).

Além da experiência adquirida durante os dez anos do projeto CSUB, bem como a manutenção da infraestrutura que permitiu o sucesso deste projeto, o IEAPM também conta com uma equipe de Oficiais altamente qualificada na área de Acústica Submarina, graças ao bem-sucedido programa de qualificação de pessoal adotado pela MB para os cursos de mestrado e doutorado no Brasil e no exterior. Sendo assim, esta conjuntura de fatores é profícua ao desenvolvimento de uma tecnologia autóctone para um sistema de comunicações submarinas confiável, versátil, escalável e seguro.



Figura 2: Protótipo TSN – parte seca e molhada.

Um outro aspecto relevante deste domínio tecnológico completo, em contraponto à aquisição de equipamentos “caixa-preta” para os meios, é a flexibilidade em aperfeiçoar ou implementar novas funcionalidades no software do TSN. Por exemplo, pode-se citar um módulo de processamento dos sinais recebidos visando aprimorar os aspectos perceptuais da voz, que podem ser analisados por medidas de qualidade e inteligibilidade (LOIZOU, 2007). As medidas de qualidade avaliam a atenuação das distorções causadas pelos ruídos acústicos. As medidas da inteligibilidade referem-se à correta compreensão da mensagem transmitida em uma locução, sendo objetivamente avaliada segundo um percentual de acerto de palavras ou sentenças. Para melhoria da qualidade, geralmente são utilizados os métodos do realce de voz (CALDEIRA; COELHO, 2021). Para o aprimoramento da inteligibilidade em cenários ruidosos e reverberantes, também podem ser aplicadas as máscaras acústicas (MARTINY; ALCÂNTARA; COELHO, 2022).

Além disso, outras aplicações podem ser implementadas em conjunto com estes métodos, como a identificação de palavras, reconhecimento automático de locutor e classificação de emoções acústicas, que podem ser de vital importância em situações de elevado estresse emocional do operador do telefone submarino. Para as comunicações digitais, também pode-se citar o desenvolvimento de técnicas que visam aumentar a segurança das informações transmitidas, como algoritmos de criptografia, ou até mesmo por métodos de baixa probabilidade de detecção (LOUZA; JESUS, 2022), que possibilitariam uma comunicação acústica com o submarino sem a perda de sua furtividade. Por fim, vale frisar a importância no fomento da base industrial de defesa nacional através da prospecção tecnológica de parcerias estratégicas visando à produção da versão final do TSN em larga escala.

CONCLUSÃO

Este artigo apresentou uma proposta de Telefone Submarino com tecnologia totalmente nacional a ser empregado nos diversos meios navais da Marinha. Um protótipo do TSN foi desenvolvido no IEAPM e já foi testado com sucesso para comunicações por voz em uma comissão operativa com a participação do Submarino Tupi. Além de contar com uma equipe de mestre e doutores na área de Acústica Submarina, o IEAPM tem uma vasta experiência adquirida no projeto CSUB, cujo produto foi um modem acústico definido por software. Dessa forma, o TSN proposto seria capaz de prover tanto as comunicações analó-

gicas por voz quanto as comunicações digitais, nas quais seria possível incluir o protocolo JANUS da OTAN. O domínio de uma tecnologia de comunicações submarinas autóctone também permitiria a modernização do TSN para aperfeiçoar as comunicações entre os meios navais, como pela melhora na inteligibilidade das comunicações por voz ou na confiabilidade e segurança das informações transmitidas, além da contribuição ao fomento da indústria nacional.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.; FRICKE, C. Analysis of JANUS and underwater telephone capabilities and co-existence. *In: IEEE THIRD UNDERWATER COMMUNICATIONS AND NETWORKING CONFERENCE (UCOMMS)*, 3., 2016, Lerici, Itália. **Anais [...]**. IEEE, 2016, p. 1-5.

CALDEIRA, A.; COELHO, R. Realce de sinais em ambiente com variações acústicas subaquáticas. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES E PROCESSAMENTO DE SINAIS (SBrt2021)*, 39. 2021, Fortaleza. **Anais [...]**. Ceará: UFC, 2021.

GUARINO, ALEXANDRE G.L.; SILVA, Luis Felipe P.S.; XAVIER, FABIO C.; OSOWSKY, JEFFERSON. Primeira versão de um modem acústico submarino definido por software da Marinha do Brasil. **Pesquisa naval**, Brasília, v. 29, p. 76-85, 2018.

LOIZOU, P. **Speech enhancement: theory and practice**. Flórida: CRC Press, 2007.

LOUZA, F. B.; JESUS, S. M. Low probability of detection underwater communications using a vector sensor. *UNDERWATER COMMUNICATIONS AND NETWORKING CONFERENCE (UCOMMS)*, 6., 2002, Lerici, Itália. **Anais [...]**. IEEE, 2002, p. 1-5.

MARTINY, R.; ALCÂNTARA, R.; COELHO, R. Avaliação da predição objetiva da inteligibilidade de sinais reverberantes e ruidosos com uso de máscaras acústicas. *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES E PROCESSAMENTO DE SINAIS (SBrt2022)*, 15., 2022, Santa Rita do Sapucaí, 2022. **Anais [...]**, 2022.

PETROCCIA, R.; ALVES, J.; ZAPPA, G. JANUS-based services for operationally relevant under water applications. **IEEE journal of oceanic engineering**, v. 42, n. 4, p. 994-1006, 2017.



AVENTURA ABAIXO DO POLO NORTE

Traduzido e adaptado do livro "Submarines! Eight Exciting Stories", de Carey Miller, 1971, "Piccolo True Adventures", Capítulo 8, "Adventure Under the North Pole".



Capitão-Tenente Phillipe Conan Santa Rosa

Podemos começar com algo que já deve ser de conhecimento de todos: o advento da propulsão nuclear mudou sobremaneira o posicionamento do submarino como arma de guerra. Trouxe também uma melhora considerável à vida do submarinista, dando-lhe graus de segurança e conforto até então desconhecidos nesses meios.

Significava o fim dos ruidosos motores a diesel e do forte cheiro de seu óleo – ao menos na Marinha dos Estados Unidos (USN) – que sempre permanecia nas roupas e nas memórias de um submarinista que embarcou em tempos de guerra. Foi o banimento das pesadas, e à época instáveis, baterias e seu risco de produção de gás cloro mortal. Os volumosos tanques de óleo, que antes abarrotavam a forma do casco, agora poderiam ser removidos, deixando o submarino com mais espaço interno e uma forma muito mais aerodinâmica.

A ausência de motores a diesel também significava que não havia mais fumaça de escapamento e trilhas reveladoras de bolhas que no passado causaram a morte de muitos submarinistas em evasão. Além disso, sua nova forma era mais rápida, de maior manobrabilidade e bem mais silenciosa comparando-se à antiga forma, semelhante a um navio de superfície. Na guerra, seria um inimigo terrível. A mágica por trás de sua autonomia advém do processo de fissão nuclear que ocorre dentro de um reator de chumbo, no centro do qual se utiliza um pedaço de urânio não muito maior que uma laranja. Esse “pedaço” gera enorme calor em um fluxo de água. O resto do processo não se difere muito ao de uma turbina a vapor, que servirá para gerar rotação para o eixo e energia para o navio.

Mesmo antes da Segunda Guerra Mundial, o assunto da propulsão nuclear já era veiculado e escrito com frequência, mas ninguém foi corajoso o suficiente para mergulhar

em um método tão completamente inexperiente e, é claro, caro. Em 1946, foi construído no Tennessee um reator que permitiu que um grupo, composto pelo Exército, a Marinha e a sociedade civil, pudesse estudar a energia nuclear e a melhor maneira de usá-la. O, na época, Capitão Hyman George Rickover, submarinista e engenheiro elétrico, participante desse experimento, convenceu-se de que a propulsão movida por energia nuclear era a evolução natural para a propulsão submarina. Inicialmente, a USN relutou em aceitar suas teorias, em parte pela vultosa quantia necessária para produzir um submarino desse tipo. Após seis anos de determinação e solicitações, Hyman convenceu a Marinha de que um submarino nuclear seria uma arma prática.

Finalmente, em junho de 1952, foi iniciada a construção do Nautilus. Seu reator foi construído secretamente no deserto de Idaho, a quilômetros dos estaleiros de construção naval da Electric Boat Company, em Connecticut, onde o casco estava sendo construído, também em sigilo. Demorou dois anos até que ele estivesse pronto. Era um grande navio que deslocava 3.180 toneladas e tinha 92 metros de comprimento e 12 de largura. Seu custo final foi estimado, em cerca de 55 milhões de dólares e em muito divergia do Nautilus desenhado por Robert Fulton.

No interior, cada tripulante tinha seu pequeno cubículo com uma cama no lugar das velhas redes que jaziam pelos compartimentos. Cada cama tinha uma luz vermelha e seu próprio armário. Havia um “luxuoso” refeitório, onde os marinheiros podiam desfrutar de uma TV, um toca-discos e uma máquina de sorvetes e refrigerantes. Havia três bibliotecas e até uma máquina de lavar e uma secadora. Comparado com os submarinos do tempo das Grandes Guerras, era um hotel flutuante! Pela primeira vez, era possível ficar submerso por um período indefinido, resultado

de outra inovação do Nautilus, o purificador de dióxido de carbono, um dispositivo que absorvia o venenoso dióxido de carbono da respiração do ar no interior do submarino. Quando era necessário, grandes ampolas de oxigênio eram usadas para substituí-lo.

No dia 21 de janeiro de 1954, muitas pessoas importantes estiveram presentes para ver o lançamento desta maravilhosa máquina, entre elas o agora Contra-Almirante Rickover, e o primeiro comandante, Eugene Parks “Dennis” Wilkinson. Era um dia típico de janeiro, frio e de céu cinzento. No entanto, quando a esposa do presidente dos Estados Unidos da América (EUA), Sra. Eisenhower, quebrou a garrafa de champanhe na proa do submarino, o sol se abriu magicamente sobre o Nautilus e os ali reunidos. Logo se tornaria um ditado na Força de Submarinos americana: “o sol sempre brilha para o Nautilus”. O submarino afastou-se silenciosamente do cais, grande e imponente, com o sol brilhando em sua vela, destacando o indicativo de costado 571 impresso em branco, contrastando com o casco preto. O Comandante Wilkinson, ao atender a propulsão pela primeira vez, respondeu na fonia com uma mensagem histórica, que marcava uma mudança sem volta para a USN: “Atendendo com energia nuclear!”

