

# O PERISCÓPIO





No ano em que a Força de Submarinos completa seu primeiro centenário, é comum refletirmos sobre nossa história. Desde a aquisição dos submarinos da classe Foca, em 1914, com suas tripulações abnegadas, que nos servem, ainda hoje, de exemplo, até os últimos anos, caracterizada pela constante evolução tecnológica, dos Tango, dos Fleet-type, dos Guppy, dos Oberon e dos IKL-209. Com a guerra fria, o Submarino deixa de ser a arma do país pobre, e assume o papel de “diamante da dissuasão”, representando prestígio e poder dos países nas relações internacionais. O submarino de propulsão nuclear torna-se um estabilizador da modernidade e os países que detém essa tecnologia passam a ditar novas regras no contexto político das nações. Dada a conjuntura atual, e sua projeção no cenário político-econômico mundial, as marinhas, assumindo posição de destaque, principalmente em virtude da existência de uma imensidão de valiosos recursos naturais em seu leito marinho, foram forçadas, contra a sua vontade, a se tornarem o melhor instrumento político do poder naval, com ênfase no emprego de Submarinos.

A resposta desses anseios está inserida na parceria estratégica firmada com a França, em dezembro de 2008, para construção de quatro modernos submarinos convencionais, de uma nova base e um estaleiro, culminando com o desenvolvimento do submarino de propulsão nuclear.

A cada dia, essa realidade é construída de forma mais concreta, como pode ser observada nas obras no novo complexo naval de Itaguai, na qualificação de pessoal em outros países e na construção do primeiro S-BR, em curso no Brasil. Um projeto de enormes desafios, que nos posicionará como ator privilegiado nos cenários regionais e globais, tendo em vista o uso político de um submarino de ataque de propulsão nuclear, desaconselhando pressões e instabilidades em locais com fontes de riquezas. Diante desses fatos, a revista “O Periscópio”, se insere na abordagem de questões atuais, relativas às atividades desenvolvidas no âmbito desta Força, a disseminação da cultura submarinista e a divulgação de informações de cunho histórico, com o intuito de fomentar e incentivar o desenvolvimento de nossa mentalidade marítima. Convido o leitor a desfrutar dos textos especialmente preparados por aqueles que possuem, em sua alma, o desejo de serem “marinheiros até debaixo d’água”.

# O Periscópio

2015

Ano XLIX

Nº 68 - ISSN 1806-5643

## O PERISCÓPIO

*Revista anual da Força de Submarinos, editada pelo Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché.*

### *Correspondência*

*Centro de Instrução e Adestramento Almirante  
Áttila Monteiro Aché – CIAMA  
Ilha de Mocanguê Grande, s/n Niterói,  
RJ – CEP 20040-400.  
operiscopio@ciama.mar.mil.br*

### *Versão eletrônica:*

*HTTP://www.mar.mil.br/ciama/html/indexperiscopio.htm  
HTTP://www.mar.mil.br/Revistas\_Navais/revistas.html*

*As opiniões e fatos descritos são de inteira responsabilidade de seus autores e podem não coincidir com a opinião dos editores desta revista.*

*ROBERTO KONCKE FIÚZA DE OLIVEIRA /  
OSCAR MOREIRA DA SILVA FILHO  
Contra-Almirante  
Comandante da Força de Submarinos*

*ALEXANDRE MADUREIRA DE SOUZA /  
HUMBERTO DA CUNHA LIMA*

*Capitão-de-Mar-e-Guerra  
Comandante do CIAMA*

### *Coordenadores:*

*MAURÍCIO CÂMARA TEIXEIRA / LEANDRO JUSTINO  
DE ABREU*

*Capitão-Tenente*

*Editor-Chefe da Revista “O Periscópio”*

*ROBERTA REIS ALVES*

*Primeiro-Tenente (RM2-T)*

*Assistente de Edição*

*e Editoração Eletrônica:*

*SUBOFICIAL TAMAR COELHO LIMA MARTINS*

*2º SARGENTO GABRIELA OLIVEIRA BATISTA*

*CABO EWERTON ALEX ARAÚJO BRASIL*

**DISTRIBUIÇÃO GRATUITA**

# SUMÁRIO

|  |     |
|--|-----|
| 3.1 Perspectivas Tecnológicas para Propulsão.....  | 8   |
| Autores*: Capitão-Tenente (EN) Luciano Ondir Freire*, Contra-Almirante (EN) André Luis Ferreira Marques e Delvonei Alves de Andrade  |     |
| 3.2 Navios Sísmicos e sua Influência na Operação de Submarinos.....  | 15  |
| Autor*: Primeiro Tenente Guilherme Ferreira Murnel Liali   |     |
| 3.3 O Apoio do CEFAN ao Curso de Mergulhadores de Combate.....   | 23  |
| Autores*: Primeiro-Tenente (RM2-T) Fabrício Miranda Ribeiro e Primeiro-Tenente (RM2-T) Bruno de Souza Terra  |     |
| 3.4 Avaliação da Educação Nutricional Esportiva no Conhecimento Dos Alunos Do Curso de Operações Especiais da Marinha do Brasil.....   | 32  |
| Autora*: Primeiro Tenente (RM-2) Laura Kawakami Carvalho   |     |
| 4.1 International Low Frequency Analysis and Recording Course: Eckernförde (Alemanha) 2014.....  | 41  |
| Autor*: Capitão-Tenente Rogério da Silva Muniz Pereira   |     |
| 4.2 Deutschland Submarine Command Course 2014 (DEU-SMCC 2014).....   | 63  |
| Autor*: Capitão-de-Corveta Leandro Freitas Ribeiro   |     |
| 4.3 Curso de Actualización de Buceo Militar em Altura - Mergulho em Altitude.....  | 69  |
| Autor*: Capitão de Corveta Cláudio Luiz Rodrigues  |     |
| 4.4 Mísseis antiaéreos lançados de submarino.....  | 78  |
| Autor*: Primeiro Tenente Guilherme Ferreira Murnel Liali   |     |
| 4.5 QTPA: A Perspectiva de Qualidade Superior na Condução dos Submarinos.....  | 86  |
| Autor*: Suboficial (RM1)-MO-SB Jorge Geraldo Gonçalves   |     |
| 4.6 Gerenciamento de Risco Operacional (GRO) Nas Operações Submarinas.....   | 89  |
| Autor*: Capitão de Fragata Fernando De Luca Marques de Oliveira.   |     |
| 4.7 O Próximo Passo.....   | 105 |
| Autor*: Capitão de Fragata Alexandre Fontoura de Oliveira  |     |
| 4.8 “Caçadores” no Mar .....   | 109 |
| Autor*: Capitão-Tenente Pedro Salgado Dibo   |     |
| 5.1 HMS ARTEMIS – Lessons Learnt - Introdução e adaptação.....   | 114 |
| Autor*: Capitão Tenente Mauricio Câmara Teixeira   |     |
| 5.2 - A importância da Guerra de Minas para Amazônia Azul.....   | 130 |
| Autores*: Capitão de Corveta Frederico Medeiros Vasconcelos de Albuquerque; 2º Tenente (AA) Jutair Carlos Santos da Guia; Suboficial-MI Nilson Campos de Sousa; 1º Sargento-MI Sérgio Pereira da Silva; 3º Sargento-CN Luiz Carlos Nunes Loureiro Junior; e 3º Sargento-CA Frankley Batista Oliveira de Andrade. |     |
| 5.3 - Como um “Joelho de Porco” Influenciou a Construção de Submarinos no Brasil.....  | 137 |
| Autor: CC-EN(RnR) Flávio Antonio Arantes Leal  |     |
| 6.0 PERISCOPADA.....   | 140 |
| 7.1 - Peixe leão: um pirata do caribe.....   | 142 |
| Autor*: Capitão-de-Corveta (Md) Álvaro Antônio Cardoso Bastos  |     |



### 3.1 Perspectivas Tecnológicas para Propulsão

*Capitão-Tenente (EN) Luciano Ondir Freire\**

*Contra-Almirante (EN) André Luis Ferreira Marques\* e*

*Delvonei Alves de Andrade\*\**

Os submarinos nucleares de ataque atuais (classes Virginia, Astute e Suffren) são baseados em uma arquitetura de planta nuclear que depende de energia, em maior ou menor grau, dependendo do país, para serem mantidos em estado seguro. É importante destacar que, mesmo desligado, o núcleo do reator continua gerando fissões, que geram o "calor residual". Isto significa que, se faltar energia para um submarino nuclear, seu núcleo poderá sofrer derretimento devido ao calor residual.

Devido a isso, tomam-se providências de projeto para assegurar que a fornecimento de energia não sofra interrupções freqüentes, adicionando redundâncias. Tantas redundâncias, junto com o aumento dos requisitos operativos, impuseram um aumento do deslocamento de superfície na última geração de submarinos nucleares de ataque. Os deslocamentos atingiram cerca de 7000 toneladas na superfície para submarinos com reatores com "loop" e 4800 toneladas na superfície para submarinos com reator do tipo integrado. É importante mencionar que todas as marinhas que operam com submarinos nucleares fizeram suas primeiras classes com reatores a

configuração "loop". A US Navy e a Royal Navy o fazem até hoje, inclusive.

Evidentemente, esse crescimento do volume alocado à segurança nuclear pode ocorrer à custa do desempenho operativo, reduzindo a potência disponível para propulsão e aumentando o arrasto devido ao aumento da superfície molhada do submarino. Também impacta enormemente no custo de aquisição e de operação, pois cada equipamento classificado (produzido de acordo com normas nucleares) custa cerca de dez vezes mais e requer constantes inspeções por pessoal qualificado. Essa diferença de preço varia de 3 a 50 vezes dependendo do item 0.

#### **Advento dos reatores com sistemas passivos de segurança.**

Buscando reduzir os custos e incrementar a vantagem competitiva da indústria nuclear, as empresas passaram a investir em soluções otimizadas que reduzam a quantidade de componentes classificados e complexos. Sendo a necessidade de energia o aspecto que mais induz à complexidade, começaram a ser buscadas alternativas para deixar as plantas nucleares mais seguras,

sem a necessidade de receber energia externa, soluções conhecidas como sistemas passivos. Esse conceito já existia na verdade, mas foi ampliado e tem algumas limitações.

Tais projetos foram bem sucedidos em termos de redução de custo, e unidades do projeto AP1000 da Westinghouse (americana) estão em construção, com previsão de entrar em breve em operação 0. Para exemplificar, a Figura 1 mostra a contenção do projeto IRIS 0 liderado pela Westinghouse, que é bastante interessante para uma possível adaptação à propulsão naval, pois usa segurança passiva e circulação forçada para produção de energia, permitindo o emprego de um volume menor da planta nuclear.

Nota-se que todos os componentes mais importantes estão integrados em um único vaso de pressão, o que diminui muito o risco de eventuais rupturas no primário; simplifica a planta e a deixa mais compacta. Em caso de acidente, o calor é removido pelas paredes da contenção para o fluido externo, dispensando bombas e energia. É digno de nota que este conceito pauta-se em programas de experimentos e testes em laboratório.

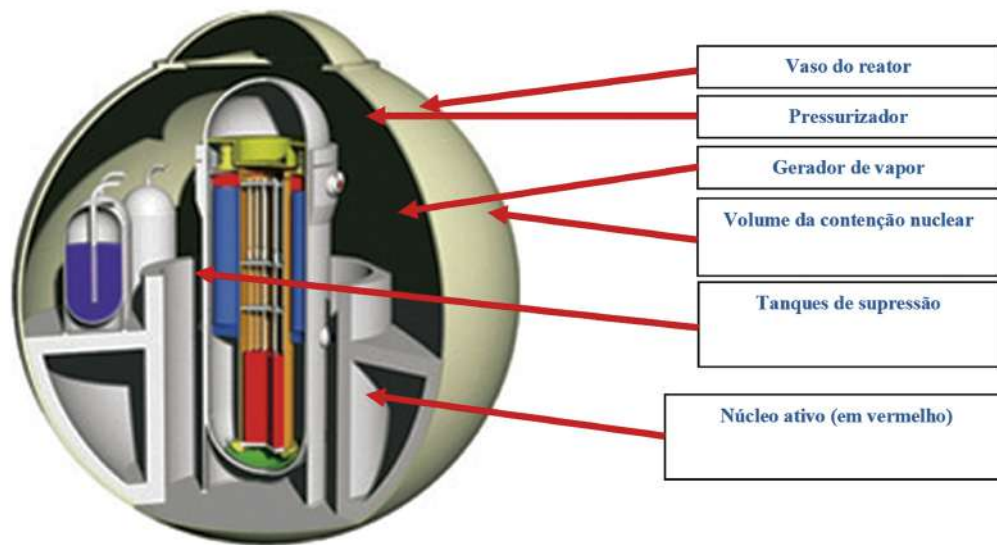


Figura 1 – Sistema de contenção e sistema de resfriamento do reator do Projeto IRIS 0

### Advento dos trocadores de calor a placas.

No final dos anos 80, os avanços na tecnologia de fabricação, como a solda a laser, permitiram iniciar a fabricação de trocadores do tipo casco e placas, que fazem a mesma função dos trocadores casco e tubo, mas são muito mais compactos e confiáveis. A Figura 2 mostra um trocador desse tipo.

Os trocadores de calor tipo casco e placas suportam temperaturas e pressões quase tão elevadas quanto os trocadores casco e tubos, como mostrado na Figura 3. Porém, o seu volume é muito menor, como mostrado na Figura 4, que apresenta dois trocadores de mesma capacidade térmica.

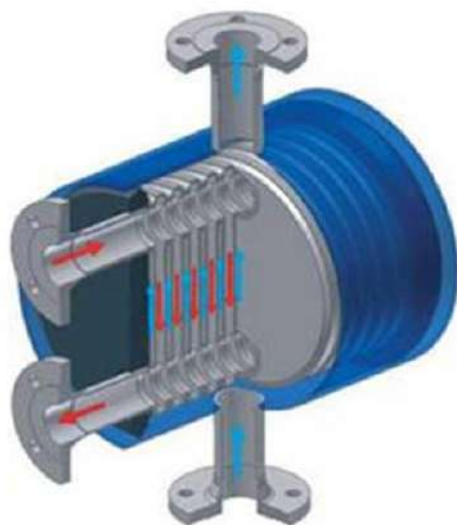


Figura 2 – Trocador de calor casco e placas [3]

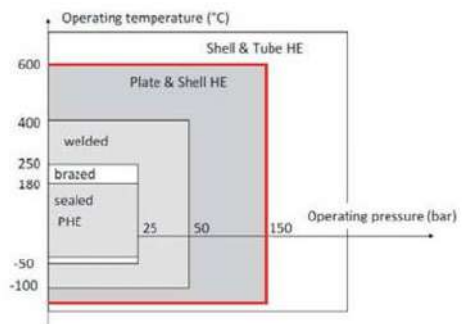


Figura 3 – Temperaturas e pressões admissíveis para trocadores tipo casco e placas (linha vermelha) 0Trocador de calor casco e placas [3]



Figura 4 – Comparação de tamanho entre trocadores para mesma carga térmica tipo casco e tubo (cinza) e tipo casco e placas (azul)

## Impactos do uso de reatores integrados

No caso de um reator integrado, uma mesma blindagem bloqueia a radiação vinda do núcleo e a radiação vinda da água do primário, reduzindo assim o peso médio da planta mais ou menos pela metade. O volume também fica muito reduzido, já que não são necessários os espaços para as tubulações do primário, para os geradores de vapor, seus jazentes e espaço ao redor para inspeção durante a vida útil. Não o bastante, o uso da opção “integrada” ao reator traz dificuldades de manutenção e montagem de equipamentos do circuito primário, com menor flexibilidade de operação também. Os reatores integrados franceses, Figura 6, usam trocadores do tipo casco e tubo para geração de vapor. Essa escolha impõe limitações à potência do reator, o que implica em velocidades menores do que aquelas obtidas por reatores com loops. A potência do reator

esbarra no tamanho do gerador de vapor, que, no caso, deve ficar em cima do núcleo, por motivos de segurança, e caber no casco.

Se for adotada a tecnologia de trocadores do tipo casco e placas, será possível construir um reator integrado com uma potência maior, superior à potência de um reator a loops. A Figura 7 mostra uma figura de uma patente francesa 0 que emprega uma tecnologia similar a um trocador do tipo casco e placas, no caso, trocadores de circuito impresso. Isso evidencia que já existem estudos nesse sentido.

Se for adotada a tecnologia de trocadores do tipo casco e placas, será possível construir um reator integrado com uma potência maior, superior à potência de um reator a loops. A Figura 8 mostra uma figura de uma patente francesa [5] que emprega uma tecnologia similar a um trocador do tipo casco e placas, no caso, trocadores de circuito impresso. Isso evidencia que já existem estudos nesse sentido.