O Navio passou por seus testes e provas de mar com facilidade, quebrando todos os recordes submarinos que já haviam existido. Quatro meses após seu lançamento, viajou de New London, em Connecticut, para San Juan, em Porto Rico, percorrendo 1.381 milhas em menos de noventa horas, dez vezes mais longe do que qualquer outro submarino havia viajado sem retornar à superfície.

Não é de se espantar que os dois anos seguintes ao lançamento tenham sido repletos de conquistas para o Nautilus. Ele ostentava a vantagem de ser o único navio movido a energia nuclear do mundo. Seus incríveis feitos e diversas viagens surpreendiam a todos. Em todos os lugares em que atracava, as pessoas se reuniam para vê-lo de perto, mesmo que apenas de relance.

Desde que o submarino provou ser um navio subaquático de sucesso, homens falavam em viajar sob o gelo do Polo Norte. A calota polar sempre foi – e ainda é – objeto de fascínio. O oceano mais ao norte do planeta é coberto por uma camada composta de quilômetros de gelo compactado, com temperaturas extremas, onde apenas morsas

e focas sobrevivem. O mistério do que está sob seus mares congelados atormentava o homem há séculos. Navegar sob este deserto hostil de gelo era como os objetivos de escalar o Monte Everest ou alcançar a Lua – um desafio que não poderia ser ignorado, embora parecesse impossível. Antes dos estudos e da evolução da energia nuclear, os submarinos tentavam passar por baixo do gelo levando consigo picaretas e serras para, em uma hipótese improvável, uma tentativa vã de abrir caminho quando estivessem na superfície, mas mesmo os mais ousados haviam se aventurado apenas alguns quilômetros sob o gelo – obviamente, ter de retornar à costa para revitalizar a atmosfera e carregar baterias era um fator a ser considerado, sem falar das condições extremas de operação dos equipamentos nas águas geladas.

Quando o Nautilus, a nova maravilha subaquática, mostrou suas incríveis capacidades, parecia natural que o desafio dos mares gelados seria o próximo grande teste. Apesar disso, os planos para a tentativa polar do Nautilus foram rotulados como ultrassecretos. Assim como aconteceu com as missões do U-47 e do *Scire*, até mesmo as tripulações não foram informadas até que estivessem em alto mar.

Um novo oficial, o Comandante William Robert Anderson, assumiu o comando do Nautilus em junho de 1957 e, no mês seguinte, o navio passou por importante manutenção. Os engenheiros instalaram uma agulha giroscópica, o único tipo de bússola que mantém seu funcionamento adequado perto do Polo Norte e com níveis superiores de precisão mesmo mergulhado. O *Fathometer*, um tipo de medidor de gelo, criado pelo Dr. Waldo Lyon, foi instalado a bordo pelo seu próprio inventor. Este instrumento inteligente poderia medir a distância entre o submarino e o gelo flutuando acima dele, estimando a camada de gelo e auxiliando a evitar colisões. Em agosto de 1957, o Nautilus partiu em sua primeira viagem polar.

Assim que se fez ao mar, o Nautilus fez a imersão e o Comandante Anderson informou à tripulação o seu destino. Ele ficou aliviado ao descobrir que todos estavam muito felizes com isso, mas ficou bastante alarmado quando descobriu que o periscópio principal estava apresentando um vazamento de água. Apesar disso, o Nautilus fez sua primeira navegação sob o gelo às 20h do dia 7 de setembro. Depois de percorrer uma boa distância, o medidor mostrou que havia um trecho de água limpa diretamente

acima deles. Quando o submarino tentou emergir, no entanto, foi surpreendido e colidiu violentamente com uma espessa camada de gelo, danificando gravemente os dois periscópios. Ao que parece, o Fatômetro não estava funcionando corretamente.

Depois de retornar pela derrota cumprida até o momento, eles emergiram em águas abertas para examinar os danos à vela. O periscópio número 2 foi esmagado sem possibilidade de reparo e o número 1 estava muito envergado e rachado. O Comandante decidiu que a missão teria que ser cancelada, mas sua equipe de reparos sugeriu outra alternativa. No meio de ventos cortantes de 30 nós e com a temperatura próxima ao ponto de congelamento, eles repararam o periscópio n° 1 de volta ao seu ângulo correto e soldaram a rachadura que se formou como resultado da dobra. Todo o reparo, feito em condições extremas, levou cerca de quinze horas.

Próximo das oito horas da manhã do dia seguinte, com um dos periscópios operando, o submarino avançou sob o gelo novamente para recomeçar a viagem de 660 milhas para o Polo Norte. As coisas correram de forma mais tranquila desta vez e o Nautilus penetrou silenciosamente nas profundezas da espessa crosta de gelo que cobre o topo do globo. A cerca de 120 milhas do Polo, subitamente um dos fusíveis queimou e ambas as agulhas giroscópicas pararam de funcionar. Sem a ajuda delas, era impossível para os navegadores manterem a derrota planejada com segurança. Então, Anderson, relutantemente, deu a ordem de retornar.

A viagem de volta não foi tão alegre para os tripulantes do navio, operando sem as novas e valiosas giroscópicas. É fácil imaginar o submarino fazendo uma guinada errada e colidindo com o contorno do fundo ou variando a cota e ficando preso no gelo, incapaz de ser resgatado. O navio retornou à superfície dois dias depois, ao sul da camada de gelo. Apesar de estarem desapontados, o navio já havia quebrado outro recorde: chegou mais longe debaixo da camada de gelo do Polo Norte do que qualquer outro.

Um ano se passou antes que outra missão ao Polo Norte fosse dada ao Nautilus. Dessa vez, o submarino foi incumbido de atravessar do Pacífico para o Atlântico, cruzando o Ártico no processo. Essa tentativa seria acompanhada por outro submarino nuclear recentemente construído, o USS Skate, que deveria abordá-lo por uma

rota diferente e em momento diferente. Então, havia um certo espírito competitivo entre as duas tripulações. Ser o primeiro submarino a cruzar o círculo ártico com certeza seria uma conquista histórica – além do domínio da navegação no Ártico ser um passo importante para os Estados Unidos da América, pois possibilitaria o andamento de testes de lançamento do projeto de desenvolvimento de armas balísticas nucleares submarinas em resposta aos recém-criados mísseis balísticos soviéticos.

Durante o inverno anterior, o Nautilus havia sido modernizado com equipamentos no “estado da arte”, ferramentas de prevenção e combate a incêndios, novas agulhas giroscópicas e, em especial, um sistema de televisão que transmitia imagens do gelo para o submarino e um reforço de aço construído em torno de seus periscópios para diminuir a probabilidade do gelo danificá-los novamente.

Depois disso, o navio partiu do Electric Boat Yard, em Groton, rumo ao porto de Seattle, para realizar os últimos testes em preparação para retomar sua missão. Esta curta viagem foi quase desastrosa, pois ocorreram muitas falhas inesperadas nos equipamentos, algumas bastante sérias, incluindo um grande incêndio no compartimento de máquinas que obrigou o submarino a ir à superfície para usar o sistema fixo de extintores. Como o sistema descarregava dióxido de carbono na atmosfera do compartimento, seria muito perigoso usá-lo mergulhado. Se o Nautilus já estivesse sob a calota de gelo polar, no entanto, não haveria chance de retorno à superfície. Era um lembrete para todos dos perigos que existem quando se serve a bordo de submarinos, mesmo um tão tecnológico quanto o Nautilus e uma marca que assombraria a tripulação em sua próxima empreitada ao Polo Norte.

O submarino partiu de Seattle para o Polo Norte em 9 de junho. Sua tripulação, incluindo o Comandante, estava mais quieta do que o de costume. Embora todos as avarias tivessem sido sanadas, eles ainda se sentiam inquietos com a tentativa polar. Seus temores foram confirmados quando, apenas cinco dias depois, eles encontraram gelo espesso muitos quilômetros mais ao sul do que deveriam. Conhecendo os marinheiros, naturalmente foi interpretado como um sinal de mau presságio, reforçado pouco depois quando o novo giroscópio quebrou, enchendo o navio com um clima pesado e inquietante. Não foi surpresa, quando um

operador sonar tomado pelo desgaste psicológico pensasse ter detectado um submarino russo os seguindo. Acabou sendo apenas destroços no gelo. Em 18 de junho, a camada gelada ficou tão espessa que era impossível continuar, então o Comandante Anderson retornou novamente, desta vez para Pearl Harbor.

A tentativa seguinte acontecera em 23 de julho de 1958, quando todas as falhas do submarino já haviam sido corrigidas novamente. Dessa vez, diferente da última, o Nautilus navegou por mares tranquilos e sem gelo por muitas milhas e, em 30 de julho, ele estava pronto para o último mergulho antes de sua corrida final até o Polo. Pouco antes desta imersão, o Comandante Anderson viu um pedaço de gelo no convés do submarino. Falando em superstições marinheiras, impulsivamente, ele o pegou, associando a um amuleto de boa sorte, e o guardou na câmara frigorífica do submarino.

Com esse último mergulho, o Nautilus, milagre da engenharia humana, finalmente se consagrou. Hora após hora, rápido como uma flecha, ele singrou pelos mares desconhecidos mostrando aos seus marinheiros, confortáveis em temperaturas próximas de 22 graus Celsius, imagens de televisão dos temidos blocos de gelo movendo-se constantemente acima deles. Ao invés de assustador, como eles imaginavam, era quase lindo de observar enquanto mantinham sua rotina normal, comendo e dormindo, sob o casco de aço.

O submarino, viajando a vinte nós, avançava milha após milha, se entranhando cada vez mais fundo sob a crosta de gelo. À medida que se aproximavam do polo, havia uma grande sensação de tensão e excitação a bordo do navio. Até o Comandante estava ansioso. Às 11h15 da manhã do dia 3 de agosto, Anderson teve o prazer de falar à sua tripulação que eles eram a primeira embarcação de qualquer

tipo a chegar ao Polo Norte! Isso merecia uma grande comemoração que a tripulação chamou de “Festa do Polo Norte”, e que incluiu um marinheiro vestido de Papai Noel que, afinal, é a única pessoa que deveria realmente viver ali.

A viagem de volta ao sul continuou sem problemas e em 5 de agosto, depois de passar 96 horas e viajar 1.830 milhas sob o gelo, o Nautilus emergiu em águas tranquilas e céu claro. O segredo estava agora no fim e o operador de rádio transmitiu as primeiras notícias da viagem bem-sucedida sob o Polo. O Nautilus navegou para a Islândia, onde o Comandante deixou o navio e voou para Washington.

Congratulações foram enviados para o Nautilus de todo o mundo. Até a tripulação do USS Skate, que esperava desesperadamente ser o primeiro navio a completar esta missão, escondeu sua decepção e sinalizou seus votos de felicidades ao submarino triunfante. O Comandante Anderson recebeu uma Citação Meritória do Presidente dos Estados Unidos, a única concedida a um Comandante de navio da Marinha americana em tempos de paz. Ele elogiou as conquistas históricas do Nautilus e descreveu seus oficiais e tripulantes como homens de habilidade, competência profissional e coragem.

O capitão ficou muito orgulhoso e presenteou o Presidente e sua esposa, a Sra. Eisenhower, com um dos relógios do navio que havia sido parado na exata hora em que cruzaram o Polo. Ele também não esqueceu o Almirante Rickover, o homem que tornou tudo isso possível. Ele o presenteou com o bloco de gelo do Ártico que havia sido mantido congelado todo esse tempo na frigorífica do navio.

Ele então voou de helicóptero de volta para seu navio, que já estava próximo da Inglaterra, e o levou de volta à sua terra natal em Connecticut para completar a viagem mais incrível da história do mar.

PROGRAMA DE SAÚDE MENTAL INTEGRADO (eMHP), PROMOÇÃO DA HIGIENE PSICOLÓGICA EM UM SUBMARINO



Suboficial OS Rodrigo da Silva Lima

1. INTRODUÇÃO

A aptidão psicológica é um componente importante para a prontidão e sucesso operacional da unidade submarina. A incorporação de profissionais em saúde comportamental pode reduzir as perdas não planejadas de pessoal como resultado do estresse psicológico. A saúde mental é uma parte importante da determinação da prontidão geral de uma Força. As Forças submarinas Estadunidenses implementaram o Programa Piloto de Saúde Mental Integrado (eMHP) para lidar eficazmente com esse tipo de situação.

2. O QUE É O PROGRAMA DE SAÚDE MENTAL INTEGRADO (eMHP)?

Este programa é um novo modelo de prestação de cuidados de saúde mental que foi iniciado em 2016. Seu objetivo é dar aos submarinistas acesso rápido aos cuidados de saúde mental de maneira eficaz que abordam as preocupações peculiares de cada caso, com a expectativa de retornar os pacientes ao nível operativo.

Os submarinistas mostram taxas mais altas de ansiedade, fobias e somatização, de modo que problemas mentais surgem com sintomas físicos. O ambiente fisicamente hostil significa

que estes militares não apenas vivem em um ambiente isolado e constantemente fechado, mas também dormem em um ambiente exposto a ruídos excessivos, e a constante exposição à luz artificial também pode levar a problemas mentais. Estes problemas são mais pronunciados entre os submarinos com propulsão nuclear do que aqueles com propulsão convencional.

Os complexos submarinos nucleares não apenas exigem pessoal mais instruído, como também tendem a se preocupar mais com acidentes e com o efeito da radiação em sua saúde.

Os profissionais de eMHP são orgânicos da unidade operacional à qual estão designados. Isso significa que eles realmente fazem parte da tripulação, assim como qualquer outro militar da unidade submarina. Estes especialistas são capazes de obter competência cultural, pois eles realmente entendem as tensões que são exclusivas da cultura submarina que atendem e, por causa disso, são capazes de cuidar melhor de seus pacientes. Por causa disso, estes profissionais conseguem adotar uma abordagem mais preventiva, por meio da identificação precoce de alguma alteração emocional na tripulação. Além disso, realizam briefings aos Comandos e tripulações sobre temas como melhoria da resiliência, educação sobre autocuidado e



Figura 1: Submarino convencional em trânsito para o porto-sede.



Figura 2: Submarino chinês.

enfrentamento do estresse, com a intenção de otimizar o desempenho dos militares ao máximo.

A equipe de eMHP gerencia a maioria, se não todos, dos cuidados de saúde mental diretamente de dentro do submarino. O contato inicial entre os profissionais eMHP e a tripulação começa com uma avaliação de admissão que normalmente leva cerca de uma a duas horas.

Durante esse encontro, eles irão conhecê-lo como pessoa e descobrirão quais desafios de saúde mental que o militar possa estar enfrentando. Eles farão perguntas abrangentes sobre todos os sintomas, para que encontrem a melhor abordagem de tratamento futuro. Com base nas necessidades específicas, o especialista criará um plano de tratamento personalizado e um cronograma de acompanhamento, geralmente variando de uma consulta a cada dois dias a uma vez a cada duas semanas. Em raras circunstâncias em que são necessárias avaliações adicionais para testes psicológicos ou certas avaliações de medicamentos, os militares podem ser encaminhados para um hospital, para algumas visitas, sendo o profissional eMHP sempre o gerente de caso principal e a pessoa para conversar se os submarinistas tiverem alguma dúvida ou preocupação sobre seus cuidados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destarte, como o especialista eMHP é orgânico no sub-

marino, os pacientes podem ser atendidos muito mais rapidamente do que nas clínicas de saúde mental, que podem ter um tempo de espera de mais de quatro semanas para atendimento. Com o eMHP, o tempo de espera, com base nas circunstâncias do caso específico do paciente, varia do mesmo dia até cerca de uma semana. A obtenção de um tratamento precoce quando necessário melhorará os sintomas de saúde mental e, portanto, um estado de prontidão muito maior e melhor.

REFERÊNCIA

EDUCATIONAL Mental Health Practitioner (eMHP) Programmes. Disponível em: www.sheffield.ac.uk. Acesso em: 2 abr. 2023.

EMBEDDED Mental Health Mission and Objectives – AMSUS. Disponível em: www.amsus.org. Acesso em: 2 abr. 2023.

SCHAEFER, Agnes Gereben; AUSINK, John A.; GOUGHNOUR Thomas; GORE, Kristie L.; JACKSON, Kimberly; EMSLIE, Paul. Alternative approaches for expanding the air force's task force true north program. **Rand Corporation**. Santa Monica, California, 2022. Disponível em: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA269-1.html. Acesso em: 2 abr. 2023.



Figura 3: Equipe eMHP no exercício da atividade com integrantes da tripulação.

O SUBMARINO TAPAJÓ E SUA HISTÓRIA NA MARINHA DO BRASIL



Segundo-Tenente Ramon Costa Seabra

1. INTRODUÇÃO

Os submarinos são uma das mais importantes ferramentas de defesa utilizadas por diversas nações em todo o mundo. Sua discrição e seu potencial destrutivo são fatores de grande relevância no caráter dissuasório. O Brasil é um dos países que dispõem desses meios em sua Marinha e, atualmente, está no processo de substituição pelos novos da classe “Riachuelo”. Com a baixa do Timbira (S32), em fevereiro deste ano, e a futura incorporação do Humaitá (S41), o submarino Tapajó também se aproxima do fim de seus serviços à Armada. Neste artigo, apresentaremos uma visão geral sobre este submarino, desde sua construção até sua retirada de serviço, além de um breve histórico da Força de Submarinos.

2. A CRIAÇÃO DE SUBMARINOS NO BRASIL

O Brasil tem uma longa história na operação de submarinos. As três primeiras unidades da Marinha do Brasil foram adquiridas há mais de cem anos e eram denominadas de classe “F” (Foca), sendo adquiridas da Itália. Em 17 de julho de 1914, foi criada a Flotilha de Submersíveis, que posteriormente, em 1928, veio a ser chamada de Flotilha de Submarinos e, finalmente, recebeu a denominação atual de Força de Submarinos em 1963 (MARINHA DO BRASIL, 2018).

Foi na década de 1980, que a Marinha do Brasil iniciou um programa de construção de submarinos próprios. Com a parceria da empresa alemã Howaldtswerke-Deutsche

Werft GmbH (HDW), foram construídos os submarinos da classe “Tupi”. O primeiro submarino, que dá nome à classe, foi fabricado na Alemanha, enquanto os outros três, incluindo o Tapajó, foram fabricados no Brasil. Em uma disputa com a Austrália sobre quem teria o título de construir o primeiro submarino no hemisfério Sul, os brasileiros saem vencedores com a mostra de armamento do Submarino Tamoio em 1994 e posterior incorporação em 1995 (MARINHA DO BRASIL, s.d.), enquanto os australianos só incorporaram o HMAS Collins em 1996 (ROYAL AUSTRALIAN NAVY, s.d.).

3. APRESENTAÇÃO DO SUBMARINO TAPAJÓ

O submarino Tapajó é o “irmão mais novo” dos quatro submarinos da classe “Tupi”. Teve seu Batimento de Quilha em agosto de 1992, foi lançado ao mar em 5 de junho de 1998 e a Mostra de Armamento ocorreu em 21 de dezembro de 1999. É o terceiro da classe a ser construído no Brasil, no Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro, e teve como madrinha a Senhora Anna Maria Ferreira Maciel, esposa do Vice-Presidente Dr. Marcos Maciel (MARINHA DO BRASIL, s.d.).

Seu nome é uma homenagem ao guerreiro, à tribo e ao rio Tapajós, sendo o primeiro submarino da Marinha a ostentar este nome. Sua mascote é o peixe Marlim, um animal muito valorizado na pesca esportiva, conhecido por suas habilidades de luta e sua beleza, brigador até o fim. A mascote representa as características de coragem, força e agilidade que são necessárias para a tripulação durante as operações submersas.

Ele é dividido em cinco compartimentos, de proa a popa: Torpedos, Baterias, Comando, Manobra e Máquina. O primeiro, como o próprio nome sugere, é onde se encontram os tubos de torpedos, inicialmente desenvolvidos para utilizar o MK24 *Tigerfish*, mas posteriormente passaram a operar com MK48. Em seguida, temos as áreas destinadas aos alojamentos, camarotes, cozinha e Praça D’Armas. Sob



Figura 1: Fonte: Poder Naval, s.d. Disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/F/F001/F001-f01.jpg>. Acesso em: 16 mar. 2023.

elas se encontram dois dos quatro grupos de baterias. À meia nau, encontra-se o compartimento de comando, que se pode dizer que é o cérebro do submarino, de onde emanam as ordens e onde estão grande parte dos sensores. Logo após, temos as “pernas” do submarino, a Manobra, onde é possível controlar a velocidade, rumo e cota (profundidade) do meio. Por último, na Máquina encontramos tanto os motores e geradores para propulsão, como diversas bombas.

4. HISTÓRICO DE OPERAÇÕES

O submarino Tapajó participou de diversas operações da Marinha do Brasil ao longo de sua vida útil. Foi de suma importância como um baluarte no patrulhamento e defesa da costa brasileira, na qualificação de cursos relativos à Força de Submarinos, adestramentos com meios navais e aeronavais, bem como na participação de exercícios militares com outras nações.