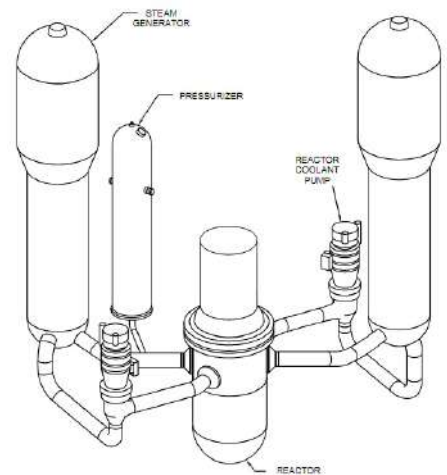


Figura 5 – Reator a loops [7]

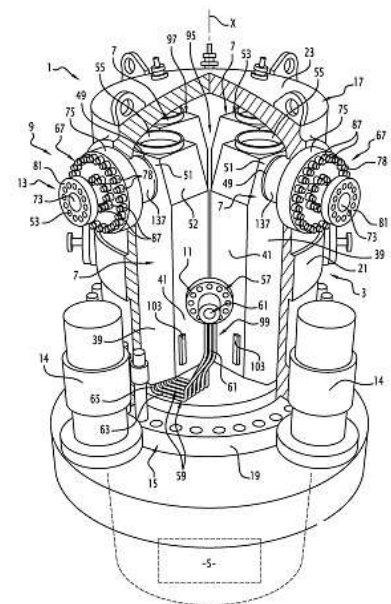


Figura 8 – Novo Conceito de Reator Francês patentado em 2013

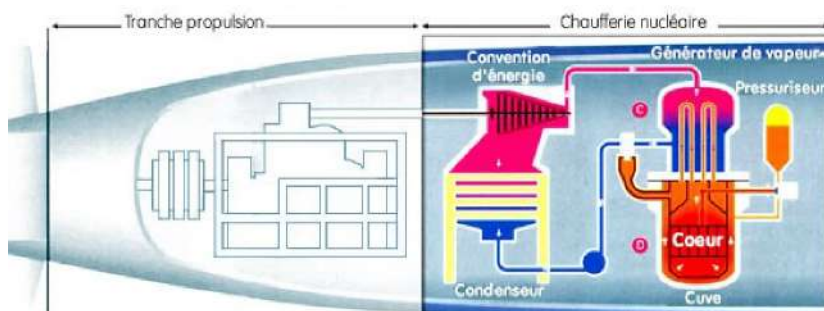


Figura 7 – Reator Integrado Francês [8]



## Adoção de propulsão híbrida

Existem três tipos de propulsão para submarinos: a turbomecânica, que é a mais comum, a turboelétrica e a híbrida, que é a mais moderna.

A propulsão turbomecânica é a mais compacta e permite atingir velocidades maiores por ter menos estágios de conversão de energia. O fato é que essa arquitetura é a mais potente para um dado volume, mas é mais ruidosa. A Figura 9 mostra um exemplo dessa arquitetura

A propulsão turboelétrica (Figura 10) emprega as turbinas a uma velocidade fixa. Isso permite aperfeiçoar as máquinas rotativas para serem mais silenciosas nessa frequência de operação. Por outro lado, os geradores elétricos de propulsão, sistemas de chaveamento, motores elétricos e seus calços

são pesados e volumosos. Dado o volume limitado de um submarino, submarinos com essa arquitetura tem velocidade reduzida, tal como o SSN Tulibee e a classe Rubi.

Por outro lado, a propulsão híbrida tem as vantagens das duas arquiteturas vistas anteriormente. É compacta e permite a turbina operar em rotação constante quando o submarino opera a baixa velocidade, tal como uma propulsão turboelétrica. Se necessário, uma embreagem conecta a turbina à engrenagem redutora da linha de eixo e o conjunto opera como uma propulsão turbomecânica (Figura 11).

Evidentemente, operar como uma propulsão turbomecânica é mais ruidoso, mas em altas velocidades o ruído predominante é o hidrodinâmico e não ruído das máquinas. Em

outras palavras, não existe vantagem em ter uma propulsão silenciosa quando o casco produz muito ruído devido ao escoamento turbulento. Todavia, é muito pequena a frequência de se operar em altas velocidades.

Na arquitetura mostrada na Figura 11, tanto o motor elétrico de propulsão como o gerador elétrico auxiliar podem trabalhar como motor ou gerador, havendo redundância nas duas funções. Não importa qual componente falhar, a propulsão mantém um desempenho mínimo.

Além disso, a propulsão híbrida pode retirar energia da bateria para aumentar a potência no eixo. Neste caso, tanto a turbina como o motor de propulsão entregam torque à linha de eixo e atingem a máxima potência propulsiva por tempo limitado, por volta de uma hora, dependendo da bateria (Figura 12).

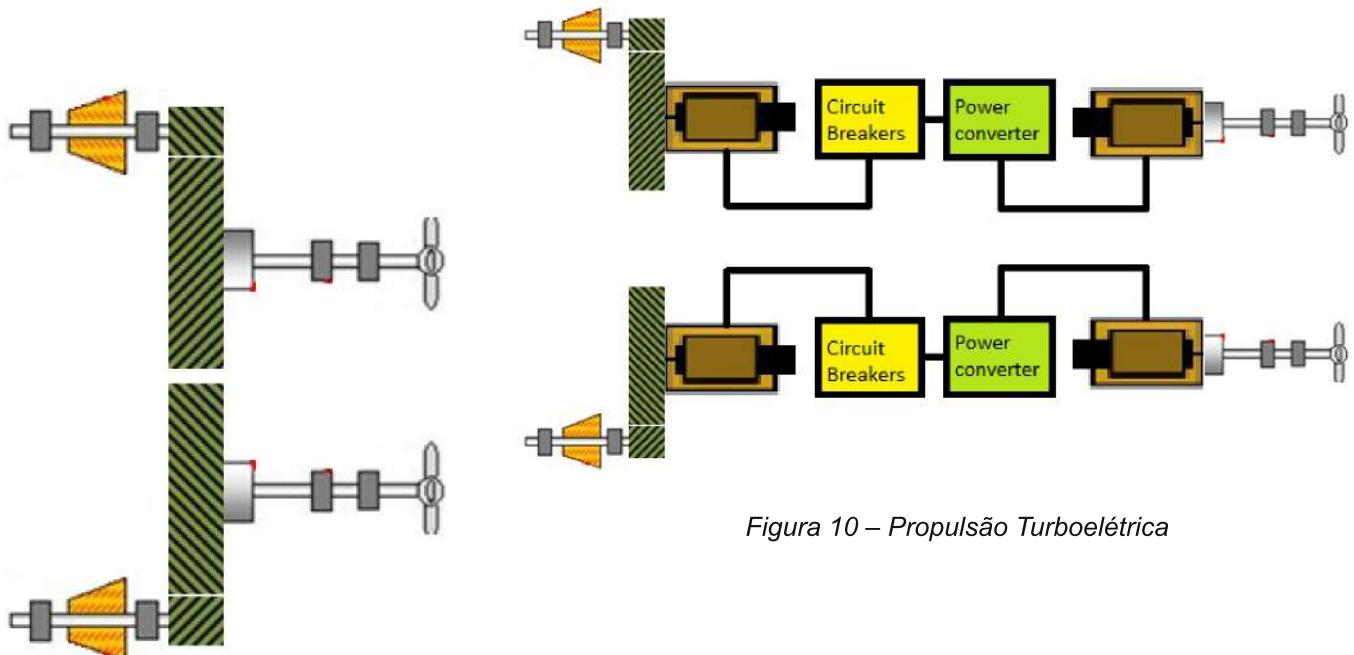


Figura 9 – Propulsão Turbomecânica

Figura 10 – Propulsão Turboelétrica

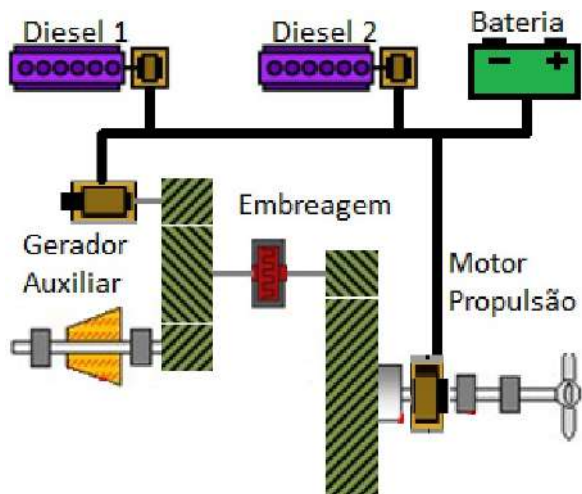


Figura 11 – Propulsão Híbrida

## Integrando as tecnologias

Supondo o mesmo sistema de combate de um submarino convencional da classe Scorpène, uma propulsão híbrida tal como a representada na Figura 11, um reator com gerador de vapor com trocadores casco e placas, similar ao da Figura 8, cálculos preliminares indicam a possibilidade de ter um submarino com casco de diâmetro mínimo de 6,2m e potência da ordem de 50MWt.

Sendo a segurança da planta nuclear assegurada por elementos passivos, esse submarino hipotético seria muito similar aos submarinos nuclear de ataque da classe Permit, que tinha deslocamento de 3800 toneladas, potência na linha de eixo de 11MW e velocidade de 28 nós.

A propulsão híbrida, por outro lado, permitirá ter a discrição do SSN Tulibee em baixa velocidade e a velocidade máxima da classe Permit. A

única restrição é que as duas propriedades não são simultâneas – se a embreagem da Figura 11 estiver desconectada, haverá discrição e baixa velocidade. Se for conectada, produzirá ruído, mas terá alta velocidade. Temos assim um solução de compromisso.

## Conclusão

A adoção de tecnologias já amplamente testadas e aceitas na indústria pode permitir aumentar a densidade de potência da propulsão dos submarinos do futuro. Além disso, a adoção de sistemas passivos de segurança nuclear pode reduzir o custo e tamanho da planta nuclear. O emprego de reatores integrados contribuirá muito para a discrição acústica, redução de volume e de dose de radiação à tripulação.

Será possível ter uma única turbina, diesel geradores sem requisitos nucleares, uma única

bateria, muito menos tubulações, bombas e válvulas e, ainda por cima, ser mais seguro.

Com tais simplificações, será possível construir submarinos nucleares de cerca de metade do deslocamento dos submarinos atuais com alta confiabilidade e discrição, capazes de alcançar os navios mercantes mais velozes da atualidade, com um custo que será uma fração do custo de um submarino do estado da arte, o que permitirá a construção de grandes frotas de submarinos nucleares.

Tudo isso pode ser realizado com métodos e tecnologias já testadas no mercado há mais de 20 anos, o que implica que não serão necessários novos desenvolvimentos tecnológicos no nível de componentes. É apenas uma questão de integrar novas tecnologias de diferentes campos. Estudos nesse sentido já estão sendo feitos em nível de pesquisa e desenvolvimento [5][12].

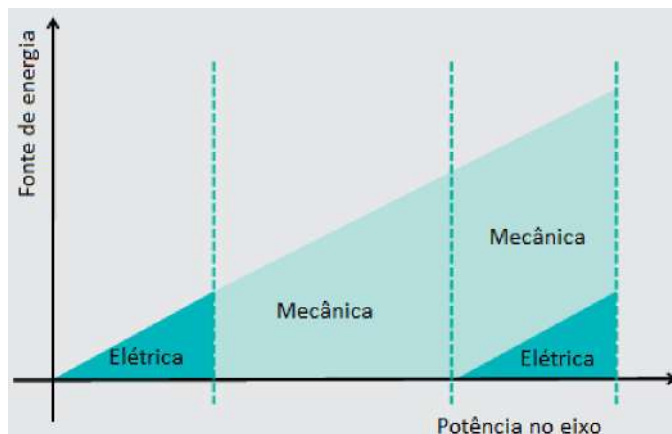


Figura 12 – Possíveis Modos de Operação de Propulsão Híbrida [13]

## Referências

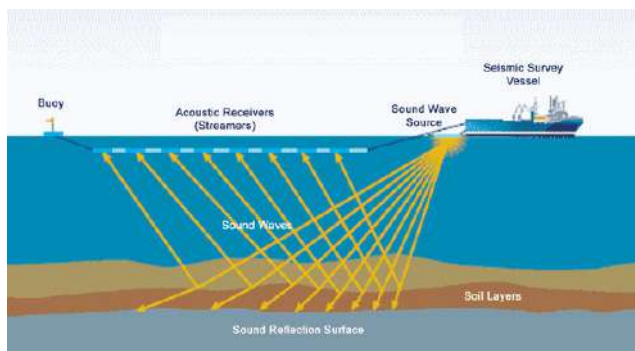
- [1] "Risk-Informed Categorization And Treatment Of Structures, Systems And Components For Nuclear Power Reactors", 10 CFR 50.69, US Nuclear Regulatory Commission, Regulatory Analysis, 2003.
- [2] "China seen buying Westinghouse reactors for \$24 billion nuclear energy projects", Reuters, 2014, em <http://www.reuters.com/article/2014/04/21/china-nuclear-idUSL3N0ND1GS20140421> em 12/03/2015
- [3] "When Two Worlds Merge - A Compact And Efficient Plate Heat Exchanger Combined With A Pressure And Temperature Resistant Shell", GESMEX, em <http://www.gesmex.com/fachbericht-e303.html> em 13/03/2015
- [4] "Reactor Shielding Manual", Theodore Rockwell III, Naval Reactors Branch, Division Of Reactor Development, United States Atomic Energy Commission, First Edition, 1950.
- [5] "Nuclear Reactor Having Plate or Micro-Channel Heat Exchangers integrated in the Vessel", Charles Fribourg, Société Technique pour L'Energie Atomique Technicatome, Demanda de Patente, 30p., 2012.
- [6] "The design and safety features of the IRIS reactor", Carelli, M. D., et al, Nuclear Engineering and Design 230 (2004) 151–167.
- [7] "Nuclear Power for Electrical Generation - Reactor Concepts Manual, Chapter 4: Pressurized Water Reactor Systems", USNRC Technical Training Center, 2012.
- [8] "Réacteurs embarqués - Quelques éléments de la propulsion nucléaire navale" [http://www.laradioactivite.com/fr/site/pages/Reacteurs\\_embarques.htm](http://www.laradioactivite.com/fr/site/pages/Reacteurs_embarques.htm), acessado em 27/03/2015.
- [9] "On applicability of plate and shell heat exchangers for steam generation in naval PWR", Freire, L. O., De Andrade, D. A., Nuclear Engineering and Design 280 (2014) 619–627.
- [10] "Parallel hybrid propulsion for AHTS", Myklebust, T. A., Ådnanes, A., K., ABB, brochura, 5p.

A LOGSUB parabeniza a Força de Submarinos pelos seus 101 anos de existência com muita dedicação e profissionalismo "até debaixo d'água".



## 3.2 Navios Sísmicos e sua Influência na Operação de Submarinos

Primeiro Tenente Guilherme Ferreira Murrel Liali



Atualmente, a pesquisa sísmica tornou-se ferramenta fundamental na atividade de mineração e, principalmente, na prospecção de petróleo e gás no mar. Em comparação com outros tipos de levantamentos geológicos (gravimetria, magnetometria e prospecções eletromagnéticas), uma vez que permite a melhor coleta de dados que indicam a composição do subsolo marinho, tornando a exploração mais precisa e rentável, bem como permite acompanhar a evolução do consumo de poços, indicando o limite de sua exequibilidade.

A pesquisa sísmica é dividida em três fases: aquisição de dados, processamento e interpretação. A aquisição é realizada, em sua maioria, por empresas especializadas, contratadas pelas grandes petrolíferas e mineradoras, podendo, ou não, serem responsáveis também pelo processamento de tais dados. A fase de interpretação fica a cargo da empresa petrolífera contratante, fazendo uso de modelagem 3D em ambientes de realidade virtual.

Com a importância que a

exploração de petróleo em ambiente marítimo ganhou na última década em águas brasileiras, os efeitos desta imensa estrutura offshore na navegação e, principalmente, nas operações navais, fez-se sentir de forma cada vez mais intensa. Particularmente, os efeitos das atividades sísmicas no ambiente de guerra antissubmarino e na operação de submarinos, suscitam questionamentos.

### Fundamentos de pesquisa sísmica

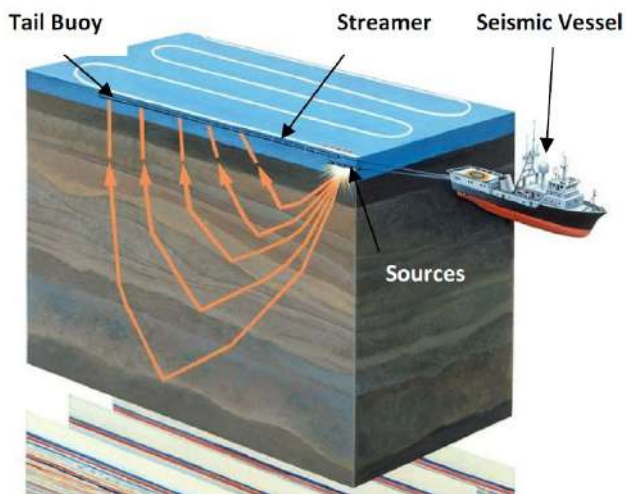
A teoria deste método de levantamento geológico consiste na utilização de uma fonte de energia acústica de baixa frequência (e grande penetração devido a menor atenuação) e de uma ou mais cabos de registro (conjuntos de receptores dispostos em cabos flutuantes rebocados ou de fundo) para os diferentes sinais originados da penetração, refração e reflexão das ondas sonoras nas diversas camadas do subsolo. Calculando o tempo de retorno e a posição dos receptores, é possível inferir as características das formações geológicas, sua composição e

distribuição.

O método mais simples de pesquisa e a sísmica 2D, originada do desenvolvimento dos fenômenos de refração e reflexão do som no solo, inaugurado nos anos de 1920, ainda na prospecção de petróleo em terra, e perdurou até os anos de 1980, quando passaram a ser substituídos pelos levantamentos 3D, sendo ainda utilizados em explorações iniciais, provendo dados mais gerais para indicar a exequibilidade de pesquisas 3D, mas caras e complexas.

O navio sísmico 2D percorre derrotas bem espaçadas entre si, e assim, este método utiliza apenas um cabo de registro, o que resulta em “fatias” do subsolo (em uma analogia com os levantamentos hidrográficos mono feixe, que produzem pontos de sondagens na carta náutica)

Atualmente, a sísmica 3D é predominante da prospecção de hidrocarbonetos. Esta é capaz de obter uma imagem tridimensional. Inicialmente, tal imagem tridimensional era obtida por levantamentos 2D muito próximos, mas isto revelou-se dispendioso demais.



Posteriormente, o navio sísmico passou a rebocar vários cabos de registro, até 20, recebendo sinais simultaneamente dos mesmos conjuntos de emissores. Tal arranjo produz várias “fatias” muito próximas entre si, em conjunto com pernas de sondagens mais próximas entre si, produzem a enorme quantidade de dados necessária para uma imagem 3D do subsolo. Vale lembrar que uma particularidade extremamente importante da sísmica 3D é que, devido ao extenso aparato de cabos sendo rebocados, tais navios tem capacidade de manobra restrita, assim, possuem uma área de manobra ao seu redor, aos moldes de uma AMX ou santuário, de modo a permitir que executem suas guinadas com enormes diâmetros e não necessitem guinar ou variar sua velocidade durante os levantamentos geológicos.