Tem carimbado em seu histórico um total de 1.488,5 dias de mar, 24.279 horas de imersão e 120.390,1 milhas náuticas navegadas. Essa marca é fruto das inúmeras operações das quais participou, dentre elas: ADEREX, UNITAS, FRATERNO, TROPICALEX, ASPIRANTEX, ESQUADREX, VENBRAS, SUBMEX, TORPEDEX, TEMPEREX, DEPLOYMENT, e apoio ao Curso de

Aperfeiçoamento em Submarinos para Oficiais (CASO), Estágio de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos (EQFCOS) e Curso de Aperfeiçoamento de Mergulhador de Combate para Oficiais (CAMECO).

No dia 20 de maio de 2000, visita seu primeiro porto fora do Rio de Janeiro, Salvador (BA), durante a comissão de Apoio ao EQFCOS. Neste mesmo ano, participa da UNITAS XLI e da FRATERNO XX, guinando rumo às águas internacionais e atracando em Mar del Plata – Argentina –, seu primeiro porto estrangeiro.

O navio participou de várias operações e exercícios da Marinha do Brasil nos anos subsequentes, de 2001 a 2003, incluindo a TROPICALEX, TORPEDEX, MINEX/ESPECIEX, UNITAS e ASPIRANTEX. Também apoiou o Curso Expedito de Tática Antissubmarina para Oficiais, o CAMECO, e realizou exercícios de minagem e perifoto.

Chegando ao ano de 2004, foi realizada a operação SARSUB, planejada pelo Comando da Força de Submarinos para treinar o resgate de membros da tripulação em um submarino sinistrado, utilizando o Sino de Resgate Submarino (SRS). Durante o período, o Tapajó trabalhou em conjunto com o ex-Navio de Socorro Submarino Felinto Perry e o Aviso de Apoio Costeiro Almirante Hess, além de contar com o apoio de mergulhadores. A retirada de um



Figura 2: Fonte: Poder Naval, 2010. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/wp-content/uploads/2010/02/Tapajo-1.jpg>. Acesso em: 16 mar. 2023.

tripulante pelo SRS foi um feito inédito na Marinha do Brasil e demonstrou a capacidade da Força de Submarinos em operações de resgate.

De 2005 a 2007, marcou presença na ADEREX, ESQUADREX, UNITAS, FRATERNOS e TROPICALEX até que chega ao fim o seu primeiro ciclo operativo, iniciando seu PMG (Período de manutenção geral).

Agosto de 2007 marca o início de sua manutenção, sendo retirado da água e reparado no próprio Galpão de Construção de Submarinos no AMRJ, num processo conhecido como *load-in*. Após quase dois anos e cinco meses, em janeiro de 2010, o submarino encerra o seu primeiro período de manutenção geral e faz o *load-out*, que consistiu em pôr o navio sobre duas carretas que foram deslocadas até uma balsa, que mantinha o alinhamento ao cais através de manobras de água com tanques de lastro. Após, o conjunto foi levado até o Dique Almirante Régis, onde a balsa foi submersa, possibilitando a desdocagem do Tapajó com segurança e sua atracação no AMRJ (NAVIOS, 2014). Neste período foi feita a modernização do Sistema de Combate para o AN/BYG-501 mod. 1D, possibilitando o uso de torpedos MK-48 mod.6AT. Essa sistemática do *load-in/load-out* permitiu um aumento da eficácia e produtividade do PMG.

Em outubro de 2011 foi o primeiro lançamento de um MK-48 utilizando o novo Sistema de Combate, evento este que teve seu prólogo ainda em 2007 quando a Marinha decidiu por adotar o novo torpedo e conseqüentemente um sistema mais moderno para o lançamento. O exercício fazia parte dos testes de validação do AN/BYG e foi um sucesso.

No início de 2013, o Tapajó suspendeu rumo à América do Norte para a Deployment, iniciando a comissão mais longa realizada por um submarino brasileiro até



Figura 3: Fonte: Defesa Aérea & Naval, 2013. Disponível em: <https://cdndefesaaereanaval.nuneshost.com/wp-content/uploads/2013/09/subs-11.jpg>. Acesso em: 16 mar. 2023.

então. Durante a comissão participou de exercícios com diversos meios da Marinha Americana e, dentre esses, um que marcou a história desta belonave e da Marinha do Brasil ocorreu no dia 5 de maio. O submarino suspendeu de Porto Canaveral (EUA) rumo às Bahamas e, ao chegar na raia de Atlantic Undersea Test and Evaluation Center (AUTECE), lançou com sucesso dois torpedos em águas internacionais pela primeira vez. Encerrada a comissão, o Marlim retornou triunfante ao Rio de Janeiro, em 18 de Setembro, sendo escoltado pelos submarinos Timbira e Tikuna, na sua chegada.

Seguindo para o ano de 2014, participou de mais uma ADEREX e atracou pela primeira vez em Itaguaí, participando da inauguração do Prédio Principal de Construção do Estaleiro e Base Naval (EBN). De 2015 a 2016 participou de duas ASPIRANTEX e uma UNITAS, estava presente na formação dos diversos cursos e estágios necessários à carreira do oficial submarinista, além de apoiar o Projeto de Comunicações Submarinas CSUB-SecCTM (Modem acústico IEAPM).

5. FIM DAS ATIVIDADES

Devido a problemas ocorridos em 2016, o submarino precisou parar sua operação, o que acarretou o início de seu processo de baixa em 2019. O processo foi interrompido para analisar a possibilidade de realização de um novo PMG, a fim de retorná-lo às atividades; são realizadas docagens em 2020 e 2021, porém decidiu-se prosseguir com a desativação.

Mesmo sem operar, o submarino Tapajó continuava com um importante papel na Força de Submarinos, contribuindo para a formação dos novos submarinistas, além de ser o palco de visita para diversas autoridades estrangeiras como o presidente da SOAMAR Portugal, a comitiva da Armada da Argentina, membros da Marinha da Colômbia e o Comandante da Marinha do Peru. Apesar do preparo para a baixa, há o esforço de sua tripulação em manter o adiestramento e qualificação e embarcar em outros meios, mantendo a motivação com a escolha de ser submarinista.

CONCLUSÃO

O submarino Tapajó teve um papel fundamental na história da Marinha do Brasil e da Força de Submari-

nos. Sua trajetória de mais de duas décadas de serviço é marcada por operações e missões de grande importância para a defesa do país e para o aprimoramento da capacidade operativa da Marinha. Além disso, desempenhou um papel fundamental na formação e treinamento de submarinistas brasileiros, ajudando a desenvolver a expertise necessária para operar submarinos de maneira eficiente e segura.

O êxito alcançado em suas missões retrata o profissionalismo de sua tripulação e o comprometimento em cumprir todas as tarefas que lhe são atribuídas. O empenho demonstrado pelos tripulantes, mesmo após a decisão de baixa, representa bem a escolha do peixe Marlim como a mascote do navio, o peixe que não desiste nunca.

Ainda que sua retirada de serviço se aproxime, seu legado permanecerá, assim como sua história será lembrada pelos submarinistas e pelos brasileiros que reconhecem a importância desse meio de defesa para a soberania do país. A incorporação dos novos submarinos da classe “Riachuelo” representa um importante avanço na capacidade operativa da Marinha do Brasil e mostra

o compromisso do país com a defesa de seu território e de seus interesses.

REFERÊNCIAS

MARINHA DO BRASIL, 2018. **104 Anos da Força de Submarinos**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/content/104-anos-da-forca-de-submarinos>. Acesso em: 1 mar. 2023.

MARINHA DO BRASIL, s.d. **Submarinos Classe Tupi**. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/meios-navais/submarinos-classe-tupi>. Acesso em: 28 fev. 2023.

NAVIOS de guerra brasileiros – S Tapajó-S 33, 2014. disponível em: <https://www.naval.com.br/ngb/T/T010/T010.htm>. Acesso em: 10 mar. 2023.

ROYAL AUSTRALIAN NAVY, s.d. **HMAS Collins**. Disponível em: <https://www.navy.gov.au/hmas-collins>. Acesso em: 15 mar. 2023.

UMA BREVE HISTÓRIA DO PROGRAMA NUCLEAR INDIANO



Primeiro-Tenente (QC-CA) Rogerio Lamblet da Silva

Com uma população de mais de um bilhão e quatrocentos milhões de habitantes, a Índia representa a quinta maior economia do mundo. O programa nuclear indiano se encontra em estágio avançado de desenvolvimento. O País testou com sucesso artefatos nucleares em 1974 e 1998. Possui questões fronteiriças com a China e Paquistão, dois detentores de bombas nucleares.

Este artigo é baseado no livro *Submarine propulsion: muscle power to nuclear propulsion*, de Anil Anand. O autor Anil Anand é engenheiro mecânico com especialização em energia nuclear. Trabalhou durante muitos anos no centro de pesquisa nuclear Bhabha sediado em Mumbai, Maharashtra, Índia. Este centro desempenha o mesmo papel que a Nuclebrás Equipamentos Pesados (NUCLEP) para o programa de desenvolvimento do submarino nuclear brasileiro.

Antes de falar da História do programa nuclear indiano, é importante discorrer sobre o desenvolvimento da Marinha Indiana. A Índia conquistou a sua independência em 1947 em um processo de descolonização pós-Segunda Guerra Mundial. No início, contava apenas com meios de superfície para defender a sua costa. A dependência do país na aquisição de meios navais britânicos foi a principal caracte-

terística da sua história inicial. A Marinha foi comandada por oficiais ingleses. O submarino era então considerado uma arma ofensiva. Não era condizente com uma doutrina de defesa seguida por aquela Marinha.

A guerra sino-indiana, em 1962, devido à disputa territorial na região do Himalaia, iniciou uma mudança na doutrina militar indiana. O desenvolvimento das Marinhas da Indonésia e Paquistão, após a retirada da Marinha Real Britânica do Oceano Índico foi visto com preocupação pelos indianos. Em 1963 o Paquistão adquiriu um submarino de fabricação norte-americana, o PNS Ghazi.

A Índia passou a procurar assistência da então União Soviética para desenvolver a sua Força de Submarinos. Em setembro de 1965, a Marinha da União Soviética vendeu quatro submarinos da Classe *Foxrot*. Esse acordo iniciou um longo período de cooperação entre as duas Marinhas.

1. O INTERESSE PELO ARMAMENTO NUCLEAR

Com o apoio soviético e início da operação de submarinos, começou a discussão sobre o desenvolvimento de um submarino

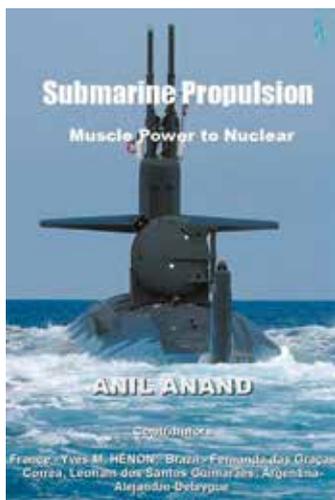


Figura 1: Submarine propulsion.



Figura 2: Submarino convencional Classe *Foxrot*.

nuclear indiano. A ideia ganhou força após a intervenção internacional na guerra indo-paquistanesa de 1971. A intervenção da frota soviética do Pacífico composta de navios e submarinos nucleares chamou atenção do governo indiano para o uso desta arma no controle do Oceano Índico. Entretanto, o governo indiano não assinou o Tratado de não proliferação de armas nucleares (TNP), que entrou em vigor em 1970. De acordo com o tratado, apenas as nações que detonaram bombas nucleares antes de 1967 têm o direito de possuir esse tipo de armamento. Os cinco países com armas nucleares reconhecidos pelo tratado são: Estados Unidos, Rússia, Reino Unido, França e China. Com o entendimento de que o fornecimento internacional de combustível para o desenvolvimento de um reator de propulsão ficaria ainda mais difícil, o país optou por produzir o combustível no seu próprio centro de desenvolvimento.

O Centro de Desenvolvimento Nuclear Bhabha foi fundado em 1954 por Homi Jehangir Bhabha e fica localizado em Trombay, Mumbai. Conhecido pela sigla BARC (Bhabha Atomic Research Center), trata-se de um centro de desenvolvimento multidisciplinar essencial para o desenvolvimento do programa nuclear indiano. Tornou-se um importante centro de formação de mão de obra qualificada na operação e produção de combustível nuclear. O plutônio utilizado no teste nuclear de Pokhran foi produzido no Canadian-Indian Reactor Uranium System (CIRUS), um de seus reatores de pesquisa.

Em 1976, um grupo de engenheiros da Marinha foi destacado no centro de desenvolvimento BARC para receber treinamentos e analisar diferentes propostas de reatores de propulsão nuclear. Além disso, discutiram parâmetros e requisitos para os demais sistemas relacionados com a parte não nuclear. Na época, já havia material técnico não reservado disponível sobre sistemas de propulsão que ajudaram a formar a base do projeto. Muita pesquisa e desenvolvimento foram realizados. O grupo formado pelos militares e engenheiros civis do centro BARC foi designado Grupo 932. Muito debate foi realizado sobre qual seria o melhor combustível que pudesse ser produzido e ser empregado em um reator compacto como no caso de um submarino. O projeto selecionado foi um PWR que utiliza água como refrigerante e moderador. Possui um circuito primário de alta pressão que troca calor com um circuito secundário para geração de vapor. Com redução na demanda de potência, diminui o fluxo de vapor no circuito secundário. A temperatura no núcleo tende a aumentar. O aumento de temperatura causa

diminuição da densidade da água no circuito primário. Isso permite uma maior velocidade dos nêutrons, uma vez que a água se comporta como moderador. Esse efeito causa a diminuição da velocidade da fissão resultando na diminuição da temperatura do núcleo do reator. O sistema representa uma boa reação às variações rápidas na demanda de potência.

Durante os anos de 1981 a 1983, foram realizadas discussões entre Índia e União Soviética sobre a possibilidade de cooperação no programa nuclear indiano. Um acordo foi realizado em abril de 1982. A Marinha da União Soviética iria alugar um submarino nuclear para a Marinha Indiana como subsídio para o desenvolvimento do seu próprio submarino. O acesso a sua propulsão seria garantido para que a tripulação e técnicos indianos pudessem estudar a distribuição estreita do complexo sistema de propulsão a bordo. Duas tripulações indianas completas seriam treinadas na manutenção e operação do meio. Assistência técnica seria ainda fornecida na montagem das instalações de construção do novo submarino indiano.

Em 1985, o projeto passou a ser coordenado pelo Ministério da Defesa Indiano por meio do Defence Research and Development Organisation (DRDO). Passou a ser denominado Advanced Technology Vessel (ATV).

No dia 1º de fevereiro de 1988, chegava ao porto de Vizag o K-43, batizado então como INS Chakra. Primeiro submarino nuclear a serviço da Índia, operado pela tripulação soviética. Aos indianos não era permitido o acesso ao compartimento do reator nem à sala de mísseis. O contrato não foi renovado sob o governo do então presidente russo Boris Yeltsin. O K-43 retornou para Vladivostok em janeiro de 1991.

Os desafios da construção de um reator nuclear de propulsão são inúmeros. A potência por unidade de tamanho e peso



Figura 3: INS Chakra. Utilizado como base de treinamento das tripulações indianas.

são muito maiores que uma instalação de terra. O controle da velocidade de reação no interior do reator é realizado com hastes de controle confeccionadas de material absorvedor de nêutrons como boro ou cádmio. Quando as barras estão totalmente içadas, o gerador está trabalhando em sua máxima capacidade de produção de energia. Quando as hastes estão totalmente arriadas, a reação em cadeia é interrompida. Portanto, o controle da reação depende do movimento preciso das hastes. A dificuldade está em realizar o processo no ambiente submarino. As variações de ponta, banda e o próprio jogo na superfície podem interferir. Faz-se necessário um sistema robusto para içar e arriar as hastes de controle.

O processo de enriquecimento do material combustível escolhido foi a separação de hexafluoreto de urânio (UF₆) pelo processo de ultracentrifugação. Um processo complicado, uma vez que o UF₆ se trata de um gás altamente corrosivo. Pelas características únicas das centrífugas e do processo de enriquecimento, a grande maioria dos seus componentes não estavam disponíveis comercialmente e tiveram de ser desenvolvidos no país.

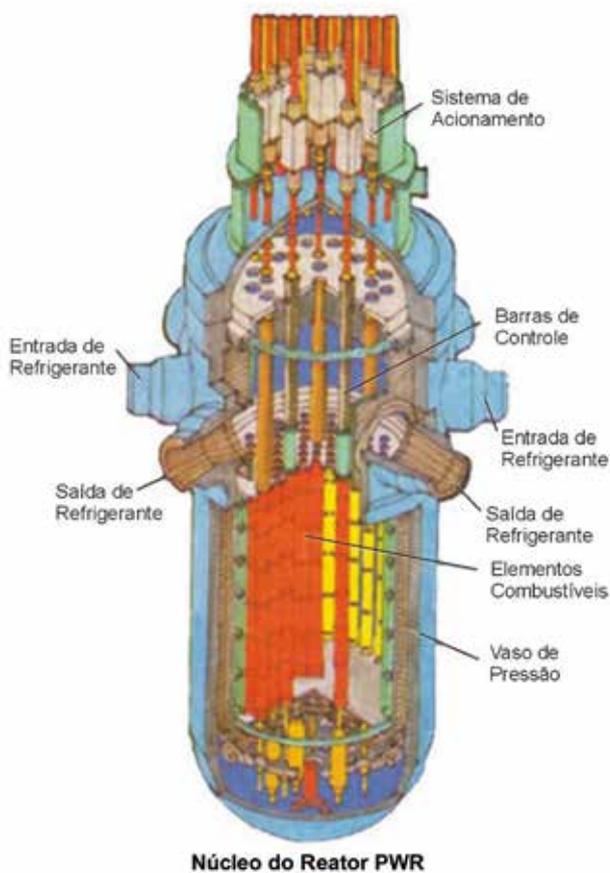


Figura 4: Esquema de um Reator do Tipo PWR.

Em 1994, foi iniciada a montagem de uma seção de casco e anteparas onde seria testada uma planta nuclear em terra. Uma versão em miniatura do primeiro reator foi produzida pelo centro de pesquisa BARC nas instalações do Indira Gandhi Centre for Atomic Research (IGCAR) em Kalpakkam. O protótipo foi montado dentro de uma seção de casco resistente de 42 metros contendo o vaso de pressão e uma sala de controle. Uma segunda sala de controle foi montada para monitorar os parâmetros de segurança do reator. O protótipo foi instalado em 11 de novembro de 2003 e sua operação foi iniciada em 22 de setembro de 2006. O sucesso da operação por três anos abriu caminho para fabricação do reator do futuro INS Arihant. Seu nome significa “Destruidor dos inimigos” em hindu. Trata-se de um Ballistic Missile Submarines (SSBNs). Os subsistemas do reator foram testados no centro de teste de máquinas de Visakhapatnam. Instalações para carregamento e substituição do combustível nuclear em submarinos atracados também foram construídas. O protótipo de 83 MW de potência ficou sendo utilizado para treinamento de novas tripulações.

O projeto contou com intensa participação da indústria nacional daquele país. O modelo detalhado do meio foi implementado pela Larsen & Toubro no centro de desenvolvimento de Hazira. Os sistemas de controle do submarino foram desenvolvidos pela Tata Power SED. As turbinas a vapor e sistemas associados foram desenvolvidos pelas indústrias Walchandnagar.

O navio foi lançado em julho de 2009 e iniciou um longo processo de testes operacionais. O reator do futuro INS Arihant foi operado pela primeira vez em 10 de agosto de 2013. No dia 13 de dezembro de 2014, o submarino começou a navegar para realização dos seus testes de mar. O submarino completou seus testes de mar em março de 2021.

A Índia se tornou a sexta nação do mundo a construir um submarino de propulsão nuclear, completando a sua tríade, capaz de lançar armamento nuclear por bombardeiros estratégicos, mísseis balísticos lançados por terra e mísseis balísticos lançados por submarino. Foi a primeira nação do mundo a construir submarino nuclear sem fazer parte do Conselho de Segurança da ONU.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, Francisco. **A energia nuclear.** [Recife, PE]: Museu de Ciências Nucleares, [20--]. Disponível em: https://museunuclear.com/wp-content/uploads/2020/11/A-energia-nucletrica_v3.pdf. Acesso em: 11 mar. 2023.

ANAND, Anil. **Submarine propulsion muscle power to nuclear propulsion.** Maharashtra, India: Frontier India, 2016. p. 164.

CHAGAS, Gabriela. As tensões entre China e Índia: disputas territoriais e rivalidade histórica. **Núcleo de Estudos do BRICS**; Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 6 ago. 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/nebrics/as-tensoes-entre-china-e-india-disputas-territoriais-e-rivalidade-historica/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

GLOBALSECURITY. **Advanced Technology Vessel (ATV).** globalsecurity.org, 2017. Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/world/india/atv.htm>. Acesso em: 5 mar. 2023.

SIMHA, Rakesh Krishnan. **Birth of a boomer: how India built its nuclear submarine.** *Swarajyamag.com*, [S. l.], 23 out. 2016. Disponível em: <https://swarajyamag.com/defence/birth-of-a-boomer-how-india-built-its-nuclear-submarine>. Acesso em: 10 mar. 2023.