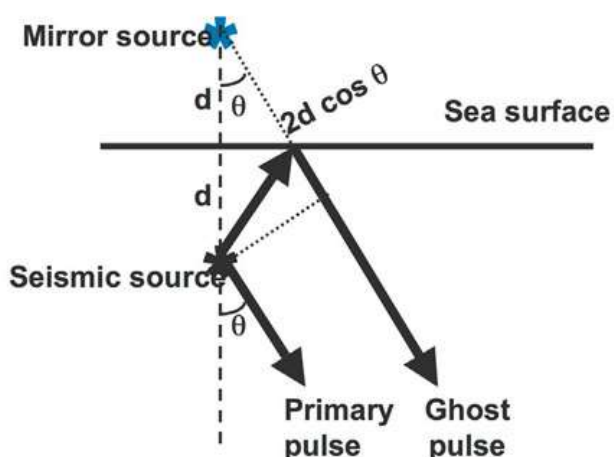
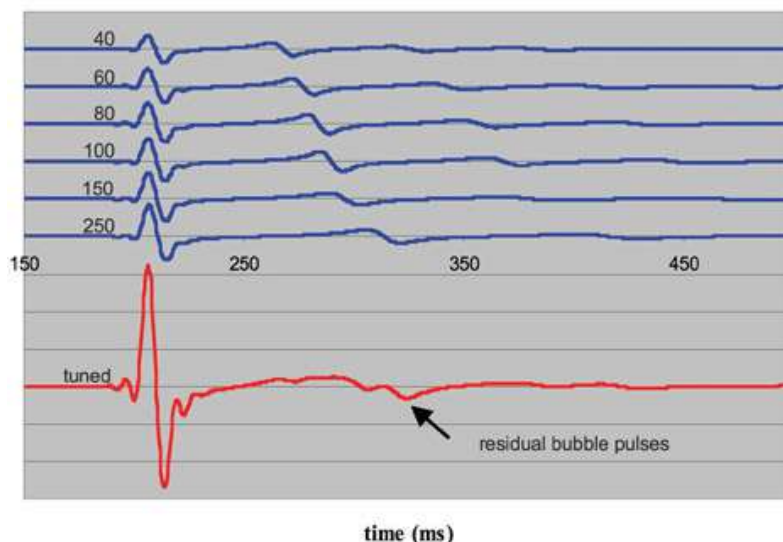
Uma variação mais recente e a sísmica 4D (time-lapse), que consiste em várias sondagens 3D dos mesmos poços, de modo a acompanhar no tempo a sua

exploração e determinar até quando são economicamente viáveis.

### **A fonte emissora e a diretividade do pulso sísmico**

Atualmente, a fonte emissora mais comum consiste de um arranjo de canhões de ar (air guns), compostos por duas câmaras, um êmbolo, uma válvula solenoide e uma retenção, operando com pressões de ar entre 140 e 170bar. Quando o ar é liberado, o movimento repentino do cilindro libera o ar comprimido por poucos milissegundos, assim gerando o pulso acústico na forma da expansão inicial da bolha de ar. Contudo, devido à tensão superficial da água, e sua elasticidade, a bolha de ar sofre ciclos de expansão e contração até colapsar, conferindo ao pulso individual de cada air gun um caráter oscilatório com um pico inicial bem distinto. O pulso formado, ou assinatura da fonte e

formado, então, por três elementos: o pulso inicial (direct arrival), sua reflexão na superfície do mar (ghost) e as oscilações de pressão no seu interior até o colapso (bubble pulses) e suas reflexões. Contudo, é necessário um sinal preciso para que sua reflexão nas camadas do subsolo traga as informações desejadas, assim, é necessário maximizar a intensidade do pulso inicial e reduzir os ruídos do sinal devido aos bubble pulses. A solução é utilizar várias air guns de diferentes dimensões, divididas em várias linhas flutuantes rebocadas. Tal arranjo deve ser dimensionado para promover interações construtivas entre os diversos pulsos iniciais de cada fonte emissora (estes estarão em fase) ao mesmo tempo em que promove interação destrutiva entre os vários bubble pulses individuais (estes possuirão diferenças de fase). Outra solução são os canhões de ar tipo GI (generator-injector) que possuem um segundo êmbolo e solenoide, disparados ligeiramente após o disparo



principal, no momento do colapso da bolha, assim suprimindo boa parte das oscilações indesejáveis e produzindo um sinal mais preciso.

A utilização de um arranjo de emissores torna o cálculo da energia acústica do conjunto muito complexo, assim, utiliza-se um artifício matemático chamado far-field, onde a intensidade é calculada a uma distância tal dos emissores que não seja mais possível discernir o sinal individual de cada um. A partir desta intensidade acústica far-field, a intensidade do arranjo é retrocalculada supondo uma atenuação proporcional a distância da fonte e do receptor. Na prática, a pressão acústica em qualquer ponto da coluna d'água nunca chega ao valor obtido pelo far-field, sendo aproximadamente 10 vezes

menor, e pouco maior que a intensidade acústica do maior emissor do arranjo.

Espectro de frequência e direcionalidade do pulso sísmico

Como a intensidade das emissões acústicas ao longo da coluna d'água e de difícil medição, e ainda mais o efeito dessa intensidade para os arranjos de hidrofones e transdutores em broadband, e necessário analisar a composição em frequência destas emissões para determinas seus efeitos na operação de submarinos.

De acordo com as necessidades de alcance, SNR, reflexão e penetração das camadas do subsolo, a energia do pulso sísmico esta quase que totalmente concentrada na faixa de 10 a 200Hz, com pico sensível ao redor de 60Hz, e

acima desse limite, a intensidade do sinal não ultrapassa os 3dB. É perceptível a existência de frequências onde ocorre uma queda abrupta de amplitude (ghost notches). Este fenômeno e provocado pela interação destrutiva do pulso com sua reflexão na superfície do mar e assim, a profundidade dos emissores determinará quais frequências serão atenuadas.

Uma propriedade importante é a diretividade, a concentração de energia acústica no plano vertical. Esta é obtida pela distribuição espacial e qualitativa (volume de ar) dos canhões de ar dentro do arranjo. Utilizando a distância entre os canhões e o volume de cada um, é possível programar os disparos no tempo de forma a concentrar os picos de energia no plano vertical

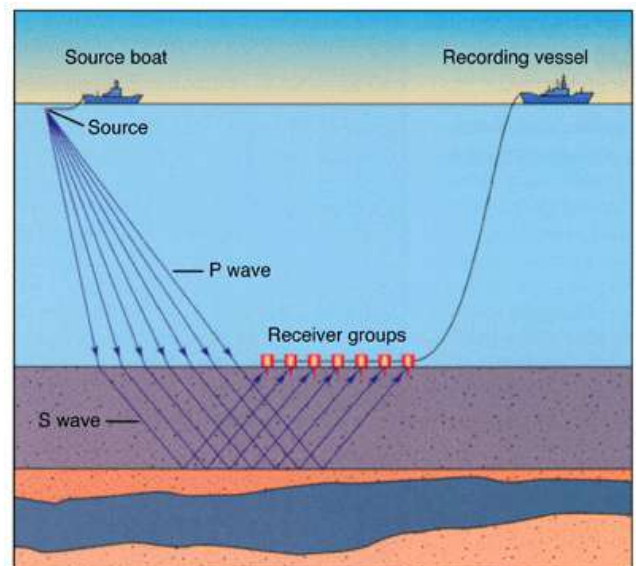
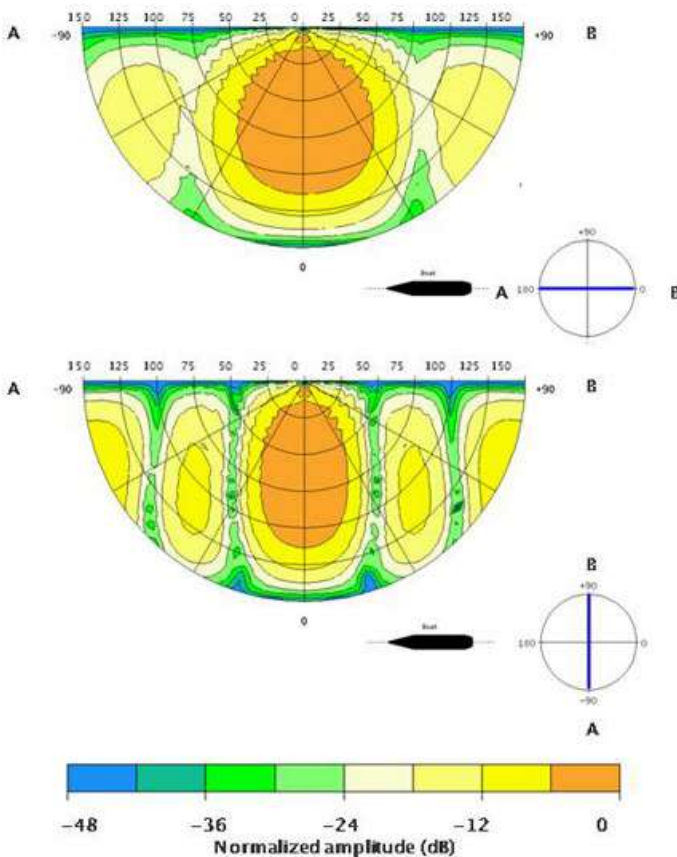
## Cabos flutuantes e de fundo

Os cabos flutuantes (streamers) são os mais difundidos atualmente para portares os receptores. São rebocados pelos navios sísmicos a uma profundidade de 4 a 10m, de acordo com o alvo do levantamento. São utilizados, normalmente, entre 6 e 12 cabos, mas podendo chegar até 20 em levantamentos mais extensos e complexos, com comprimentos usuais entre 4 e 8km, mas podendo chegar até 12km. Têm construção modular em seções de 50 a 100 metros e são preenchidos com fluidos ou polímeros de baixa densidade, mais leves que a água do mar, para conferir-lhes flutuabilidade neutra.

Também possuem conjuntos de hidroplanos para controle da cota (birds), bem como telêmetros acústicos de alta frequência (50 a 100 kHz, que não interferem com as frequências bem mais baixas dos arranjos sísmicos) e giroscópios para posicionamento corretos entre os vários cabos de registro. E, por fim, possui boias nas extremidades dos cabos (tailbuoys), equipadas com DGPS e utilizadas tanto no posicionamento dos cabos como para o processamento dos dados sísmicos.

Os cabos de fundo (OBC - Ocean Bottom Cable), utiliza cabos de registro estacionários no fundo. Inicialmente, seu uso foi uma solução para levantamentos em áreas que impediam a utilização de cabos rebocados, como intenso tráfego

mercante e grande número de plataformas de prospecção. Posteriormente, com o avanço na análise de dados geológicos e o advento da sísmica 4D, passou-se a utilizar conjuntos de cabos rebocados e de fundo, uma vez que cabos de fundo são capazes de obter mais informações, tanto pelas reflexões (P waves) como reverberações no subsolo (S waves) e com menor taxa de erro. Contudo, para utilização de cabos de fundo, é necessário um maior número de navios: navio sísmico com a fonte emissora, navio de registro conectado aos cabos de fundo, um navio responsável pelo posicionamento dos cabos e um navio de apoio. Durante os levantamentos, pelo menos o navio sísmico e o navio de registro permanecem na área.



Apesar das emissões dos navios sísmicos serem bastante intensas, de modo que possam atingir, penetrar, refletir e reverberar no subsolo marinho, seu espectro de frequência e, principalmente, a banda de frequência onde se concentra a maior parte da energia acústica, e muito mais baixa que o limite inferior da faixa de frequências detectáveis pelos sonares ora em operação na Marinha do Brasil, assim, seria lícito afirmar que os sensores dos submarinos atuais não sofreriam degradação devido aos levantamentos sísmicos. Do mesmo modo, os longos

comprimentos de onda produzidos pelas baixas frequências são muito maiores que o casco dos submarinos, assim, mesmo vibrações pelo casco não seriam sentidas, e curtos de ruído não afetariam o navio e seus sensores. A cota de operação dos cabos é pouco menos que a cota periscópica, assim, a passagem em cota profunda pela área restrita ao redor destes navios é possível, contudo, somente quando não ocorre a utilização de cabos de fundo. Neste caso, o submarino deve ficar fora de toda a coluna d'água compreendida entre a

área ao redor do navio de registro e o fundo, necessitando, assim, de Aviso aos Navegantes que discrimine não somente a área ao redor do navio sísmico, como a área com presença de cabos de fundo ao redor do navio de registro. Contudo, a utilização de Flank Arrays e Towed Arrays podem sofrer degradações sensíveis devido à banda de frequência de operação bem menor que a dos sonares atuais e mais próxima da banda de frequência produzida pelos navios sísmicos.

### Bibliografia

<http://parkseismic.com/Whatisseismicsurvey.html>

<http://www.seismicsurvey.com.au/>

<http://www.mrcsp.org/userdata/Fact%20Sheets/seismic.pdf>

VILLARDO, CRISTIANO. 2006. Os impactos Ambientais da Pesquisa Sísmica Marítima. Universidade. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Biologia e Escola Politécnica. Núcleo de Ciências Ambientais. PP.10-34.

## CONHECIMENTO BRASILEIRO

ABSORÇÃO TECNOLÓGICA  
DO SISTEMA DE COMBATE  
DOS SUBMARINOS



FONE: + 55 (11) 3040-7300  
FAX: + 55 (11) 3040-7400

RUA DO ROCIO, 313 - 11º ANDAR - 04552-904  
VILA OLÍMPIA - SÃO PAULO - SP - BRASIL

FUNDAÇÃO  
**EZUTE**

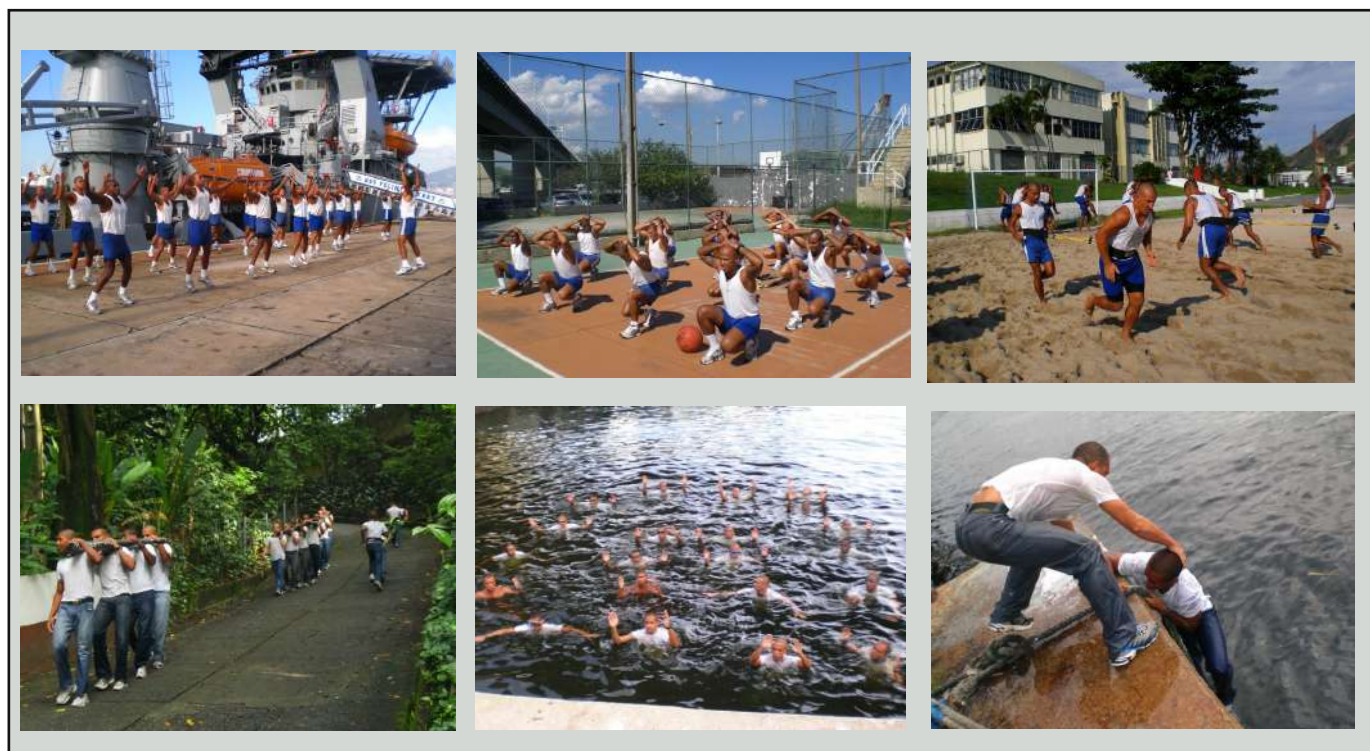
WWW.EZUTE.ORG.BR





### 3.3 O Apoio do CEFAN ao Curso de Mergulhadores de Combate

*Primeiro-Tenente (RM2-T) Fabrício Miranda Ribeiro e  
Primeiro-Tenente (RM2-T) Bruno de Souza Terra*



A preparação física prévia aumentou em duas vezes o percentual de aprovados no Curso de Mergulhadores de Combate.

Pelo terceiro ano seguido, os alunos do Curso de Mergulhadores de Combate para Oficiais (CAMECO) e do Curso Especial de Mergulhadores de Combate (C-ESP-MEC), passam pela “fase zero” (de preparação física) do curso, no Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN), da Marinha do Brasil.