NAVAL Technology. Aриhant Class Submarine. *Naval-technology.com*, [S. l.], 19 ago. 2009. Disponível em: <https://www.naval-technology.com/projects/arihant-class/>. Acesso em: 11 mar. 2023.

SUTTON, H. I. 5 years of submarine secrecy: India's unique arihant class is still in hiding. *Navalnews.com*, [S. l.], 5 maio 2021. Disponível em: <https://www.navalnews.com/naval-news/2021/05/5-years-of-submarine-secrecy-indias-unique-arihant-class-is-still-in-hiding/#prettyPhoto>. Acesso em: 15 mar. 2023.

BANERJEE, Aritra. India's 1st nuclear submarine ins chakra was a highly classified project; crew recount gruelling russian experience. *The Eurasian Times*, [S. l.], 6 dez. 2021. Disponível em: <https://eurasianimes.com/indias-1st-nuclear-submarine-ins-chakra-was-a-highly-classified-project/>. Acesso em: 15 mar. 2023.



Figura 5: INS Arihant, primeiro submarino de propulsão nuclear produzido na Índia.

A ASCENÇÃO DA MARINHA IMPERIAL ALEMÃ COM O DESENVOLVIMENTO DE UMA NOVA ARMA: O SUBMARINO



Primeiro-Tenente João Pedro Lousada Maggesi

“A nation, as we have already shown, cannot live indefinitely off itself, and the easiest way by which it can communicate with other peoples and renew its own strength is the sea.” (“Uma nação, como já mostramos, não pode viver indefinidamente de si mesma, e a maneira mais fácil de se comunicar com outros povos e renovar suas próprias forças é o mar.” – tradução livre) Alfred Thayer Mahan

No final do século XIX, influenciado pela obra do almirante americano Alfred Mahan, *The Influence of Sea Power Upon History 1660-1783*, o então imperador alemão Wilhelm II fez com que o aumento da capacidade da Alemanha nos oceanos se tornasse uma de suas maiores prioridades. Para essa tarefa, tendo ao seu lado o almirante Alfred von Tirpitz, deu início às construções de uma frota de alto mar que tinham como objetivo atingir a paridade ou até mesmo superar a imbatível Marinha Real Britânica. A ideia de conquistar os espaços marítimos e assim conquistar o mundo se fortaleceu nas mentes das autoridades navais alemãs, e a arma submarina teria um papel importante nessa caminhada.

Os primeiros submarinos da classe *U-boat* foram construídos e entregues à Marinha Alemã a partir de 1902. Segundo o escritor Gordon Williamson, os vinte primeiros *U-boats* teriam feito parte de uma etapa experimental da ainda embrionária engenharia submarina alemã, período que foi marcado por um grande número de acidentes. Diversos aspectos deveriam ser aprimorados para que a navegação se tornasse mais segura, os dispositivos de lançamento de torpedos, mais eficientes, e a estabilidade do navio melhorasse quando debaixo da superfície da água. Em 1912 surgiram os primeiros equipados com motores a diesel de dois tempos (*U-19*, *U-20*, *U-21* e *U-22*). Estes eram os mais novos elementos da guerra no mar e impuseram alto nível de preocupação nas bancadas bri-

tânicas, principalmente com a eclosão da Grande Guerra se aproximando.

No início da Primeira Guerra Mundial, travar batalhas em alto mar com os imponentes encouraçados ainda era um pensamento que se sobressaía perante as demais táticas de combate, e os submarinos eram utilizados apenas em missões de patrulha costeira e escolta de navios de superfície. Em contrapartida, as perdas materiais e humanas durante embates dessa magnitude eram enormes para ambos os lados, já que, num período em que o caos toma conta do mundo, os líderes necessitam da máxima prontidão de suas nações, tanto no campo industrial como no campo militar, podendo dessa forma defender seus interesses e aspirações.

A confiança na utilização de submarinos como verdadeiros agentes beligerantes de reconhecimento e ataque começou a aumentar após os feitos do comandante Otto Hersing, então comandante do submarino *U-21*. Hersing recebeu a missão de patrulhar ao longo da costa britânica, com o objetivo de localizar navios de transporte ingleses que navegavam rumo à Bélgica, e reportar toda movimentação ao serviço de inteligência alemã sem ser detectado. Após lograr êxito e retornar sem avarias a sua



Figura 1: Submarinos alemães atracados em linha, 1914. Fonte: <https://www.alamy.com>.



Figura 2: Comandante Otto Hersing (U-21).

Fonte: <https://uboot.net/wwi/men/commanders/123.html>.

sede, o comandante Hersing conseguiu a atenção das autoridades e conquistou espaço para mostrar que o uso dos submarinos na guerra marítima não ficaria em segundo plano. Em setembro de 1914, Hersing ataca um navio de guerra inglês, o cruzador HMS Pathfinder, afundando-o com um único tiro torpédico, fato que entrou para a

história, fortalecendo a concepção de submarino como uma máquina de guerra.

Ainda durante a Primeira Guerra Mundial, uma nova classe de submersíveis surgiu de forma a ampliar o emprego desses meios. Os *UB-I* eram equipados com lançadores de minas e tinham o Mar do Norte como principal teatro de operações. Seus cordões de minagem dificultavam o transporte de tropas britânicas para a costa francesa, fazendo com que os Aliados repensassem suas estratégias e refizessem seus planejamentos, levando em consideração um amplo campo minado posicionado pelos alemães.

Apesar dos desenvolvimentos em relação aos submarinos, vale ressaltar que o dia a dia de suas tripulações era, por si só, uma batalha. Os marinheiros viviam em condições extremamente precárias, expostos diuturnamente a gases tóxicos de descarga, altas temperaturas dos equipamentos e espaços reduzidos. Suas limitações operativas obrigavam que a navegação fosse grande parte na superfície, fato que aumentava a probabilidade de detecção por aeronaves e outros navios de guerra. A velocidade quando mergulhado era baixa, com isso, após desferir ataques a comboios e navios-escolta, sua evasão necessitava de um planejamento muito eficiente para evitar que a resposta das forças inimigas fosse fatal.

Naturalmente, com o decorrer da Grande Guerra, novas táticas e estratégias foram impostas pelos submersíveis, explorando ao máximo seu poder de ocultação. O

almirantado da Marinha Imperial Alemã tinha convicção do sucesso na utilização de seus submarinos nos mais variados cenários e aproveitava as fracas e ineficazes medidas antissubmarinas impostas pelos Aliados nos anos iniciais do conflito, que negligenciaram o poder bélico que vinha debaixo do mar.

Os alemães investiam cada vez mais na construção e na modernização dos submarinos, apresentando novas classes, como os *UB-II* e os *UC*, aumentando exponencialmente sua frota. Novas frentes de batalha surgiam com o aumento da autonomia dos meios, e as ofensivas submarinas germânicas se tornaram mais frequentes, com ataques irrestritos aos navios Aliados, tanto de guerra quanto os mercantes de carga. A guerra de corso se intensificou, e as perdas, principalmente de navios ingleses, atingiam números catastróficos.

As esperanças alemãs começaram a cair após a entrada dos Estados Unidos da América (EUA) na guerra, ponto em que as retaliações dos Aliados frente aos ataques germânicos ficaram cada vez mais contundentes. Diante da derrota iminente, em outubro de 1918, as autoridades navais alemãs ordenaram o encerramento de toda atividade submarina da Marinha Imperial. Após a assinatura do Armistício, em 11 de novembro de 1918, a Alemanha possuía cerca de 170 submarinos prontos para emprego no mar. Pode-se concluir que os sucessos das operações conduzidas por submarinos durante a Primeira Guerra Mundial foram um fator preponderante para que os EUA entrassem e mudassem por completo o rumo final do conflito.



Figura 3: Afundamento do RMS Lusitania.

Fonte: <https://www.gettyimages.com.br/fotos/topical-press-agency>.



REFERÊNCIAS

FRITH, A. **Submarines**. London: Usborne Publishing, 2011. 80 p.

KELLY, P. J., **Tirpitz and the Imperial German Navy**. Indiana: Indiana University Press, 2011. 585 p.

MAHAN, A. Thayer. **The Influence of Sea Power upon History 1660-1783**. Boston: Little, Brown and Company, 2020. 640 p.

SUBMARINE History – The New Navy. [S. l.]: **Globalsecurity.org**. [20--]. Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/sub-history4.htm>. Acesso em: 7 abr. 2023.

WILLIAMSON, Gordon. **U-boats of the Kaiser's Navy**. Oxford: Osprey Publishing, 2002. 48 p.

WWI U-BOAT TYPES. **Uboat.net**. Disponível em: <https://uboat.net/wwi/types/>. Acesso em: 7 abr. 2023.

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



**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**

www.ezute.org.br

BAROTRAUMA DE OUVIDO MÉDIO, UMA BREVE REVISÃO



Capitão de Corveta (Md) Leonardo Maciel Jóia
Capitão-Tenente (Md) Kelvin Gomes da Costa
Capitão-Tenente (Md) Felipe Silva Rampazzo
Segundo-Sargento EF Jhonathan Raphaell Barros Nascimento

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as primeiras atividades de mergulho registradas foram dos indígenas, com diversos cronistas, como Gabriel Soares, Hans Staden, José Anchieta e outros, que reforçam o fato descrevendo-os como exímios mergulhadores¹.

O mergulho na Marinha do Brasil se desenvolveu principalmente com a desativação de artefatos explosivos, tendo sido a Marinha a única, por um período, capaz de executar trabalhos no setor. Atualmente, existem diversos ramos do mergulho militar, como o mergulho autônomo, o mergulho de combate e o mergulho profundo com misturas gasosas. Essa atividade se desenvolveu no mundo de tal forma que o mergulho recreativo é uma prática cada vez mais popular¹.

A Medicina de Mergulho visa tratar os acidentes de mergulho, que são classificados de acordo com sua etiologia em: efeitos diretos (barotraumas, hiperdistensão pulmonar, aeroembolias) e efeitos indiretos (intoxicações gasosas, apagamento, doença descompressiva)¹.

A Medicina Hiperbárica tem como definição a área médica que estuda os efeitos do aumento da pressão ambiente (hiperbarismo) no organismo humano¹. Aplicada na Oxigenioterapia Hiperbárica (OHB) e Medicina de Mergulho, as duas áreas são encontradas na Marinha do Brasil. A primeira no Hospital Naval Marcílio Dias (HNMD) e a segunda na Base Almirante Castro e Silva (BACS).

A OHB consiste no paciente receber oxigênio a 100%, por via inalatória e a uma pressão maior que a atmosférica, no interior de uma câmara hiperbárica. Sendo a indicação da OHB de exclusiva competência médica de acordo com as indicações atualmente aceitas².