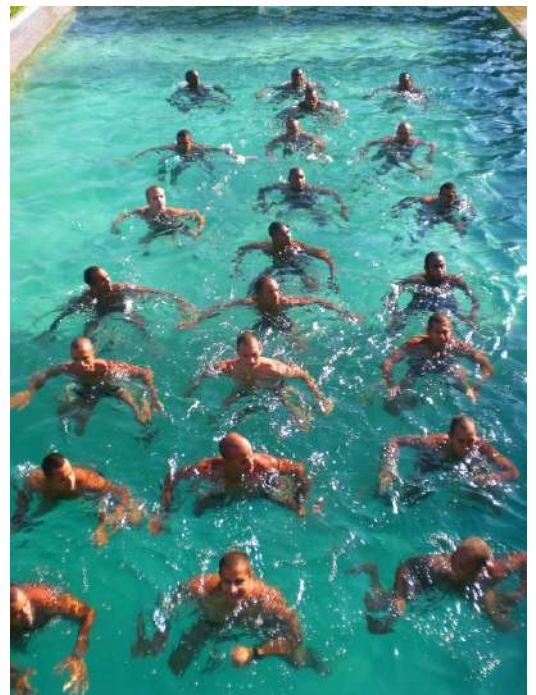
#### HISTÓRICO

Essa parceria com o CEFAN começou a se desenhar em 2009, quando ao final do curso de Mergulhadores de Combate deste ano, dos seis Oficiais inscritos, nenhum se formou. Diante deste acontecimento, o Comando do Centro de Instruções e Adestramento Almirante Átilla Monteiro Aché (CIAMA) se preocupou com o nível de condicionamento físico inicial

dos alunos e sua possível influência sobre ao êxito dos mesmos nas fases específicas do curso, o que remeteria a possibilidade do Grupamento de Mergulhadores de Combate (GRUMEC) posteriormente não ter Oficiais para comandar os grupos de operações especiais. Então, em 2010, o CIAMA estabeleceu contato com o CEFAN e solicitou a assessoria técnica da Superintendência de Educação Física e Desportos,

sugerindo uma intervenção de profissionais de educação física na preparação física dos Oficiais candidatos ao curso no referido ano.

O trabalho desenvolvido pelo CEFAN, coordenado pelo Primeiro-Tenente (RM2-T) Fabrício, tomou notoriedade, quando, de seis Oficiais inscritos e treinados, dois (33,3%) se formaram, e de 16 praças não treinadas previamente, apenas uma (6,3%) se formou. A partir



de 2011, devido aos bons resultados apresentados com os Oficiais na turma de 2010, foi inserido nos cursos CAMECO e C-ESP-MEC, a atividade curricular de preparação física para os alunos, chamada de “fase zero”.

#### A FASE ZERO

Em 2011 e 2012 a fase zero ocorreu nas instalações da Base Naval do Mocangê.

Esta fase de preparação física tem o objetivo geral de aprimorar as valências físicas inerentes ao rendimento operacional dos alunos do Curso de MEC, através de um planejamento prévio de meios e métodos de preparação física.

Com duração de aproximadamente dois meses, esse período é dividido e planejado em três ciclos: (1) preparação geral, (2) preparação especial, e (3) preparação específica, cada um destes com

gradativos aumentos das cargas de trabalho e inclusão progressiva de materiais e atividades que serão vivenciadas durante o curso. Durante todo o treinamento, os alunos são submetidos a exercícios físicos planejados em dois turnos, manhã e tarde, de segunda à sexta.

Além da melhoria geral das valências físicas envolvidas no desempenho operacional como a aptidão cardiorrespiratória, resistência de força e “aquacidade”, durante a fase de preparação física, os alunos são submetidos a atividades que se assemelham as exigidas nas fases específicas do curso, como: nado equipado com camuflado completo, corrida com calça e coturno, marcha equipada com sobrecarga e subida no cabo. Esta estratégia tem positivo efeito sobre a adaptação dos alunos ao uso do equipamento e familiarização com atividades diferenciadas.

A partir de 2013, o período de preparação física passou a acontecer nas instalações revitalizadas do CEFAN, aproveitando as ótimas condições de infraestrutura da OM, com o advento dos 5º Jogos Mundiais Militares, Rio 2011. Além de poder contar com uma pista de atletismo oficial com piso esportivo, um parque aquático renovado, uma sala de musculação ampla e bem equipada, quadras de areia e demais instalações externas do CEFAN, os alunos passaram a receber suporte do Centro de Reabilitação Físico Funcional do CEFAN, que atende com excelência os atletas militares do Programa Olímpico da Marinha (PROLIM) e a família naval. Esse suporte permite que o aluno se apresente na melhor condição física possível para a fase específica do curso, tratando e monitorando, durante a fase zero, lesões antigas e eventuais novas.





## TESTES FÍSICOS

Independente dos testes de entrada para o curso, ao se apresentarem para o início da fase zero do curso, todos os alunos são submetidos a testes físicos. São realizados testes para analisar a composição corporal (peso, estatura, % gordura...), para acompanhar a evolução da massa muscular e da gordura corporal; testes na piscina, para avaliar a adaptação a atividade na água (“aquacidade”); testes de força, para analisar a evolução desta valência; e o teste de corrida em 2400 m (TAF), para

verificar o nível de aptidão física.

Ao passar a fazer o treinamento nas instalações do CEFAN, os recursos de avaliação também foram ampliados, com o apoio do Laboratório de Pesquisa em Ciências do Exercício (LABOCE) do CEFAN, incluindo-se: (a) o teste de pisada, para a recomendação de tênis adequados para o tipo de pisada dos alunos, (b) o teste cardiopulmonar de esforço (ou ergoespirometria), para mensurar mais precisamente o nível de

aptidão cardiorrespiratória dos alunos, (c) a realização de testes funcionais para estratificar riscos de lesões não traumáticas, como a Avaliação Dinâmica do Movimento (Dynamic Movement Assessment™ - DMA) e o Functional Movement Screen (FMS).

## ACOMPANHAMENTO DOS RESULTADOS

Ao mensurar e analisar os resultados dos testes físicos dos alunos, a priori, interpretar, avaliar, ou seja, atribuir um juízo de valor a esses dados era uma

Tabela 1. Exemplo de avaliação por grupos de testes.

| Núm. do Aluno | Percentil médio “aquacidade” | Ranking “aquacidade” | Percentil médio força | Ranking força | Percentil médio aptidão cardio | Ranking aptidão cardio | Soma percentis | Percentil médio geral | Ranking geral |
|---------------|------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------|--------------------------------|------------------------|----------------|-----------------------|---------------|
| “51”          | 42                           | 6                    | 42                    | 6             | 78                             | 2                      | 620,0          | 51,7                  | 5             |
| “52”          | 80                           | 2                    | 49                    | 5             | 83                             | 1                      | <b>785,0</b>   | <b>65,4</b>           | 1             |
| “53”          | 17                           | 10                   | 51                    | 4             | 56                             | 5                      | 499,0          | 41,6                  | 7             |
| “54”          | 50                           | 4                    | 53                    | 3             | 61                             | 3                      | 685,0          | 57,1                  | 4             |
| “55”          | 19                           | 9                    | 33                    | 9             | 61                             | 3                      | 387,0          | 32,3                  | 9             |
| “56”          | 33                           | 7                    | 37                    | 7             | 50                             | 6                      | 432,0          | 36,0                  | 8             |
| “57”          | 66                           | 3                    | 75                    | 2             | 17                             | 9                      | <b>751,0</b>   | <b>62,6</b>           | 2             |
| “58”          | 28                           | 8                    | 24                    | 10            | 50                             | 6                      | 377,0          | 31,4                  | 10            |
| “59”          | 89                           | 1                    | 37                    | 7             | 28                             | 8                      | 597,0          | 49,8                  | 6             |
| “60”          | 50                           | 4                    | 89                    | 1             | 17                             | 9                      | 710,0          | 59,2                  | 3             |



tarefa difícil, já que, pouco se sabia sobre qual seria um resultado desejável para um aluno candidato a MEC alcançar êxito no curso.

Neste contexto, nos três primeiros anos, os alunos eram avaliados relativamente ao próprio turno, ou seja, os alunos eram ranqueados e um feedback era gerado classificando os mesmos por percentis. Quando um aluno é classificado como o percentil “60”, em um determinado teste, significa que o resultado dele é melhor que o resultado de 60% do turno

naquele teste. Assim, o percentil “0” indica o pior resultado e o percentil “100” o melhor. A partir dessa análise era gerado um relatório para a Escola de Operações Especiais, informando quem eram os alunos do turno com o melhor perfil físico.

Em 2014, os resultados passaram a ser avaliados também por médias de percentis para cada grupo de testes ou competência: (a) “aquacidade” - considerando a média dos percentis nos testes de água; (b) força - considerando a média dos percentis nos testes de força; e

(c) aptidão cardio - considerando o teste de 2400 metros e o consumo máximo de oxigênio medido em teste laboratorial. Este procedimento possibilitou uma análise mais detalhada das limitações do aluno em relação a uma determinada valência física, o que facilitou o redirecionamento das atividades para a busca do equilíbrio em relação ao desempenho das demais valências. A tabela abaixo exemplifica essa avaliação por médias dos percentis, por grupos de testes/competências.



## PERFIL ALUNO MEC APROVADO

Com o histórico de dados coletados nos últimos quatro anos de trabalho realizado, em 2015 foi possível estabelecer um perfil esperado para um militar MEC, a partir do padrão de desempenho físico apresentado pelos 39 alunos aprovados nestas turmas dos últimos quatro anos.

## RESULTADOS JÁ OBSERVADOS

Em estudos desenvolvidos pelo Laboratório de Pesquisas em Ciências do Exercício (LABOCE) do CEFAN, onde alguns dos testes físicos são

realizados, algumas interpretações preliminares podem ser obtidas.

Ao comparar o desempenho físico dos alunos aprovados e reprovados nas turmas de 2011 a 2013, pode-se observar que os alunos aprovados apresentaram níveis superiores de resistência de força dos membros inferiores (melhor resultado médio no teste de agachamentos), melhor resultado no teste de nado em apnéia e no teste de natação em 12 min, quando comparados estatisticamente com os resultados apresentados pelos reprovados. Talvez essas valências podem ter sido determinantes para cumprir as exigências físicas do curso.

Em um segundo estudo, analisando os resultados dos testes antes e após fase zero, nos anos 2013 e 2014 (no CEFAN), observou-se que os ganhos em condicionamento são significativos (uma melhora média de 18%) durante o período de preparação física, entretanto a diferença entre os aprovados e reprovados, não é estatisticamente significativa. Provavelmente o fator físico não foi o que determinou o abandono do curso. Especula-se que outros fatores, que não os físicos, motivaram o desligamento do curso, como, possivelmente, questões técnicas, psicológicas e motivações particulares.

A exposição ao treinamento



físico precedendo a fase específica do curso, aumentou em duas vezes a probabilidade de conclusão do curso. Entende-se por isso, que a fase zero minimizou as chances de um aluno que tem o perfil para o curso ser desligado ou pedir o desligamento por questões físicas. Em outras palavras, a fase zero parece “capacitar fisicamente aqueles alunos que querem concluir o curso”. O LABOCE-CEFAN vem apresentando esses resultados em Simpósios Internacionais de Atividade Física. CONSEQUÊNCIAS Em função do sucesso na intervenção com o curso MEC, os alunos do Curso de Comandos Anfíbios (ComAnf), do Corpo de Fuzileiros Navais, também estão passando por um período de preparação física prévia no CEFAN, desde 2014. A partir de 2015, os alunos do Curso Especial de Escafandria para Oficiais (C-ESP-EK-OF) também passaram a receber treinamento físico antes do início efetivo do curso. PERSPECTIVAS FUTURAS Em 17MAR2015, após o CEFAN apresentar

oficialmente os resultados obtidos nos últimos anos com a fase zero, para o Comando do CIAMA e do GRUMEC, algumas novas perspectivas foram incluídas em estudos de viabilidade:

- Correlacionar as análises psicológicas do Serviço de Seleção de Pessoal da Marinha (SSPM) com os resultados da parte física e desfecho de conclusão do curso;
- Acompanhamento de incidências de lesões e correlação com as estratificações de riscos de lesão obtidas com os testes funcionais realizados no CEFAN;
- Avaliação pós conclusão do curso, para mensurar o nível de destreino ao longo do curso;
- Revisão dos índices dos testes físicos de entrada do curso, baseado no perfil dos alunos MEC aprovados, e nos ganhos médios de condicionamento observados durante a fase zero;

Por fim, os Oficiais do CEFAN envolvidos com este projeto pretendem elaborar um Manual de Preparação Física (da fase zero) para deixar como legado para a Escola de Operações Especiais e para que este trabalho possa ter continuidade no futuro.



**Figura 1. Percentual de aprovação no Curso de MEC (2007 a 2014)**



\* Em 2010, os Oficiais receberam treinamento prévio.  
% Aprovação em 2010: Oficiais - 33,3%, e Praças - 6,3%.

A exposição ao treinamento físico precedendo a fase específica do curso, aumentou em duas vezes a probabilidade de conclusão do curso. Entende-se por isso, que a fase zero minimizou as chances de um aluno que tem o perfil para o curso ser desligado ou pedir o desligamento por questões físicas. Em outras palavras, a fase zero parece “capacitar fisicamente aqueles alunos que querem concluir o curso”.

O LABOCE-CEFAN vem apresentando esses resultados em Simpósios Internacionais de Atividade Física.

### CONSEQUÊNCIAS

Em função do sucesso na intervenção com o curso MEC, os alunos do Curso de Comandos Anfíbios (ComAnf), do Corpo de Fuzileiros Navais, também estão

passando por um período de preparação física prévia no CEFAN, desde 2014.

A partir de 2015, os alunos do Curso Especial de Escafandria para Oficiais (C-ESP-EK-OF) também passaram a receber treinamento físico antes do início efetivo do curso.

### PERSPECTIVAS FUTURAS

Em 17MAR2015, após o CEFAN apresentar oficialmente os resultados obtidos nos últimos anos com a fase zero, para o Comando do CIAMA e do GRUMEC, algumas novas perspectivas foram incluídas em estudos de viabilidade:

- Correlacionar as análises psicológicas do Serviço de Seleção de Pessoal da Marinha (SSPM) com os resultados da parte física e desfecho de

conclusão do curso;

- Acompanhamento de incidências de lesões e correlação com as estratificações de riscos de lesão obtidas com os testes funcionais realizados no CEFAN;

- Avaliação pós conclusão do curso, para mensurar o nível de destreinamento ao longo do curso;

- Revisão dos índices dos testes físicos de entrada do curso, baseado no perfil dos alunos MEC aprovados, e nos ganhos médios de condicionamento observados durante a fase zero;

Por fim, os Oficiais do CEFAN envolvidos com este projeto pretendem elaborar um Manual de Preparação Física (da fase zero) para deixar como legado para a Escola de Operações Especiais e para que este trabalho possa ter continuidade no futuro.



# REPARO DE SUBMARINOS

**EMGEPRON**  
EMPRESA GERENCIAL DE PROJETOS NAVAIS

EMGEPRON, empresa vinculada à Marinha do Brasil, está capacitada a gerenciar reparos de submarinos para Marinhas estrangeiras. Os serviços são executados desde o planejamento até as provas de mar, sob rigorosa garantia de qualidade.

- Reparo de Estruturas
- Reparo de Sistemas de Propulsão
- Reparo de Sistemas Hidráulicos
- Manutenção de Baterias
- Reparo de Lança Torpedos
- Reparo de Sistemas Ópticos



ISO 9001

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



### 3.4 Avaliação da Educação Nutricional Esportiva no Conhecimento dos Alunos do Curso de Operações Especiais da Marinha do Brasil

Primeiro-Tenente Laura Kawakami Carvalho

A nutrição esportiva aumenta a performance dos atletas nas atividades físicas<sup>1,2</sup>. Diversos estudos têm mostrado que uma dieta balanceada fornece energia e nutrientes necessários para realizar trabalho de uma forma eficiente<sup>3,4</sup>. A nutrição adequada possibilita maior controle de peso e composição corporal, redução de fadiga, diminuição de lesões e melhora da imunidade<sup>3,5</sup>. Além disso, os nutrientes são importantes para síntese e reconstituição da proteína muscular e tecidos corporais, mantendo a integridade funcional e estrutural do organismo e tornando possível a prática da atividade física<sup>5</sup>.

Para desenvolver uma atividade motora é preciso utilizar diferentes vias metabólicas a fim de fornecer e manter energia para o tecido muscular, além de possibilitar o movimento motor eficiente<sup>4</sup>. A quantidade de energia durante um exercício irá depender da sua intensidade e duração. Em casos de atletas, as necessidades energéticas e de nutrientes são elevadas, pois eles trabalham com uma intensidade de esforço considerada submáxima e com duração prolongada<sup>6,7</sup>. Dessa forma, para se ter um bom resultado na prática esportiva, é importante hábitos alimentares saudáveis<sup>6</sup>.

Nas últimas décadas tem-se observado na população brasileira um aumento no

consumo de alimentos industrializados com alto teor de gordura, principalmente a saturada e um declínio na ingestão de frutas e hortaliças<sup>8</sup>. Esse padrão também é refletido nos praticantes de atividade física, tanto em atletas quanto militares<sup>9,10,11</sup>. Estudos têm mostrado que esse público apresenta baixo consumo de alimentos antioxidantes<sup>12</sup>, vegetais, frutas, cereais<sup>13</sup>, energia e carboidrato<sup>16</sup> e alto consumo de proteína e gordura saturada<sup>14,15,16</sup>. Na maioria das vezes a causa do consumo desses alimentos inadequados é a falta de informação apropriada<sup>18</sup>. Mostafa, et al (2013)<sup>14</sup> avaliaram o conhecimento e hábitos alimentares de atletas de handebol, sexo masculino. Os autores observaram que poucos atletas tinham um bom conhecimento sobre nutrição e as recomendações para ingestão de frutas e legumes não foram alcançadas; nesse estudo também foi notado que a maior fonte de informação sobre alimentação era de treinadores não qualificados, revistas, outros atletas e televisão, tendo concluído que para melhorar o conhecimento em nutrição e consequentemente melhorar a performance era preciso desenvolver estratégias de educação nutricional.

O conhecimento inadequado sobre alimentação aumenta o risco de lesões, enfermidades,

disfunções orgânicas e piora o desempenho físico<sup>8</sup>. É neste contexto que uma especialista formada em nutrição tem um papel fundamental para transmitir informações apropriadas sobre consumo dos nutrientes necessários para praticantes de atividade física<sup>19</sup>.

A escolha do alimento não depende somente da origem da informação, mas de fatores como questões socioeconômicas, psicológicas, sócio culturais, estilo de vida e conhecimento<sup>19</sup>. A educação nutricional é uma ferramenta que tem se mostrado efetiva para modificar o comportamento alimentar, pois aumenta o conhecimento, assegurando, assim, escolhas alimentares conscientes<sup>20</sup>.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, a educação terapêutica do paciente é eficaz para melhorar o controle metabólico de doenças crônicas<sup>21</sup>. Uma meta análise mostrou que estratégias educacionais são eficazes para aumentar o conhecimento do paciente o que contribui para uma melhora no estado clínico, psicológico e no estilo de vida<sup>22</sup>. Um estudo recente avaliou os conhecimentos sobre contusões em atletas antes e após uma palestra educativa e observou que os atletas aumentaram o seu conhecimento após a palestra por meio de um questionário<sup>20</sup>. Um outro trabalho comparou se um grupo de diabéticos, que recebeu



uma educação continuada, apresentava melhora metabólica e nutricional e aumento do conhecimento sobre a doença em relação a outro grupo sem educação. Ao final do estudo, o grupo que recebeu as aulas teve uma redução significativa da glicemia, hemoglobina glicada, índice de Massa Corporal (IMC), não sendo observado resultados semelhantes no grupo que não recebeu orientação. Somado a isso, eles não só aumentaram o nível de conhecimento sobre sua dieta, como mudaram seus hábitos alimentares<sup>23</sup>. Esses resultados demonstraram que estratégias educacionais podem contribuir para aumentar o conhecimento, gerando consequentemente mudanças de hábitos.

Esses resultados demonstram que a estratégia educacional é de simples execução, além de ser efetiva para produzir mudanças e alterações nos padrões de comportamento e conhecimento, melhorando também a qualidade de vida e controle metabólico em pacientes com patologia<sup>24,25</sup>. No entanto, estratégias de educação nutricional são pouco exploradas em atletas e militares, parcela da população que também precisa de cuidados, pois apresentam gasto energético elevado e não repõem adequadamente os nutrientes consumidos para realizar as atividades físicas<sup>09, 10,11</sup>.

A falta de trabalhos que avaliem se uma educação nutricional pode contribuir para melhorar o conhecimento em nutrição de alunos da Marinha do Brasil justifica a realização deste estudo.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar o impacto da educação nutricional esportiva sobre o nível de conhecimento relacionado à alimentação em

alunos na fase de pré-treinamento do curso de Operações Especiais.

## METODOLOGIA

No presente estudo participaram 21 alunos do Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átilla Monteiro Aché inscritos nos cursos de Aperfeiçoamento de Mergulhador de Combate para Oficiais e Curso Especial de Mergulhador de Combate. O curso tem duração média de 9 meses. O presente estudo foi realizado na fase de preparação física (Fase Zero) oferecida no Centro de Educação Física Almirante Adalberto Nunes (CEFAN).

Mensuração do conhecimento nutricional

O conhecimento nutricional foi avaliado por meio de um questionário composto por 10 perguntas sobre nutrição, no valor de um ponto cada uma. As questões foram feitas com base em uma aula ministrada sobre este tema e foram aplicadas antes e após a mesma.

Análise estatística

Na análise e processamento dos dados, utilizou-se o programa software MedCalc versão 9.2.0.1. O nível de significância adotado foi  $P \leq 0,05$ .

## RESULTADO E DISCUSSÃO

No presente estudo participaram 21 alunos, todos do sexo masculino e com idade média de  $29,10 \pm 3,03$ .

A média da nota antes da aula foi de  $4,90 \pm 1,5$  e depois foi de  $7,33 \pm 1,4$  ( $P < 0,0001$ ). Este resultado mostra que houve um aumento significativo de 49% no valor da média das notas (Figura

1).

Também foi analisada a diferença das pessoas que já tiveram orientação nutricional anteriormente (com nutricionista), em relação às que não tiveram. A média dos alunos que tiveram orientação prévia sobre alimentação tinha um valor maior significativo ( $P < 0,01$ ) do que os que não tiveram. Após a aula, a média da turma se igualou (Figura 2).

Neste estudo notou-se que houve um aumento na média de conhecimento sobre nutrição dos alunos do Curso de Operações Especiais. Estes resultados são importantes, pois podem contribuir para melhorar na escolha de uma dieta mais equilibrada e minimizar o desgaste metabólico que ocorre com frequência neste grupo, em virtude das atividades extensas e de alta intensidade.

A transmissão do conhecimento por meio da educação nutricional pode ser considerada uma ferramenta eficiente e de baixo custo para transmitir informações sobre nutrição esportiva<sup>21</sup>. Resultados semelhantes podem ser observados em outros estudos<sup>21,24</sup>. Um projeto de extensão avaliou o conhecimento de manipuladores de alimentos antes e depois de palestras educativas por meio de aulas expositivas e depois aplicou um questionário sobre a aula. Os autores observaram que o índice de acerto aumentou e concluíram que o nível de aprendizado e de conhecimento foi elevado<sup>26</sup>.

A informação de qualidade também facilita a escolha de nutrientes mais adequados para repor o gasto energético consumido, o que dificulta a perda de massa magra fadiga muscular e queda do desempenho físico dos alunos<sup>6</sup>.

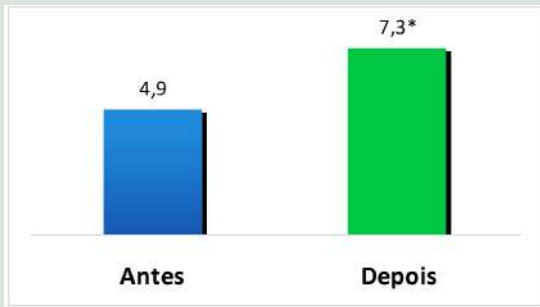


FIGURA 1: Gráfico comparando a média das notas do questionário antes e depois da aula (n=21).

\*(P < 0,0001)

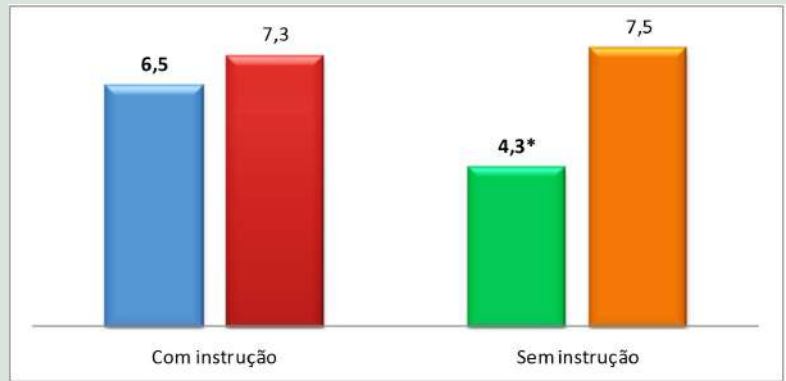


FIGURA 2: Gráfico comparando a média das notas do questionário dos alunos com orientação prévia (n=4) e sem orientação nutricional (n=17) antes e depois da aula (n=21).

\*(p<0,01)

## Considerações Finais

Desta forma, os alunos inscritos no Curso de Operações Especiais aumentaram seu

conhecimento sobre nutrição, mostrando que educação nutricional é uma ferramenta prática e eficaz.

Futuros estudos podem ser

realizados para comprovar se o conhecimento adquirido poderá influenciar na adesão da dieta e mudança de comportamento alimentar.



**Sauer Compressors**

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

Bem Vindo a Bordo da  
Sauer do Brasil!



Sauer do Brasil • Rua Montevidéu, nº 327, Penha, Rio de Janeiro 21020 – 290/Brasil  
E-MAIL [comercial.brasil@sauercompressors.com.br](mailto:comercial.brasil@sauercompressors.com.br) WEB [www.sauercompressors.com.br](http://www.sauercompressors.com.br)

## 4.1 International Low Frequency Analysis and Recording Course: Eckernförde (Alemanha) 2014

Capitão-Tenente Rogério da Silva Muniz Pereira



Figura 1 - Mapa e vista aérea de Eckernförde (Base Naval à esquerda na vista aérea).

### 1. O CURSO

#### Evento e localização

O evento nº 92 do Programa de Cursos e Estágios no Exterior para 2014 (PCEExt-2014) – International Low Frequency Analysis and Recording Course, foi realizado no Ausbildungszentrum U-boote (AZU), ou por uma tradução livre, "Centro de Treinamento para Submarinos", no período de 29 de setembro a 7 de novembro de 2014, totalizando seis semanas.

O AZU fica localizado na Base Naval de Eckernförde, a qual sedia a Força de Submarinos da Marinha da Alemanha. Eckernförde é uma pequena e aprazível cidade localizada a cerca de 120 Km ao norte Hamburgo e 30km a noroeste de Kiel, banhada pelo

Báltico e próxima da fronteira com a Dinamarca, estando a Base situada a 5km do seu centro (Figura1). O nome da cidade, na verdade, é o mesmo do estuário (förde em alemão), em forma de enseada alongada, na qual ela se situa.

#### Participantes



Figura 2 - Instrutor, ao centro, e alunos em frente ao AZU. (foto oficial do curso)

Participaram do curso, como alunos, os seguintes Oficiais:

Capitán-de-Fragata SUAREZ - Marinha de Guerra do Peru, Capitão-de-Corveta(EN) RAFAEL DUTRA - COGESN, Capitão-Tenente FREITAS - CIAMA e Capitão-Tenente SILVA MUNIZ - ComForS (Figura 2).

O curso foi conduzido pelo Kapitänleutnant LÜDTKE da Marinha da Alemanha (ao centro na Figura 2). Em sua apresentação o instrutor comentou sua experiência de mais de 10 anos com a operação de sonares a bordo de submarinos e navios de superfície, primeiro como praça (Operador Sonar) e depois como Oficial (Oficial de Som - função relacionada com a de Encarregado da Divisão "O" nos submarinos brasileiros, guardadas as devidas diferenças).

Cronograma e estrutura do

curso

As duas primeiras semanas foram ocupadas por aulas teóricas, proferidas na sala nº 282 - Akustik Hörsall (laboratório acústico), do AZU. Este laboratório é equipado com 12 computadores individuais para os alunos e um para o instrutor, quadro branco, caixas de som ambiente, projetor de transparências, projetor eletrônico e uma bancada com amostras físicas de diversos tipos

de hidrofones e partes componentes de equipamentos sonar/arrays, alguns deles em corte didático. Além deste material de suporte ao ensino, durante esta primeira fase, o instrutor utilizou um software multimídia de apoio, que continha o conteúdo teórico do curso, e do qual foi extraída a apostila The Basics of Sonar Analysis, projetando este programa ao invés de transparências ou apresentações

em PowerPoint.

Ainda neste laboratório, durante a terceira e a quarta semana de curso, foram realizadas atividades práticas de análise DEMON e análise LOFAR, utilizando-se o software Scenariotrainer – que consiste de um simulador de gráficos DEMON (demogramas) e de gráficos LOFAR (lofargramas) em diversos cenários previamente programados (Figura 3).

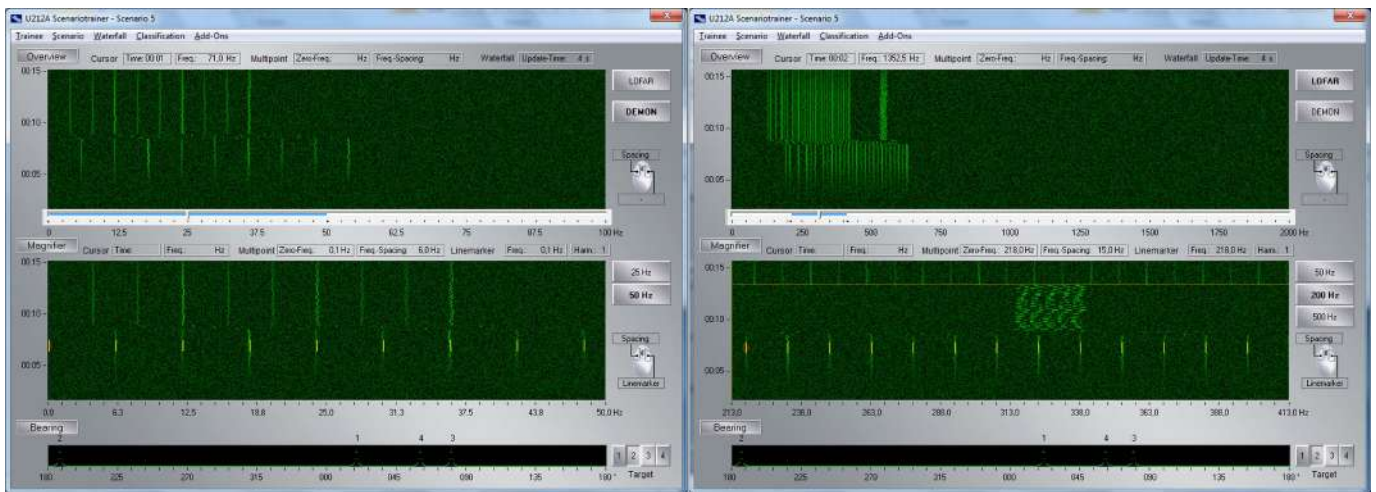


Figura 3 - Capturas de tela do software Scenariotrainer (Contato 02 do cenário 5: demograma e lofargrama, à esquerda e à direita, respectivamente).

As duas últimas semanas do curso foram igualmente preenchidas por atividades práticas, mas, realizadas nos treinadores de ataque do AZU. Sendo que, na quinta semana, foi utilizado o treinador de ataque do

submarino classe U212A-Batch 1 (U-31 e U-32), equipado com sistema sonar ATLAS DBQS-40 e sistema de combate KONGSBERG 91 MSI (Figura 4). Na sexta e última semana, as atividades se desenvolveram no

treinador de ataque do submarino classe U212A-Batch 2 (U-33, U-34 e U-35), equipado com o sistema de combate integrado ATLAS ISUS-100 (Figura 4).



Figura 4 - Treinadores de Ataque do AZU(U212A-Batch 1 à esquerda e U212A-Batch 2 à direita ).

Resumo do conteúdo programático

Durante o curso os tópicos abordados foram subdivididos nas seguintes unidades: fundamentos de acústica submarina, análise do áudio (Aural Analysis), análise DEMON (Demodulation on Noise) e análise LOFAR (Low Frequency Analysis and Recording). Este conteúdo foi ministrado por meio de aulas teóricas e atividades práticas. Fora dos tópicos previstos para o curso, mediante iniciativa dos alunos, foi possível coletar outras informações a respeito de técnicas de detecção, acompanhamento, análise do movimento do alvo (TMA - Target Motion Analysis), análise

intercept, previsão de alcance sonar (PAS) e dados de meios navais de outros países.

O escopo principal do curso é a análise LOFAR voltada para a classificação de contatos. Não obstante, ela é realizada em conjunto com as análises do Áudio e DEMON, daí então que estas duas últimas não poderiam deixar de ser abrangidas.

Existe uma outra análise LOFAR, focada na detecção e acompanhamento de contatos – visando o fornecimento de dados para TMA; mas esta não faz parte do escopo deste curso. Do mesmo modo, a análise intercept (análise de sinais emitidos por equipamento sonar ativo) – que pode ser utilizada tanto para detecção e acompanhamento de

contatos, quanto para sua classificação; também não é abrangida pelo curso em lide.

Dessa maneira, o conteúdo do curso fundamenta-se em quatro módulos: fundamentos de acústica submarina, análise do áudio, análise DEMON e análise LOFAR.

Fundamentos de acústica submarina

Nesta unidade foram apresentados e discutidos alguns dos conceitos básicos sobre energia sonora, faixas de frequência de interesse no ambiente marinho (Figura 5), princípios de detecção passiva, o que é cavitação e ruídos de maquinaria (Figura 6).

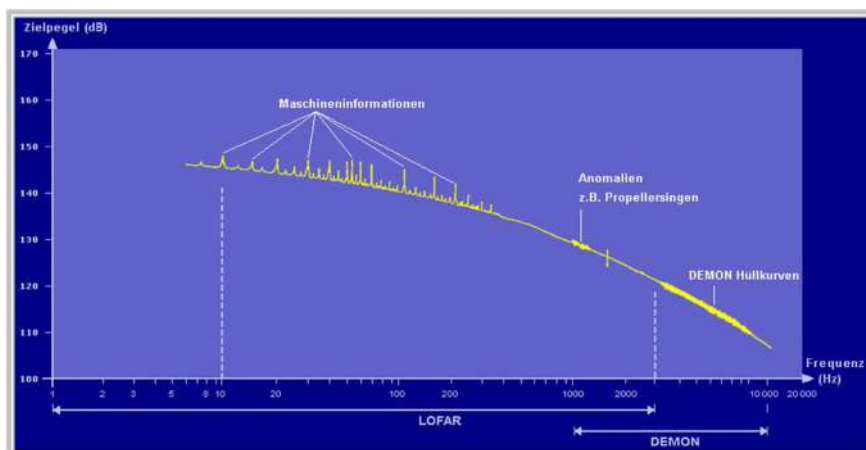


Figura 5 - Faixas de frequência de interesse no ambiente marinho.