As complicações associadas ao mergulho afetam todas faixas etárias, observadas em até 80% da população de mergulhadores adultos e 85% mergulhadores entre 6 e 17 anos³.

É intenção deste artigo revisar os dados de prevenção, fatores de risco e incidência sobre barotrauma em ouvido médio e contribuir para discussão do tema, frequente no acidente de mergulho e na OHB.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão a partir da base eletrônica de dados bibliográficos BIREME (MEDLINE E LILACS), utilizando-se o termo barotrauma de ouvido médio. Foram encontrados 14 artigos.

Como critério de inclusão foram escolhidos os artigos que continham prevenção, fatores de risco, incidência do barotrauma de ouvido médio e sintomatologia. Do total encontrado, foram excluídos aqueles que não possuíam relação direta entre barotrauma e ouvido médio. Dessa forma, para a elaboração desta revisão bibliográfica foram utilizados um total de quatro artigos.

3. ETIOLOGIA

Os barotraumas ocorrem em função da Lei de Boyle, quando ocorre uma variação volumétrica do gás contido nos órgãos ocós existentes no organismo, em função da variação da pressão (Figura 1) a que o mergulhador está exposto. Para que ocorra, necessita das seguintes condições: variação da pressão, órgão contendo ar, paredes rígidas ou semirígidas dos órgãos que contêm ar com o meio externo¹.

Podem ocorrer barotraumas de ouvido médio, ouvido externo, ouvido interno, seios paranasais, máscara, roupa, gastrointestinal e dental.

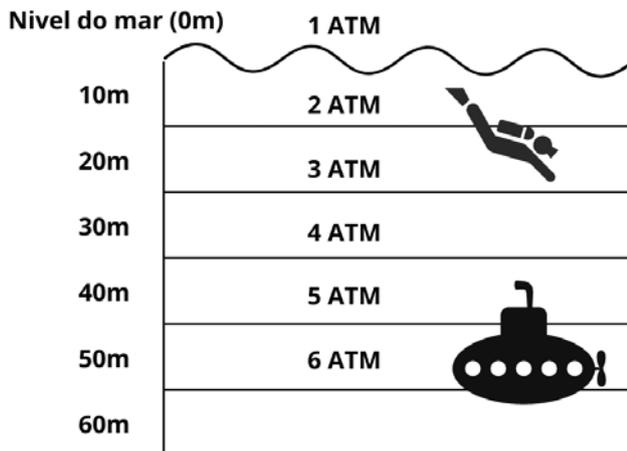


Figura 1: Variação da Pressão em ATM.

4. QUADRO CLÍNICO

Os sintomas de barotrauma em orelha média podem apresentar-se com: diminuição da audição, dor de ouvido, secreção nasal serossanguinolenta em casos de ruptura timpânica¹, sensação de pressão ou plenitude no ouvido afetado, zumbido nos ouvidos, tontura ou vertigem⁴.

5. DISCUSSÃO

No mergulho recreativo e profissional, o barotrauma de ouvido médio afeta 80,7% de uma amostra de mais de 1.800 mergulhadores, sendo mais comum quando se desce a profundidades relativamente rasas⁴. O barotrauma de ouvido médio é o mais comum em mergulhadores, estima-se que 50% daqueles que praticam profissionalmente apresentam essa lesão⁵. Em testes de câmara de pressão hiperbárica em Taiwan, foi documentada 10,1% de incidência⁴.

Os relatórios sobre a incidência variam. Em um estudo de levantamento através de questionário eletrônico destinado a 436 mergulhadores profissionais da guarda costeira na Finlândia e 1.445 mergulhadores recreativos, foi relatada uma incidência de 81% dos entrevistados que apresentaram barotrauma durante o mergulho. Dos afetados, 38% usaram medicamentos e 1% foram submetidos a procedimentos cirúrgicos. Entretanto, é importante ressaltar que, em estudos prospectivos, a condição do barotrauma pode não ser identificada pelo paciente, ocorrendo de forma subclínica⁴.

Durante a descida no mergulho livre ocorre uma exposição à pressão em curto tempo, portanto o funcionamento adequado da trompa de Eustáquio, da

cavidade timpânica e do mastoide, e o uso de técnica de equalização eficiente são essenciais para a prevenção de barotrauma de ouvido médio⁶ e seu insucesso está associado a essa lesão⁴.

Portanto, para prevenir essa lesão, as manobras equalizantes devem ser realizadas de forma cuidadosa e gradual. As utilizadas são:

- Manobra de Valsalva: essa técnica envolve fechar a boca e o nariz e expirar, o que ajuda a equilibrar a pressão nos ouvidos⁷.
- Manobra de Toynbee: essa técnica envolve engolir a saliva enquanto se prende o nariz com os dedos, o que ajuda a abrir a tuba auditiva e equilibrar a pressão⁷.
- Manobra de Frenzel: essa técnica envolve fazer uma contração dos músculos do palato mole enquanto se prende o nariz com os dedos, o que ajuda a abrir a tuba auditiva e equilibrar a pressão⁶.

Um estudo investigou o efeito do mergulho livre na função do ouvido médio e também na trompa de Eustáquio. Foi relatado que, em uma exposição repetida à pressão durante o mergulho livre, apresentou-se um efeito cumulativo no ouvido médio sendo associado a achados otoscópicos (Teed 1 e 2). Fatores como profundidade, experiência e número de mergulhos correlacionaram com ocorrências de Teed mais elevados⁶.

Os fatores de risco devem ser avaliados para reduzir o risco de barotrauma antes de iniciar o mergulho através de uma avaliação de aptidão para excluir condições físicas contraindicadas nessa atividade. É importante lembrar que pessoas com problemas de ouvido médio, como infecções ou lesões, devem consultar um médico antes de realizar qualquer uma dessas manobras. São exemplos de fatores de risco para barotrauma de ouvido médio: velocidade do mergulho, proximidade da superfície, hábito, treinamento, fatores psicoemocionais, infecções das vias aéreas superiores, tecido linfóide intratubário e pólipos¹.

CONCLUSÃO

Em suma, ao realizar uma avaliação prévia de fatores de risco, das condições preexistentes e receber as orientações devidas sobre manobras de equalização, essas medidas podem mitigar a incidência do barotrauma de ouvido médio.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché. **Manual de medicina hiperbárica**: CIAMA-211. 2006.
2. HENRY NETO, Pedro. **Diretrizes de utilização**: oxigenoterapia hiperbárica. São Paulo: Sociedade brasileira de medicina hiperbárica, 2019.
3. LEUNG C., Jai-sen; RAMOS Y., Phoebe; CARO L., Jorge y WINTER D., Matías. Recreational diving and otolaryngology: what do we know and should we know?. **Rev. otorrinolaringol. cir. cabeza cuello**. 2022, v. 82, n. 2, p. 229-243. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-48162022000200229>. Acesso em: 21 mar. 2023.
4. LINDFORS, Oskari H.; RÄISÄNEN-SOKOLOWSKI Anne K.; SUVILEHTO Jari; SINKKONEN Saku T. Middle ear barotrauma in diving. **Diving hyperbaric medicine**, n. 51, v. 1, p. 44-52, 31 mar. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33761540/>. Acesso em: 21 mar. 2023.
5. COVINGTON, Derek.; PITKIN, Andrew. Underwater nasal decongestant use: a novel approach to middle ear equalization. **Undersea & hyperbaric medicine**, n. 45, v. 6, p. 679-682, 2018.
6. MEYER, Moritz F.; KNEZIC, Kristijana; JANSEN, Stefanie; KLÜNTER, Heinz D.; PRACHT, Eberhard D.; GROSHEVA, Maria. Effects of freediving on middle ear and eustachian tube function. **Diving hyperbaric medicine**, n. 50, v. 4, p. 350-355, 20 dez. 2020.
7. BRASIL. Corpo de bombeiros militar do Estado de Goiás. **Manual de mergulho autônomo**. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás, 230p., [20--].

**MAKING
NAVAL HISTORY**



**NAVAL GROUP PROJETA, CONSTRÓI E MANTÉM SUBMARINOS
E NAVIOS DE SUPERFÍCIE EM TODO O MUNDO.**

**Aproveitando esta experiência única e nossa reconhecida trajetória
na cooperação internacional, estamos prontos para construir e
fomentar parcerias com marinhas, indústria e entidades do setor.**

**Soberania, Inovação, excelência Operacional: nosso futuro comum
será feito de desafios, paixão e engajamento.**

ATIVIDADES DO COMANDO DA FORÇA DE SUBMARINOS 2022 E 2023

PASSAGENS DE COMANDO 2022 E 2023



29 DE JULHO DE 2022

NAVIO DE SOCORRO SUBMARINO GUILLOBEL

Passa o Comando: Capitão de Fragata Albino Manoel Borges Santos

Assume o Comando: Capitão de Fragata Cláudio Luiz Rodrigues



12 DE DEZEMBRO DE 2022

COMANDO DA FORÇA DE SUBMARINOS

Passa o Comando: Contra-Almirante André Martins de Carvalho

Assume o Comando: Contra-Almirante Manoel Luiz Pavão Barroso





10 DE JANEIRO DE 2023

SUBMARINO TIKUNA

Passa o Comando: Capitão de Fragata Marcos Cipitelli

Assume o Comando: Capitão de Fragata Carlos Augusto de Lima



19 DE JANEIRO DE 2023

BASE ALMIRANTE CASTRO E SILVA

Passa o Comando: Capitão de Mar e Guerra Fábio Marçal Maltez

Assume o Comando: Capitão de Mar e Guerra Luiz Eduardo Cetrin Maciel

INCORPORAÇÃO DO SUBMARINO RIACHUELO 1º DE SETEMBRO DE 2022



ATRAÇÃO DO SUBMARINO TIKUNA – DEPLOYMENT 2022 15 DE OUTUBRO DE 2022



**2ª CONFERÊNCIA DE SUBMARINOS DAS AMÉRICAS
(SUBMARINE CONFERENCE OF THE AMERICAS-SCOTA)**

13-16 DE FEVEREIRO DE 2023



MOSTRA DE DESARMAMENTO DO SUBMARINO TIMBIRA

28 DE FEVEREIRO DE 2023



108º ANIVERSÁRIO DO COMANDO DA FORÇA DA SUBMARINOS

15 DE JULHO DE 2022

CHURRASCO SAUDANDO OS VETERANOS



18 DE JULHO DE 2022

CERIMÔNIA MILITAR ALUSIVA AOS 108º ANIVERSÁRIO DE CRIAÇÃO DA FORÇA DE SUBMARINOS





23 DE JULHO DE 2022
CERIMÔNIA RELIGIOSA DE AÇÃO DE GRAÇAS ALUSIVA AOS
108º ANIVERSÁRIO DE CRIAÇÃO DA FORÇA DE SUBMARINOS



CONFRATERNIZAÇÃO ALUSIVA AOS 108º ANIVERSÁRIO DE CRIAÇÃO DA FORÇA DE SUBMARINOS



RELAÇÃO DOS AGRACIADOS COM O DIPLOMA DE SUBMARINISTA HONORÁRIO 2022

Militares

CMG (EN) Marcelo Alves Felsky
CF Luciano da Silva Teixeira
CC (EN) Heitor Herculano de Barros
CC (MD) Leonardo Maciel Jóia
CT (IM) Eduardo dos Santos Silva Abdias
CT (AA) Leonardo Fernandes Ferreira
SO (AR) Romilson Luis Martins da Silva
SO (MA) Romildo Gomes do Nascimento Júnior
SO (MO) Evandro Henrique Assunção Pinheiro
SO (MR) José de Jesus Freire Matos
SO (NA) Marcelo da Silva Bussinger
SO (PD) Monica Regina Borges dos Santos Sant'ana
2ºSG (ES) Glauco Silva Carvalho