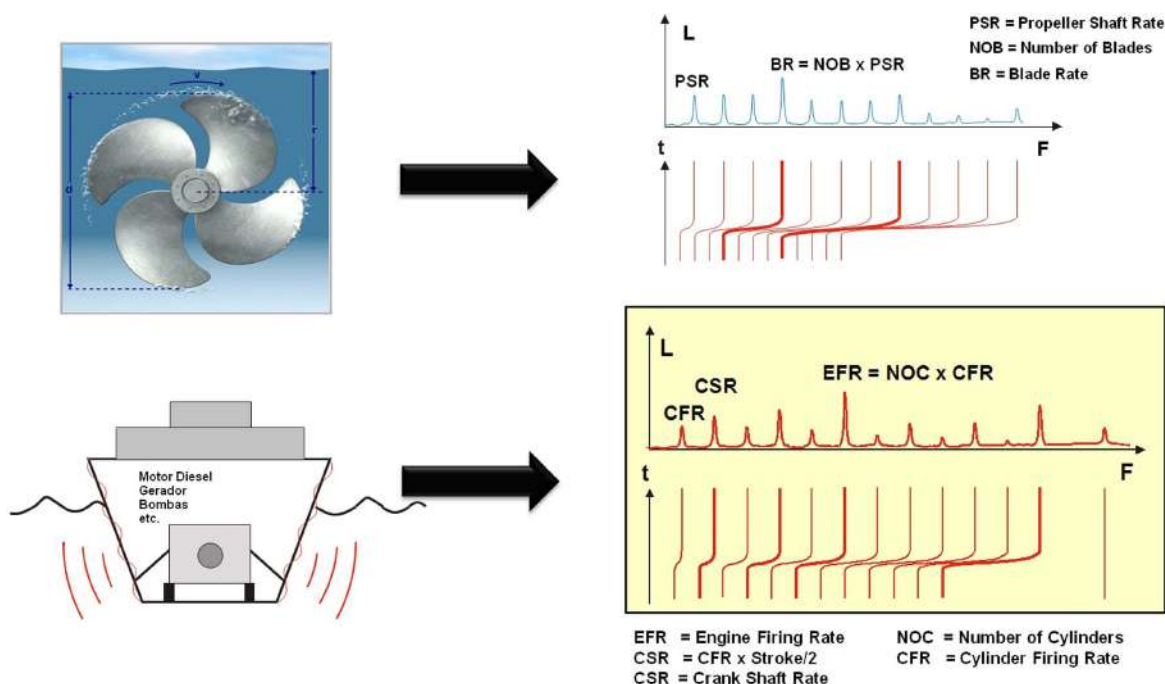


Figura 6 - Cavitação e ruídos de maquinaria.

## Análise do Áudio

Neste módulo o instrutor reproduziu diversos áudios e discutiu os aspectos relevantes

desta análise. Foram realizados vários exercícios práticos até que os alunos conseguissem reconhecer cada um dos tipos de ruído a partir da reprodução de

inúmeras amostras de áudio. Os principais ruídos (de cavitação, de maquinaria e do ambiente) estudados foram os seguintes:

| <u>Ruídos de Cavitação:</u>                            | <u>Ruídos de Maquinaria</u>      |
|--|----------------------------------|
| Método de contagem de rotações do eixo;                | Ruído de motores diesel;         |
| Efeito “dentro / fora” ( <i>in/out effect</i> );       | Ruído de turbinas; e             |
| Vibração de pá ( <i>blade flutter</i> );               | Ruído de engrenagens reductoras. |
| Cavitação comprimida ( <i>compressed cavitation</i> ); | Ruídos do Ambiente               |
| Mais de um eixo ( <i>multi-shaft</i> );                | Vida marinha;                    |
| Hélice cantante ( <i>singing propeller</i> );          | Sísmicos;                        |
| Ressonância de pás ( <i>blade resonance</i> ); e       | Vulcões submarinos;              |
| Fricção de eixo ( <i>shaft rub</i> ).                  | Chuva; e etc.                    |

## Análise DEMON

Durante o estudo desta análise, o instrutor apresentou o que é análise DEMON, como seus gráficos são gerados e as principais características dos alvos, obtidas a partir de um Demograma:

Cálculo da frequência de rotação do(s) eixo(s) - FE;

- Número de eixos - #Eixos;
- Número de pás - #Pás;
- Frequência de rotação das pás - FP; e
- Rotações por minuto (RPM) do(s) eixo(s) - RPME.

A velocidade do contato também pode ser obtida, desde que se possua o valor de turns per knots (TPK) característico do meio. A rotação do(s) eixo(s) também é utilizada, com dados da análise LOFAR, para se calcular a razão de redução (RR - reduction rate) da(s) engrenagem (ns) redutora(s), caso o contato a(s) possua.

## Análise LOFAR

Antes da análise propriamente dita, foram apresentadas as possíveis configurações de máquinas para navios e submarinos. Nesta análise foram discutidos os aspectos relevantes presentes nos lofargramas e como eles são gerados (Figura 7).

- Com relação a motor diesel as informações características abordadas foram:
  - Frequência de queima dos cilindros - FQC;
  - Número de ciclos do motor (2 tempos ou 4 tempos) - #Ciclos;
  - Frequência de rotação do eixo do motor - FEM;
  - RPM do eixo do motor - RPMEM;
  - Frequência de queima do motor - FQM; e
  - Número de cilindros - #Cilindros.

- Para as turbinas os parâmetros de interesse

estudados foram:

- Frequência de rotação do eixo da turbina - FET; e
- RPM do eixo da turbina - RPMT.

- Além de motores diesel e turbinas, também foram discutidos outros sinais presentes nos gráficos LOFAR, ruídos provenientes de:

- Engrenagem redutora; Linhas de geração/distribuição de energia (50, 60 e 400 Hz);
- Ruídos de máquinas auxiliares;
- Hélice cantante;
- Ressonância de pás;
- Lloyd Mirror Effect; e
- Ruídos transientes.

Quanto aos transientes, na verdade, apesar de terem sido apresentados exemplos, foi informado que estes ruídos não são utilizados na classificação de contatos, mas somente na detecção e acompanhamento, o que, como dito previamente, não foi escopo do curso.

Também foi apresentado o conceito de signatures (assinaturas) – que são linhas de frequência isoladas no lofargrama; e patterns (padrões) – conjunto de linhas associadas a um mesmo equipamento no lofargrama.

A partir dos dados coletados nos lofargramas, em conjunto com as demais informações e conclusões obtidas das análises DEMON e do Áudio, existe uma lógica que permite concluir qual a configuração de máquinas mais provável para o contato sonar, culminando com sua classificação. Apesar desta lógica não estar expressamente transcrita no material didático utilizado, tampouco estar listada no programa do curso, os Oficiais-alunos puderam apreendê-la do instrutor e das atividades práticas. Estes conhecimentos serão apresentados mais adiante, em tópico separado.

Qualidade e aplicabilidade dos ensinamentos obtidos

Durante a fase teórica (primeiras três semanas), o instrutor utilizou um software de apoio ao ensino, por meio de projetor, do qual foi extraído o conteúdo da apostila *The Basics of Sonar Analysis*. Embora a apostila esteja traduzida para o Inglês, o software projetado não estava. Isto não comprometeu a passagem do conhecimento, mas é um ponto a melhorar. Além disso, esse conteúdo teórico carece de aprofundamento. Muitos conceitos, como por exemplo, a teoria da demodulação de um sinal qualquer ou as conversões gráficas de domínio do tempo para domínio da frequência, só foram discutidos mais a fundo por demanda dos próprios Oficiais-alunos e não constavam

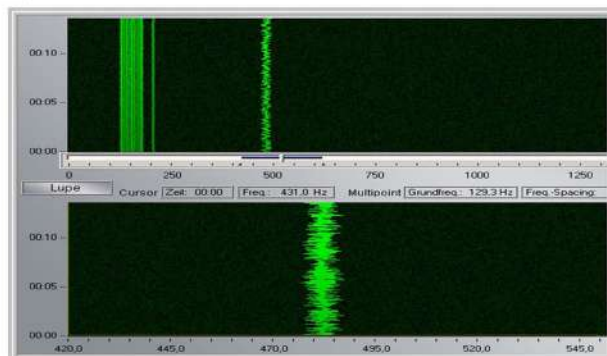
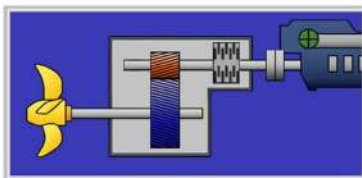


Figura 7 - Exemplo de geração de engrenagem redutora no lofargrama do Scenariotrainer

do material didático inicialmente distribuído, tampouco do conteúdo previsto para o curso. É justo relatar que o curso possui um caráter técnico, voltado para o operador sonar, no qual a profundidade da teoria não é o farol.

Não obstante a relativa superficialidade teórica da primeira fase, há que se enaltecer a fase prática que o curso abrangeu, com o uso de simuladores, tanto em laboratório quanto nos treinadores de ataque. Em várias ocasiões o instrutor apresentou exemplos práticos de sons pertencentes a meios que estão atualmente em operação no mundo. Este é um dos pontos fortes do curso em termos de qualidade e profundidade.

Além da elevada qualidade dos simuladores, e também das informações coletadas de meios que normalmente não operam no Brasil, é importante destacar que o aprendizado com quem tem a experiência de fazer no mar, já há um bom tempo, a classificação de contatos utilizando análise LOFAR, torna os ensinamentos práticos e a experiência, transmitidos durante o curso, qualitativamente muito relevantes. Especialmente

quando comparados ao atual nível de conhecimento que se tem dessa área na Marinha do Brasil (MB) – apenas teórico, já que seus submarinos, por enquanto, ainda não possuem equipamentos efetivamente dotados desta capacidade.

Em termos de capacidade LOFAR, comparando-se a quantidade e a qualidade dos dados processados (data-in) e a riqueza de detalhes da informação disponibilizada (data-out) por equipamentos sonar dotados de flank array (ou towed array), com a simplicidade daquelas fornecidas por sonares que se utilizam de três staves do cylindrical hydrophone array defasados de 120° (como artifício para simular comprimento de antena) no processamento de baixas frequências, podemos entender porque os últimos estão longe de ter uma capacidade LOFAR realmente efetiva. Este fato fica claro quando comparamos a apresentação do lofargrama no display do sonar ATLAS DBQS-40 (Figura 8) com o do ATLAS DBQS-21D, conhecido na MB como CSU-83 (Figura 9).

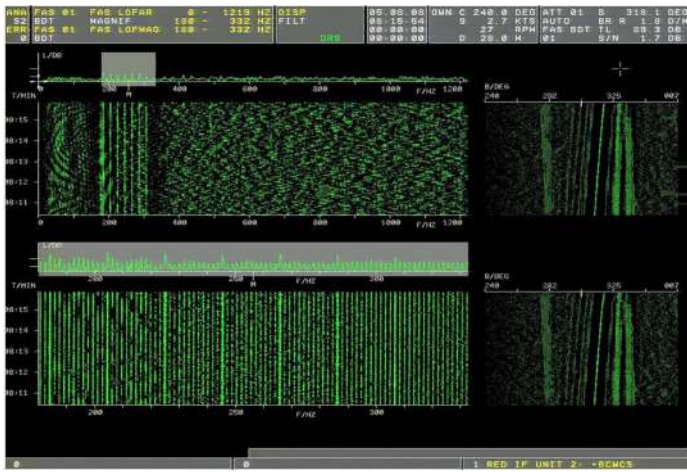


Figura 8 - Display LOFAR do ATLAS DBQS-40

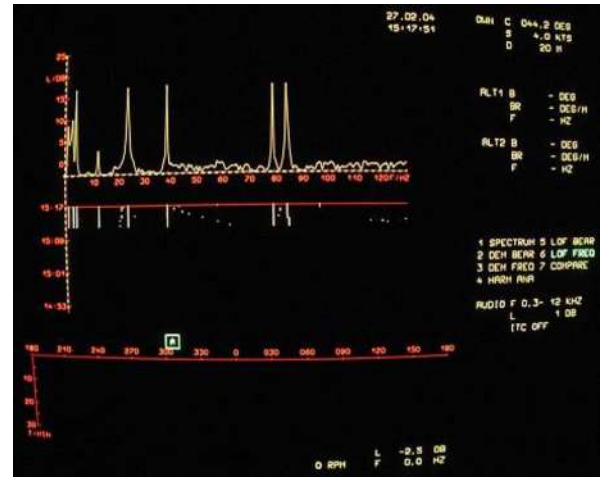


Figura 9 - Display "LOFAR" do CSU-83.

Neste sentido, o currículo foi estruturado com base na operação de sonares com a capacidade efetiva de executar análise LOFAR. A fim de operar um meio com este poder, os conhecimentos obtidos no curso são considerados fundamentais à adequada preparação de militares para o serviço de Oficial de Periscópio, nos cursos operativos para submarinos, no Estágio de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos e nos adestramentos das Equipes de Ataque dos submarinos.

Esses conhecimentos também podem ser empregados nos projetos dos sonares para o SN-BR, tanto no processamento de sinais acústicos oriundos de cylindrical hydrophone arrays, quanto nos arranjos em linha de hidrofones – flank e towed arrays. Estes sinais são apresentados em telas de Interface Homem-Máquina (IHM) como uma ferramenta de auxílio aos operadores sonar, para classificação dos contatos detectados, aprimorando, assim, a qualidade das informações que serão divulgadas por estes operadores a quem estiver com a responsabilidade de tomar uma decisão (Comandante/Oficial de Periscópio), especialmente num cenário em que o submarino esteja sob ameaça.

Desta forma, nestes tempos

em que, a olhos vistos, a guerra submarina atinge patamares de complexidade e de desenvolvimento tecnológico cada dia mais elevados, um submarino que opere incapacitado de realizar análise LOFAR corriqueiramente torna-se vulnerável frente ao poder combatente de seus adversários potenciais, e assim, tem sua principal razão de ser comprometida: a capacidade dissuasória. Ou seja, o assunto é fundamental para a operação da arma submarina no século XXI, e sendo esta a primeira prioridade na Estratégia Nacional de Defesa, fica patente o interesse da MB neste mister.

Além disso, embora os submarinos brasileiros hoje não possuam a capacidade de fazer uma efetiva análise LOFAR, esta realidade mudará em breve com a aquisição de: flank arrays para os Submarinos da Classe Tupi e da Classe Tikuna pela MOD-SUB; e dos sistemas sonar que equiparão o SBR e o SN-BR-1 pelo PROSUB. Como esses processos já estão em andamento, o conteúdo abrangido pelo currículo tem aplicabilidade imediata, na medida em que estes conhecimentos se prestarão a assessorias de melhor qualidade. Igualmente, já se encontra em andamento o desenvolvimento de

sistemas sonar nacionais, os quais poderão, quem sabe, equipar o SN-BR-2 e demais submarinos que ainda estão por ser construídos no Brasil. Este processo também será beneficiado por assessorias de melhor qualidade, embasadas no conteúdo deste curso e no material disponibilizado aos Oficiais-alunos.

O curso superou as expectativas da MB, na medida em que, além de todos os tópicos previstos terem sido abordados e praticados em sala de aula, ainda houve a oportunidade de se aprofundar os conceitos envolvidos, e coletar informações adicionais. Deste modo, diante da profundidade dos assuntos abordados, da aplicabilidade e da qualidade do curso e, ainda, dos dados coletados, a participação da MB no evento mais do que se justificou.

Como resultado direto deste curso os Oficiais participantes deram início as seguintes ações:

- CC(EN) RAFAEL DUTRA: Elaboração de uma Nota Técnica (NT) sobre os recursos de análise LOFAR e classificação previstos para os submarinos SBR e sugestões para o SNBR.

- CT FREITAS: Criação de um Curso Expedito e de um Adestramento a serem



ministrados sobre o assunto no CIAMA, mediante proposta de manual, currículo, sinopse e planos de aula.

• CT SILVA MUNIZ:  
 Revisão da doutrina da Força de Submarinos a respeito do assunto, mediante proposta de atualização da publicação doutrinária correspondente, e redação do presente artigo para divulgação na comunidade submarinista.

2. LÓGICA DE CLASSIFICAÇÃO SONAR

Os conceitos que envolvem esta lógica, foram apreendidos pelos Oficiais-alunos durante o curso, mediante a observação e prática nos simuladores. Não foram transcritos nas apostilas ou apresentados pelo instrutor de uma maneira ostensiva e positiva, embora, obviamente, ainda que indiretamente, essas são as reais fontes do conhecimento aqui sintetizado. Os apontamentos que se seguem contribuem para, a partir dos ruídos de cavitação e

maquinaria, chegar-se a conclusão de qual a configuração de máquinas mais provável para o contato sonar, culminando com a sua classificação.

Naturalmente, para uma ampla e perfeita compreensão do conteúdo a seguir, são necessários conhecimentos prévios a respeito de acústica submarina e tecnologia sonar, alguma experiência no trato do assunto, além é claro do conteúdo do curso em si. Durante o curso foram ministradas e exercitadas as técnicas que permitem obter-se os dados dos três tipos de análise (do áudio, DEMON e LOFAR), seja da audição direta do áudio, seja da observação direta dos gráficos.

Em virtude da extensão da matéria, não será possível abranger tais requisitos neste texto. No entanto, a carência deste conjunto (ou de um de seus elementos) pelo leitor não impedirá o entendimento da ideia central, além do que, este artigo é mais um registro e canal de

difusão do conhecimento, por isso, não poderia deixar de ser reproduzido.

Mais um ponto vital a ter-se em mente é que os apontamentos a seguir baseiam-se na doutrina empregada pela Marinha da Alemanha, não se traduzindo em um modus operandi universal. É bastante provável que a forma de se obter e/ou utilizar os parâmetros fornecidos pelas três análises seja diferente em outros países.

Introdução

A energia sonora captada pelos sensores sonar (seu processamento e apresentação), possui duas aplicações principais:

Detecção/Acompanhamento e Classificação de Contatos. A partir daqui manteremos estes dois nomes grifados com a primeira letra em caixa alta a fim de evidenciar que eles representam duas áreas de estudo epistemologicamente bem delimitadas e distintas. A Detecção/Acompanhamento de



Figura 10 - Utilização da energia sonora por um sistema sonar.

contatos visa, principalmente, alimentar a TMA com volume e rate adequados de dados. Por outro lado, a Classificação de Contatos tem como meta a sua identificação.

No entanto, o produto final de toda classificação, na verdade, é uma solução com um grau de confiabilidade, que representa a possibilidade do contato ser um determinado meio previamente conhecido. Este grau de confiabilidade (probabilidade de acerto) da classificação depende da quantidade/qualidade das informações coletadas pelo operador sonar durante a vigilância e do volume/fidelidade dos dados de comparação existentes na biblioteca (banco de dados de meios navais). Ainda hoje, na prática, somente a identificação visual, por meio de periscópio, é aceita como identificação positiva de contato, inclusive sob a luz do Direito Internacional dos Conflitos.