Civis

Senador da República Marcos Ribeiro do Val
Senadora da República Soraya Vieira Thronicke
Deputado Federal Hugo Leal Melo da Silva
Deputado Federal Luiz Philippe de Orléans e Bragança
Comodoro do Iate Clube do Rio de Janeiro José Roberto Braile
Diretor Regional do Senai-RJ Alexandre Reis
Especialista de Serviços Tecnológicos II – Senai-RJ Luiz Gustavo Cardoso Maria
Servidora Civil (MB) Ângela Matias do Espirito Santo

RELAÇÃO DOS MILITARES AGRACIADOS COM DIPLOMA DE HORAS DE IMERSÃO, HORAS DE MERGULHO E ATIVIDADE DE MERGULHO DE COMBATE EM 2022

Horas de Imersão

10.000 Horas

CC Thiago Maciel Paulino Santos
SO-MO Jaconias Oliveira Meneses

8.000 Horas

CF Fábio Luiz Braslavsky Leite Malta de Oliveira
CC Rafael Frambach Guimarães
SO-MA Kennedy Vasconcelos Brito
SO-MO Stanley Meireles Silva
SO-AM Jesus Rodrigues Couto
1ºSG-CI Fabiano da Costa Galdino
1ºSG-EL Flavio Siqueira Gonçalves
2ºSG-EL Luiz Rodrigo Valença Araujo da Silva
2ºSG-DT Diego Lúcio Miro dos Santos

6.000 Horas

CC Jorge Eduardo Vargas Silva
SO-ET Francisco Kleydson Oliveira Freitas
SO-AR Marcelo Bueno Faian
2ºSG-CO Marcelo da Silva Carvalho
2ºSG-CN Carlos André Ferreira Moreira Junior
1ºSG-OS Hudson Alves de Castro
1ºSG-DT Cleison Câmara Regis
1ºSG-MR Cleiton Ribeiro Fontoura

4.000 Horas

CC Diego Pereira de Souza
CC Eudes de Almeida Pereira
CC José Viana da Silva Neto
SO-AM Washington Portela da Silva
SO-AM Luciano Felício Silvestre Crispim da Silva
SO-AM Darlan dos Santos Pinheiro da Sousa

SO-DT Luis Henrique Brito Barbosa
1ºSG-OS Heberth Max Silva
1ºSG-OR Rafael de Aguiar Cruz
1ºSG-MO Anderson Carvalho dos Santos
1ºSG-ET José Bastos Júnior
3ºSG-CO Thiago de Souza Andrade

2.000 Horas

CT Nelson Luiz Moreira da Silva Junior
CT Fabio Henrique Pombo do Nascimento
CT Flavio Carneiro Oliveira
CT Felipe Mattozinho Ferreira
1ºTen João Pedro Lousada Maggessi
1ºTen Alesson Vieira da Silva Amorim
SO-EF Rodrigo Francisco Mattos
1ºSG-CN Jackson Pereira Moraes
1ºSG-MA Rafael Barros da Silva
1ºSG-MO Diego dos Reis de Souza
1ºSG-MO Denilson Silva Maranhão
2ºSG-DT Silvanardo Rodrigues da Silva
2ºSG-OS Bruno Rosa do Vale
2ºSG-MR Jonatas Viana de Lima
2ºSG-DT Diogo Cordeiro Alves Pereira
2ºSG-ET Leonardo Soares da Silva Junior
2ºSG-AM Thiago Wanderley Aguiar
2ºSG-CN Tiago Santana de Azevedo
2ºSG-MA Ailton do Nascimento Guerra Junior
3ºSG-PL Arthur dos Santos Cunha
3ºSG-ET Marcos Vinício Cardoso Silva Ramos
3ºSG-OS Fabricio Carlos da Silva

Horas de Mergulho

1400 Horas

SO-MG Ajax Dias Barbosa

1200 Horas

SO-MG Marcelo Nogueira da Silva

SO-MG Joabe de Sá Freire

1000 Horas

CC Everton Silva Barbosa

SO-MG Wagner Gama Junior

SO-MG Abel Junior Lobato Rodrigues

1ºSG-MG Kassio Ernani Rodrigues Moreira

800 Horas

SO-MG Luis Fabio Ferreira

1ºSG-MG Demilson Braulio Cavalcante Pedrosa

1ºSG-MG Paulo Henrique Magalhães Silva

1ºSG-MG Roger de Abreu Elias

600 Horas

SO-MG Daniel Tobias Silva

2ºSG-MG Saulo da Conceição Pinto Guedes

2ºSG-MG Tasso Willians Duarte de Moura

2ºSG-MG Andrey Dias Feio

2ºSG-MG Roberto da Silva Stael

2ºSG-MG Wallace Diniz de Lima

3ºSG-MG Brenno Rodrigo Campos da Hora

400 Horas

1ºSG-MG Hilton de Souza Rodrigues de Araujo

1ºSG-MG Pedro Paulo Martins de Lima

1ºSG-MG Bruno Vidal Ferreira

1ºSG-MG Alessandro Marcos de Souza

1ºSG-MG Bruno Viana dos Santos

2ºSG-MG Igor Constantino dos Santos Silva

2ºSG-MG Murilo de Medeiros Souza

2ºSG-MG Fernando Vieira Martins

2ºSG-MG Francisco Edson Silva Barbosa

2ºSG-MG Felipe da Silva Camara

3ºSG-MG Rodrigo Nascimento Costa

3ºSG-MG Arthur da Silva Lopes

3ºSG-MG Jean Carlos dos Santos Dias

3ºSG-MG Marcos Vinícius Adami Aniceto

200 Horas

CF Albino Manoel Borges Santos

CF Fábio Carvalho Braga

CF André Luis Candido Coelho

CC Everton Silva Barbosa

CC Jackson Melo da Silva

CT Wallace Felipe de Paiva Santos

CT Bruno Pacelli Carvalho da Cunha

CT (AA) Mario Alan Cerqueira Ruiz

CT Mauro Sérgio Sousa da Silva

SO-DT Luciano Firmino dos Santos

1ºSG-MG João Marcelo Sarzedas Lansillote

2ºSG-MG Vinícius da Rocha Lima

3ºSG-MG Michael Morais Balduino dos Santos

3ºSG-MG Hélder Xavier Simões

3ºSG-MG Bruno Rocha Bezerra

3ºSG-MG Myke da Silva Moreira

3ºSG-MG Gabriel da Silva Assumpção

3ºSG-MG Sérgio Raphael Pereira Chaves

3ºSG-MG Rafael da Silva Carvalho

3ºSG-MG Elielson Castro Alexandrino

3ºSG-MG Marcelo Galdino de Almeida Costa

3ºSG-MG Bruno de Souza Marques

3ºSG-MG Elielton da Silva Souza

3ºSG-MG João Henrique Soares Santiago

3ºSG-MG Luiz Rodrigo Rodrigues de Melo

3ºSG-MG Victor Vieira Vidal

3ºSG-MG Allan de Souza Marcolino da Silva

3ºSG-MG José Inácio da Rocha Carvalho

3ºSG-EF Johnatan Werlei Martins Ferreira

3ºSG-MG Wagner Reis dos Santos

3ºSG-MG Daniel Fernandes de Araujo Santos

3ºSG-MG Iremar José Nunes Viana Júnior

3ºSG-MG André Filipe Amorim Silva

3ºSG-MG Hugo Pereira da Silva Oliveira

3ºSG-MG Leonardo Salgado Belmiro

3ºSG-MG Jean Oliveira da Silva Santiago

Atividade de Mergulho de Combate

12 Anos

CMG André Teixeira Borges

CC Felipe Fonseca Mesquita Spranger

CT (AA) Luciano Falcão Ferreira

SO-MG Eliézio de Souza Costa

SO-MG Jone Marcino Lobo Rodrigues

2ºSG-MG Rangel Gonçalves Cardoso

8 Anos

SO-AR Jefferson Adailton Nunes Marques

1ºSG-MG Francisco Edfrankely de Oliveira

1ºSG-MO Silvio Genuino Vieira

1ºSG-AV Elder Felipe de Santana

1ºSG-MG Éder Ramos da Costa

2ºSG-AM Thiago Fernando Bunder

4 Anos

CT Gabriel de Brito Coelho

CT Marcos Vinícius Alves Gobatti

CT Rafael Thainan Barros de Souza

CT Matheus Rechuem Cardozo da Silva

SO-MG Cláudio Moura da Conceição

SO-MG Raimundo Gomes Esquerdo

SO-MG Sergio Ferraz

1ºSG-MR Jonas Silva dos Santos

3ºSG-MA José Édipo Wagner Moreira

3ºSG-SI Daniel Oliveira Mendonça

3ºSG-CI Filipe Pereira Rodrigues Barbosa

3ºSG-CP Vinícius Eduardo de Souza Martins

3ºSG-MG Mauro Nunes Rodrigues Junior

3ºSG-MG Matheus Lopes de Sousa

3ºSG-ET Adriano Macedo Vasconcellos Fernandes

3ºSG-MG Saymon Coelho Silva Reis





A high-angle photograph of a diver inside a submersible. The diver is wearing a dark blue uniform with patches, a cap with 'MARINHA DO BRASIL' written on it, and a harness. He is surrounded by various mechanical components, pipes, and equipment. The lighting is focused on the diver, creating a sense of being inside a confined space.

**Usque Ad Sub
Acquam Nauta Sum**

**Marinheiros até
debaixo d'água**