Para a Classificação de Contatos, a energia acústica presente no ambiente marinho sofre quatro análises diferentes: do áudio, DEMON, LOFAR e intercept. As análises do áudio, DEMON e LOFAR, fornecem informações que permitem chegar a conclusões a respeito das instalações de máquinas e da propulsão dos contatos, enquanto que a análise intercept apresenta dados afetos aos equipamentos

sonares ativos dos contatos que os possuem, pois ela é a análise dos sinais emitidos por este tipo de equipamento.

Enquanto a análise intercept pode ser realizada ou não (dependendo se o contato possui equipamento sonar ativo e se ele está emitindo ou não), as três demais, geralmente, estarão presentes. Embora raro, em determinadas ocasiões especiais (baixa frequência do ruído, distância de detecção elevada e etc.), é possível detectar-se, no flank ou no towed Array, ruídos de maquinaria de um contato, antes mesmo da própria cavitação (ausência das análises do áudio e DEMON). Nesta situação, apesar de ser possível obter-se uma classificação (dependendo das assinaturas LOFAR detectadas), ainda assim, o grau de confiabilidade da solução será bem mais baixo do que quando são utilizadas as três análises em conjunto. Então, embora possível, geralmente não se tem como meta trabalhar na Classificação de Contatos somente com a análise LOFAR isolada. A maior quantidade possível de informações deve ser utilizada, a fim de se obter um maior grau de confiabilidade para a solução.

Além disso, as informações, inferências e conclusões obtidas independentemente, por meio de cada uma das análises do áudio, DEMON e LOFAR, são

correlatas e complementares devido a sua origem comum (ruídos de cavitação e maquinaria), o que torna estas três análises interdependentes. Por outro lado, a análise intercept é independente das demais. De qualquer modo, o cenário em que seja possível efetuarem-se as quatro análises é o que melhor favorece o grau de confiabilidade da solução encontrada pela classificação.

Esclarecidos estes conceitos, agora fica claro porque no caso deste International LOFAR Course, a análise LOFAR a que se refere o título do curso é aquela relacionada à Classificação de Contatos, e não à Detecção/Acompanhamento (o que também pode de ser feito com a utilização de baixas frequências). Por motivos já expostos, isto implica também no estudo das análises do áudio e DEMON. Cabe ainda ressaltar que, apesar de contribuir para o grau de confiabilidade da solução, a análise intercept não será discutida neste artigo. De qualquer modo, a sua ausência não prejudica o estudo das outras análises, por ser ela independente das demais, podendo ser estudada em separado.

A utilização da energia sonora por um sistema sonar pode, então, ser esquematizada como na Figura 10.

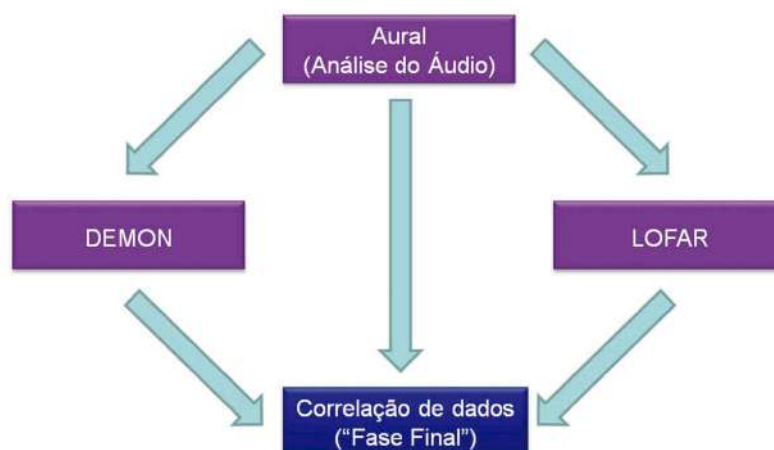


Figura 11 - Relação entre os diferentes tipos de análise dos ruídos de cavitação e maquinaria para a Classificação de Contatos.

Finalmente, durante o procedimento de classificação de um contato por meio de suas instalações de máquinas e propulsão, apesar de complementares, as análises do áudio, DEMON e LOFAR, não são realizadas sequencialmente em uma ordem específica, embora a cada momento o operador esteja fazendo ou uma, ou outra, ou ainda uma correlação entre elas. A única exceção fica pelo fato de que o ideal é se fazer a análise do áudio primeiro, por motivos que serão

expostos abaixo. As demais, ou a correlação de seus dados, podem ser executadas em qualquer ordem ou em paralelo (Figura 11).

Apenas para fins didáticos (Figura 12), essas análises serão discutidas separadamente e, depois, será intitulada de “Fase Final” a fase de correlação dos dados, após o quê, é obtida a solução.

#### Análise do áudio

A análise do áudio fornece uma contagem bruta das revoluções por minuto do(s)

eixo(s) (RPME) e se ocorre a presença ou a ausência de determinados fenômenos acústicos: ruídos de cavitação (efeito dentro/fora, vibração de pás e etc.) e ruídos de maquinaria (motor diesel, turbina, e etc).

Assim, num modelo hipotético de preenchimento de dados obtidos por meio de análise do áudio, concebido apenas para fins didáticos, eles poderiam ser transcritos como na Tabela 1.

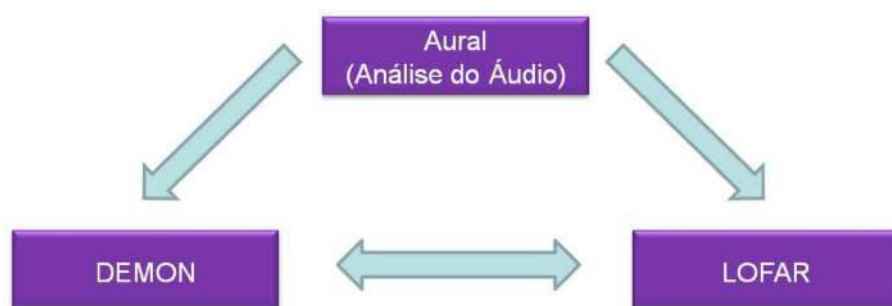


Figura 12 - Relação entre as análises para fins didáticos.

| ANÁLISE DO ÁUDIO |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| RPME             | Ruídos de Cavitação  |  |  |  |  |  |  | Ruídos de Maquinaria   |  |  |
|                  | Mais de um eixo  | Dentro / Fora  | Vibração de pás  | Cavitação comprimida   | Hélice Cantante  | Ressonância de pás   | Fricção de eixo  | Motor Diesel   | Turbina  | Engrenagem Redutora  |
|                  | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não |

Tabela 1 - Dados obtidos da análise do áudio (aural analysis).

O método de contagem das RPME pelo áudio encontra-se na apostila do curso, e demanda treinamento. Uma forma de facilitar esta contagem é gravar o áudio por um determinado tempo (20 a 60 segundos), caso o equipamento possua este recurso, e depois fazer a contagem ouvindo o arquivo gravado com uma taxa de reprodução menor (1/2, 1/4 ou 1/8).

A fim de se reconhecer, no áudio do contato, a presença dos ruídos de cavitação e maquinaria referenciados na Tabela 1, é necessário que se conheça cada

um deles previamente. E, além de saber diferenciar cada um daqueles ruídos entre si, também é fundamental ser capaz de diferenciá-los dos outros ruídos, que não são relacionados àqueles fenômenos, por exemplo: vida marinha, ruídos sísmicos, vulcões, chuva, e etc. Para tal, é preciso adestrar-se ouvindo repetidamente áudios de exemplo.

Os arquivos contendo as amostras de áudio para adestramento, tanto de contagem de revoluções de eixo, quanto de reconhecimento de ruídos de

cavitação, maquinaria e outros, devem estar à disposição daqueles que pretendem efetuar este serviço.

Entretanto, a contagem das RPME e a presença ou não de alguns desses fenômenos acústicos podem ser obtidas pela análise DEMON e pela análise LOFAR, respectivamente. Assim sendo, qual a relevância de se fazer primeiramente uma análise do áudio, conforme sugerido na introdução?

Apesar dos esforços e sucessos já alcançados pelas empresas e pesquisadores

envolvidos no desenvolvimento/construção de sistemas sonar, ainda não foi concebido, de pleno êxito, um equipamento que possua a capacidade de realizar a classificação automática de contatos, pelo menos não com o grau de confiabilidade desejado (e se o foi, ainda não está em uso a bordo dos submarinos pertencentes às marinhas amigas). É o homem, baseado na sua expertise e banco de dados de meios navais, que produzirá uma solução. A prática mostra que o grau de confiabilidade desta solução ainda é maior do que aquele alcançado pela classificação automática feita por softwares atualmente instalados nos submarinos conhecidos. O processo mental conduzido pela rede neural humana e sua capacidade cognitiva ainda supera a máquina em termos de classificação sonar a bordo. Talvez num futuro, quem sabe não distante, a realidade seja outra. Por enquanto, o homem ainda é, em última instância, o classificador.

Apesar disso, alguns fenômenos podem levar o classificador a interpretações equivocadas dos gráficos apresentados pelos gráficos de DEMON e de LOFAR (demograma e lofargrama, respectivamente), como por exemplo, dois contatos na mesma marcação por um período de tempo prolongado. E mais, um lofargrama pode apresentar uma grande quantidade de informações e confundir o raciocínio, conduzindo o pensamento a uma direção equivocada. Às vezes também,

em determinados demogramas, por exemplo, é difícil perceber o número de eixos do contato. Ou seja, o classificador a bordo trabalha com uma quantidade razoável de variáveis e possibilidades e necessita do maior número possível de informações de qualidade/relevantes para concluir a tarefa de Classificação de Contatos, numa janela de tempo relativamente curta.

Neste sentido, a análise do áudio, além de ser mais simples, é feita a partir da informação mais pura e natural do contato e provê o classificador de uma primeira impressão (fundamental nos processos cognitivos), ou seja, de um “sentimento” sobre o quê aquele contato é, ou deixa de ser. Esta primeira impressão, ou “sentimento”, servirá de filtro mental para a análise dos gráficos e de balizamento para o processo de classificação (obviamente, este filtro será mais ou menos acurado de acordo com a expertise do classificador). Por isso, sempre que possível (às vezes, por alguma razão, não temos o áudio), é importante que se analise primeiro o som que se ouve do contato, antes mesmo das análises do demograma e do lofargrama.

#### Análise DEMON

A análise DEMON fornece: a frequência de rotação do(s) eixo(s) (FE), as RPM do(s) eixo(s) (RPME), o número de eixos (#Eixos), a frequência de rotação das pás (FP) e o número de pás (#Pás).

Assim, num modelo hipotético de preenchimento de dados obtidos por meio de análise DEMON, concebido apenas para fins didáticos, eles poderiam ser transcritos como na Tabela 2.

Na maioria das vezes, obtém-se o #Eixos, a FE, a FP e o #Pás diretamente do demograma. Para encontrarmos as RPME, multiplicamos FEx60. Também podemos dividir FP/FE para encontrar o #Pás.

Algumas vezes, dependendo de como a energia acústica transmitida pela cavitação do hélice é influenciada pelos efeitos oceanográficos de propagação, pela presença de outros contatos nas proximidades (outras fontes sonoras) ou por razões afetas ao processamento do sinal pelo sonar, a diferença entre FE e FP pode não estar nítida no demograma. Nestes casos, ou teremos a FE e a FP com intensidades muito parecidas – permitindo apenas a medida de FE pelo operador, ou teremos somente a FP no gráfico. Cabe ao classificador, com sua expertise, deduzir o que é mais provável: se a frequência que ele observa no demograma está mais para FE, ou mais para FP. Para tal, uma boa dica é transformar esta frequência para RPM (F<sub>x60</sub>) e avaliar se não é um valor muito alto para RPME, indicando assim tratar-se de FP na verdade. Para se avaliar se o valor de RPME é muito alto ou não, um banco de dados compilado pode servir de consulta, como por exemplo, a tabela utilizada pela Marinha da Alemanha: Soundman's Logics Classification Table (Figura 13).

| ANÁLISE DEMON |    |                 |    |                 |
|---------------|----|-----------------|----|-----------------|
| #Eixos        | FE | RPME<br>(FE*60) | FP | #Pás<br>(FP/FE) |
|               |    |                 |    |                 |

Tabela 2 - Dados obtidos da análise DEMON.

| Typ Class                                    | Merchant Ship  |        |       |              |               | Naval Surface  |        |          | Submarines        |                   |
|--|--|--------|-------|--------------|---------------|--|--------|----------|-------------------|-------------------|
|  | large  | medium | small | fishing      | special ferry | major  | medium | small    | conv.             | nuc.              |
| identifiers                                  |  |        |       |              |               |  |        |          |                   |                   |
| RPM < 100                                    | X  |        |       |              |               | X  |        |          | X                 | X                 |
| 100 - 200                                    | X  | X      |       |              | X             | X  | X      |          | X                 | X                 |
| 200 - 300                                    |  | X      | X     | X            | X             |  | X      | X        | X                 | X                 |
| > 300  |  |        | X     | X            | X             |  |        | X        | rus.              | rus.              |
| NoB 3  | rarely   | X      | X     | X            | X             |  |        | X        | M3 french         |                   |
| 4  | X  | X      | X     | X            | X             | X  | X      | X        | M4 rus.           | O 8 Tandem rus.   |
| 5  | X  | X      |       | X            | X             | X  | X      |          | X                 | X                 |
| 6  | X  |        |       |              |               |  |        |          | rus<br>rus.export |                   |
| 7  | X  |        |       |              |               |  |        |          | X                 | X                 |
| NoS One                                      | X  | X      | X     | X            |               |  |        |          | X                 | X                 |
| Multi  | possible   |        |       | possible     | X             | X  | X      | X        | rus.              | rus.              |
| Jetpumps                                     |  |        |       |              | high speed    |  |        | possible |                   | 1x 1x engl/french |
| Diesel                                       | X  | X      | X     | X            | X             |  | X      | X        | X                 |                   |
| Steam-Turbine                                |  |        |       |              |               | X  |        |          |                   | X                 |
| Gas-Turbine                                  | rarely high speed  |        |       |              | X             | X  | X      | X        |                   |                   |
| Turbine/Gear-Whine                           |  |        |       |              | X             | X  | X      |          |                   | rarely            |
| Compr. Cavitation                            |  |        |       |              |               |  |        |          | subm<br>↙         | subm<br>↙         |
| Flutter                                      |  | X      | X     | X            | X             |  |        | X        | surf<br>↗         | surf<br>↗         |
|  | sometimes in rough seas, temporarily during operating manoeuvres |        |       |              |               |  |        |          |                   |                   |
| In / Out                                     | dependent on the state of the sea, vessel size and draught       |        |       |              |               |  |        |          |                   |                   |
| Singing prop<br>Blade resonance<br>Shaft rub | X  | X      | X     | X            | X             | in normal sea routine, critical rates of revolution are avoided                          |        |          |                   |                   |
| Sonar  |  |        |       | fish locator |               | sound analysis permits sonar signals to be analyzed and sonar platforms to be classified |        |          |                   |                   |

A RPME obtida por meio da contagem realizada durante a análise do áudio é mais bruta e, portanto, menos acurada do que a calculada na análise DEMON. Por isso, a segunda será a utilizada nos demais cálculos que serão efetuados durante a Fase Final de classificação, enquanto que a primeira funciona primordialmente como parâmetro de balizamento.

## Análise LOFAR

A análise LOFAR fornece: assinaturas – cada linha de frequência individual no lofargrama; e padrões – conjunto de linhas de frequência originadas pelo mesmo equipamento ou fenômeno. As assinaturas e padrões podem ser divididos em cinco grupos de informação de interesse para a Classificação de Contatos: motor diesel, turbina, engrenagem redutora, sons de ressonância e auxiliares.

### Motor Diesel

Quando o padrão de motor diesel é encontrado em um lofargrama, na maioria das vezes, pode-se obter diretamente do gráfico: a frequência de queima dos cilindros (FQC), o número de ciclos em cada rotação de eixo do motor (#Ciclos: 2 ou 4 tempos), a

frequência de queima do motor (FQM) e o número de cilindros do motor (#Cilindros). A frequência de rotação do eixo do motor (FEM) será igual à FQC se #Ciclos=2, e será igual a  $2 \times FQC$  se #Ciclos=4, portanto  $FEM = FQC \times (\#Ciclos/2)$ . Em seguida calculamos as RPM do eixo do motor (RPMEM), multiplicando  $FEM \times 60$ . Também podemos dividir  $FQM/FQC$  para encontrar o #Cilindros, ao invés de contar diretamente no gráfico.

Algumas vezes, dependendo de como a energia acústica transmitida pelas vibrações do motor é influenciada pelos efeitos oceanográficos de propagação e por razões afetas ao processamento do sinal pelo sonar, o padrão pode apresentar todas as assinaturas com intensidade muito parecida. Nestes casos, o gráfico induzirá a leitura de que o motor é de dois tempos, quando pode se tratar, na verdade, de um motor de quatro tempos. Além deste problema, também se tornará difícil para o operador determinar qual FQM e, conseqüentemente, o #Cilindros. Cabe ao classificador, mais uma vez dependente de sua expertise, resolver estes problemas. Para deduzir qual o #Ciclos do motor, uma boa dica é transformar a FQC em RPM ( $FQC \times 60$ ) e

avaliar se não é um número muito alto para RPMEM: geralmente, motores a dois tempos operam abaixo de 200rpm. Para o segundo problema, o conselho é, ao invés de procurar os harmônicos mais intensos, buscar o espaçamento de frequência entre os maiores harmônicos, onde provavelmente somente a FQM estará aparecendo no lofargrama.

Outro fenômeno para o qual o classificador também deve estar atento é a possibilidade do lofargrama apresentar dois (ou mais) padrões superpostos de motor, oriundos de mais de um equipamento, principalmente no caso de contatos com mais de um eixo. Nesta situação, a utilização do compasso multi-pontas e, naturalmente, a expertise do operador serão fundamentais para se encontrar qual padrão pertence a que motor. E a dica é: não procurar uma abertura do compasso que se encaixe em todas as assinaturas, e sim uma abertura que se encaixe em um padrão e que, quando transladado o compasso, essa abertura também se encaixe no(s) outro(s) padrão(ões). Se uma mesma abertura de compasso não se encaixar nos demais padrões, este será um indício de que há no lofargrama motores de propulsão e motores auxiliares, muito

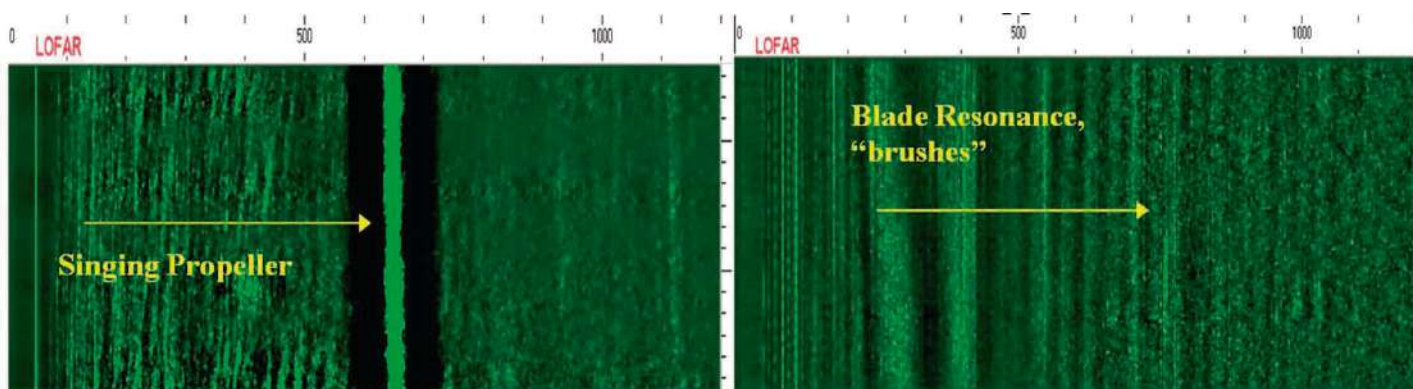


Figura 14 - Sons de Ressonância no lofargrama (Hélice cantante à esquerda e ressonância de pás à direita).

provavelmente moto-geradores – afinal, normalmente, quando há mais de um motor de propulsão, eles são iguais e operam com rotações muito parecidas.

#### Turbina

Quando as assinaturas de turbina são encontradas em um lofargrama, pode-se obter diretamente do gráfico a frequência de rotação do eixo da turbina (FET). Em seguida calcula-se as RPM do eixo da turbina (RPMT), multiplicando-se FETx60.

Uma dificuldade que o classificador pode encontrar com

assinaturas de turbinas, é diferenciá-las das assinaturas de auxiliares. Um bom parâmetro de balizamento é a faixa de rotação que normalmente as turbinas operam: 1500-9000rpm (vapor e gás). Ou seja, uma assinatura abaixo de 25Hz ou acima de 150Hz dificilmente será de uma turbina. Mas, em geral, a maior dificuldade mesmo é encontrar a assinatura da turbina, pois normalmente sua intensidade é baixa e encoberta por outras vibrações transmitidas ao casco (Figura 6) por outros equipamentos do contato.

#### Engrenagem Redutora

Quando as assinaturas de engrenagem redutora são encontradas em um lofargrama, pode-se obter diretamente do gráfico a(s) frequência(s) principal(is) da redutora (FPR).

#### Sons de Ressonância

Sons de Ressonância são dois padrões oriundos da cavitação que às vezes podem aparecer no lofargrama: hélice cantante e ressonância de pás (Figura 14). Diretamente do gráfico obtém-se a frequência central (FC) desses ruídos.

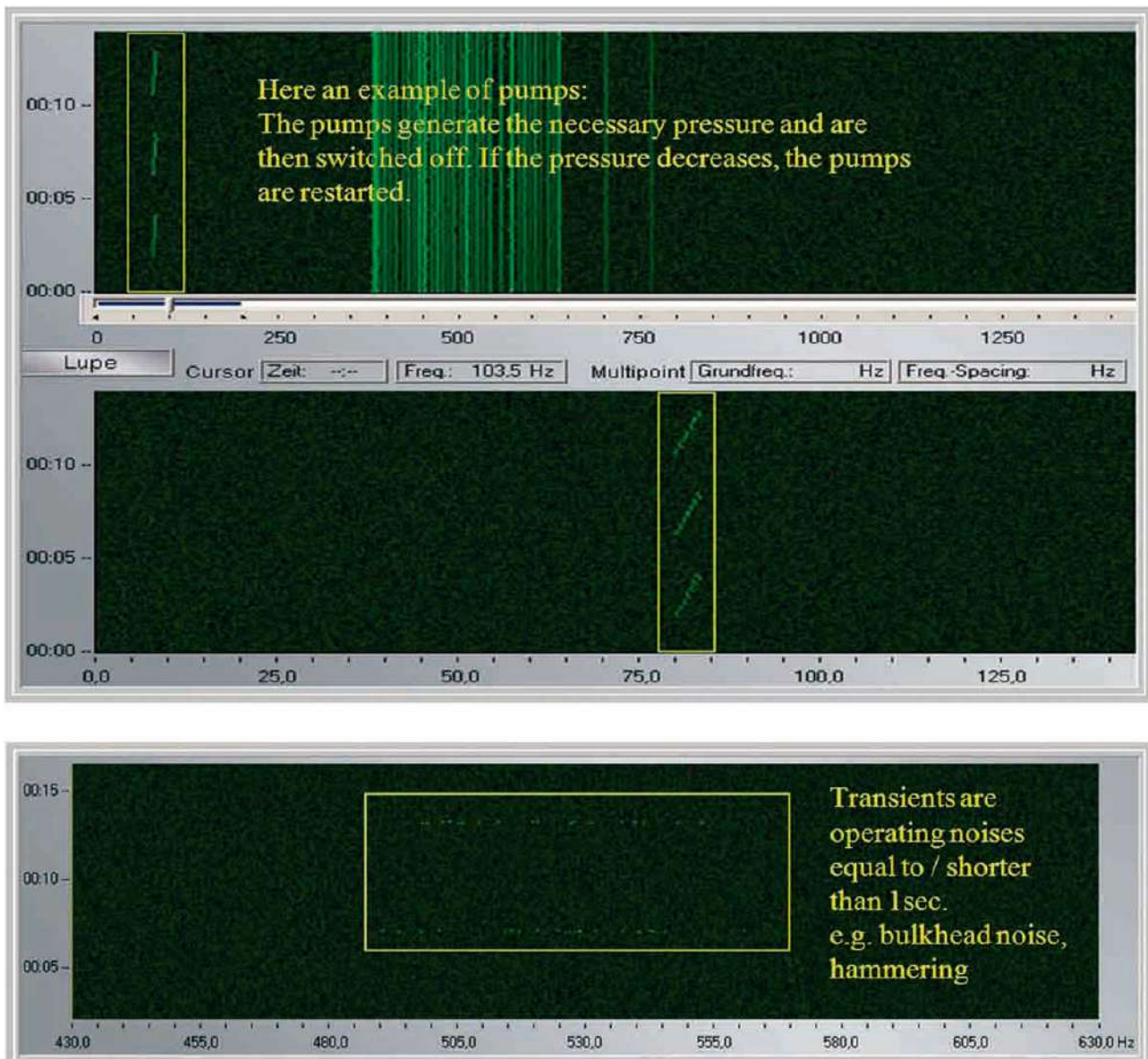


Figura 15 - Auxiliares periódicas acima e transientes abaixo.

## Modelo de preenchimento

Assim, num modelo

hipotético de preenchimento de dados obtidos por meio de análise LOFAR, concebido

apenas para fins didáticos, eles poderiam ser transcritos como na Tabela 3.

| ANÁLISE LOFAR |  |                   |                   |     |                         |         |                  |                     |  |            |
|---------------|--|-------------------|-------------------|-----|-------------------------|---------|------------------|---------------------|--|------------|
| Motor Diesel  |  |                   |                   |     |                         | Turbina |                  | Engrenagem Redutora | Sons de Ressonância  | Auxiliares |
| FQC           | #Ciclos  | FEM<br>(FQCx60/2) | RPMEM<br>(FEMx60) | FQM | #Cilindros<br>(FQM/FQC) | FET     | RPMT<br>(FETx60) | FPR                 | <input type="checkbox"/> H. Cantante<br><input type="checkbox"/> Ressonância de Pás<br>FC: _____ |            |
|               | <input type="checkbox"/> 2T<br><input type="checkbox"/> 4T |                   |                   |     |                         |         |                  |                     |  |            |

Tabela 3 - Dados obtidos da análise LOFAR.

## Fase Final

Até agora, descreveu-se somente as informações que podem ser coletadas em cada uma das três análises (do áudio, DEMON e LOFAR) individualmente. Entretanto, como dito na introdução, devido à sua origem, essas análises são correlatas e interdependentes e por isso podem e devem ser correlacionadas para obtenção de outros dados do contato, a fim de se aumentar o grau de confiabilidade da solução.

As primeiras correlações serão para deduzir o tipo de propulsão do contato:

- Diesel Direto (DD) – Diesel audível no áudio, presença de demograma, padrão de motor diesel no lofargrama e  $RPME=RPMEM$ ;

- Diesel Reduzido (DR) – Diesel audível e ruído de redutora (Gear Whine) no áudio, presença de demograma, padrão de motor diesel no lofargrama e  $RPME < RPMEM$ ;

- Turbina Reduzida (TR) – Ruído de turbina e ruído de redutora (Gear Whine) no áudio, presença de demograma, ausência de motor diesel e presença de assinatura de turbina no lofargrama;

- Diesel-Elétrica (DE): No caso de submarinos Diesel-Elétricos: cavitação comprimida

no áudio, presença de demograma e ausência de lofargrama, às vezes, com sorte, algumas auxiliares no lofargrama. O padrão de motor diesel poderá aparecer por um período determinado de tempo e depois sumir, indicando que o submarino estava esnorqueando. Pode acontecer de não termos o demograma e somente as auxiliares no lofargrama. Se o demograma sumir após algum tempo e as auxiliares permanecerem no lofargrama, esta será uma boa indicação para submarino (tanto diesel-elétrico quanto nuclear), revelando aumento de cota. No caso de navios diesel-elétricos termos demograma, motor diesel e ausência de redutora no lofargrama, mas isso também pode ocorrer com propulsão DR. Portanto para afirmar que o navio é diesel-elétrico, temos que retirar esta informação do banco de dados após classificar o contato com outros elementos;

- Waterjet/Waterpump (W) – Ausência de demograma e presença de motor/turbina no lofargrama (Figura 16).

A presença no áudio dos ruídos referenciados acima não é uma obrigatoriedade, apenas facilitarão a dedução do tipo de propulsão, caso estejam presentes.

Para os contatos com

propulsão DR e TR, pode-se encontrar a Razão de Redução (RR) assim: da análise DEMON, obtém-se a RPME e, da análise LOFAR, a RPMEM ou RPMT. Dividindo-se RPMEM/RPME ou RPMT/RPME obtém-se a RR. Às vezes, as assinaturas de Engrenagem Redutora não aparecem no lofargrama, mas desconfia-se de sua existência se  $RPME \neq RPMEM$  (ou  $\neq RPMT$ ). Se for este o caso, pode ser também o indício de um meio com propulsão moto ou turbo-elétrica (alguns rebocadores e ferries europeus possuem esta configuração).

Quando a(s) assinatura(s) da Engrenagem Redutora está(ão) presente(s), a informação mais relevante que se pode obter é a constante S (Shaft) que é a razão entre a FPR retirada do lofargrama e a FE retirada do demograma (FPR/FE). Caso haja mais de uma FPR, será calculado um S para cada uma delas. Repare-se que S não é RR e, embora esteja relacionada ao número de pinhões e dentes da redutora, não é esta informação que é útil. S é utilizada como uma constante (alguns contatos possuem mais de uma, quando aparecem mais de uma assinatura de Engrenagem Redutora no lofargrama) que representa um excelente fingerprint como elemento de



classificação de contatos. Naturalmente, a informação de S dos contatos deverá estar registrada no banco de dados de meios navais para comparação.

A partir dos dados já coletados (#Eixos, #Pás, modo de propulsão, RR, S, assinaturas de auxiliares, e etc.) já é possível fazer-se a comparação com a biblioteca de meios e obter-se uma solução ou um conjunto de soluções. Além do banco de dados, informações a respeito das ameaças e tráfego esperados na área de operações também devem ser utilizadas. Raramente será obtida uma única solução, o que é normal, mas, muito provavelmente, o número de elementos do conjunto solução será pequeno.

Neste contexto, na ausência de um banco de dados robusto, acessado rapidamente por meio de um software dedicado, que seria o ideal, e contribuiria muito para o grau de confiabilidade das soluções, é extremamente válido, como derradeiro recurso, que a biblioteca existente em terra esteja compilada em um quadro de fácil manuseio para o operador sonar, que efetua a classificação no mar, como o utilizado pela Marinha da Alemanha (Figura 13). No entanto, para que seja válida, é fundamental que esta ferramenta seja construída criteriosamente sobre banco de dados possuidor de rico volume estatístico, sob pena de tornar-se falaciosa.

O último dado a ser calculado é a velocidade do contato, que pode ser obtida pela razão RPME/TPK (turn per knots), onde a RPME é retirada da análise DEMON e o TPK da biblioteca de dados, após encontrada a solução (ou melhor, o conjunto solução) por meio das três análises (do áudio, DEMON e LOFAR). Essa informação de

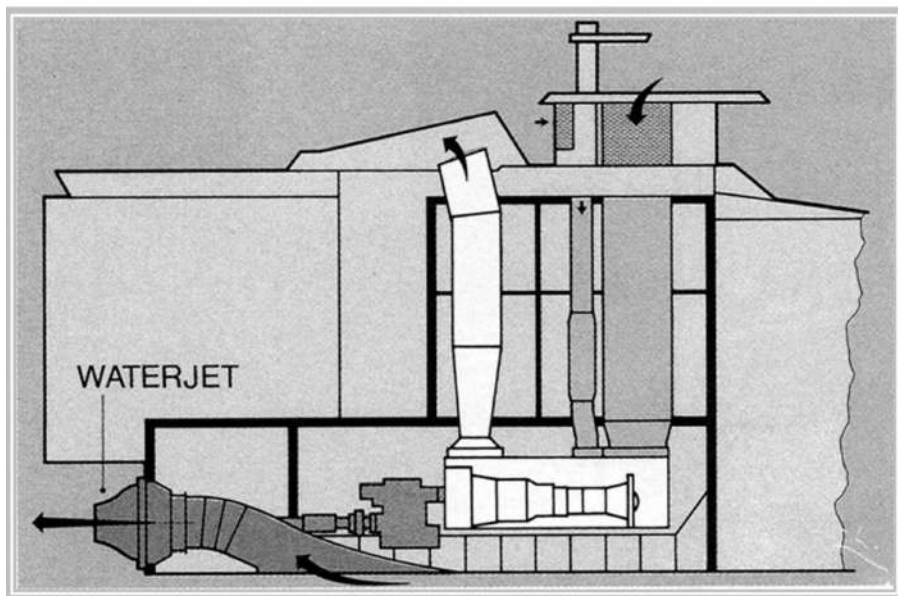


Figura 16 - Propulsão Waterjet.

velocidade naturalmente será utilizada pela TMA, mas, com alguma sorte, também poderá ser utilizada pela Classificação de Contatos. Vejamos um exemplo prático: chegando-se a um conjunto solução com dois possíveis meios e fazendo-se o cálculo de velocidade, para cada um deles, encontra-se 17 e 23 nós. Mas, existindo a informação na biblioteca de dados que para estes meios as velocidades máximas são 18 e 20 nós, respectivamente, elimina-se o segundo contato do conjunto, ou mais apropriadamente, reduz-se o grau de confiabilidade do segundo em detrimento do primeiro.

Além dos dados calculados acima, as manobras do contato podem ficar nítidas no demograma/lofargrama. No caso de alteração do regime de

máquinas, além do momento em que ocorre a mudança, se já existir uma solução para o contato, e consequentemente conhecido seu TPK, será possível calcular a nova velocidade a partir da nova RPME obtida no demograma. O classificador também deve estar atento ao lofargrama, pois após a mudança de regime, caso a nova RR calculada não se mantenha constante, esta será uma boa indicação de que o contato possui hélice de passo controlado (HPC). Nestas situações, também será possível reconhecer no lofargrama assinaturas de auxiliares dependentes do motor diesel/engrenagem redutora, na medida em que elas acompanharão, na mesma proporção, a alteração de frequência das assinaturas do equipamento.

No caso de alterações de rumo, só é possível determinar o momento da guinada no demograma. Em algumas manobras o contato diminui a velocidade por certo tempo e depois volta a desenvolver a mesma de antes, por exemplo, para dar preferência a outro navio com prioridade no RIPEAM. Para não confundir este tipo de manobra com uma alteração de rumo, o classificador deve estar atento ao

tempo de duração da manobra: nas alterações de rumo, as linhas do demograma reduzem e retornam a posição prévia num período muito mais curto de tempo (Figura 17).

Às vezes, caso determinadas condições ambientais estejam presentes, pode ocorrer um fenômeno conhecido como Lloyd Mirror Effect no lofargrama (Figura 18), e então haverá o surgimento de padrões de interferência (Bath Tube/Pine

Tree) pelos quais será possível determinar o aspecto do contato em relação ao submarino (rumos paralelos/ângulo de proa fino), o momento da passagem pelo ponto de maior aproximação (PMA) e se ele está se afastando ou se aproximando (se o PMA já ocorreu, ou não, respectivamente). Estas informações, além de serem divulgadas, podem ser anotadas no campo "manobras" da Tabela 4.

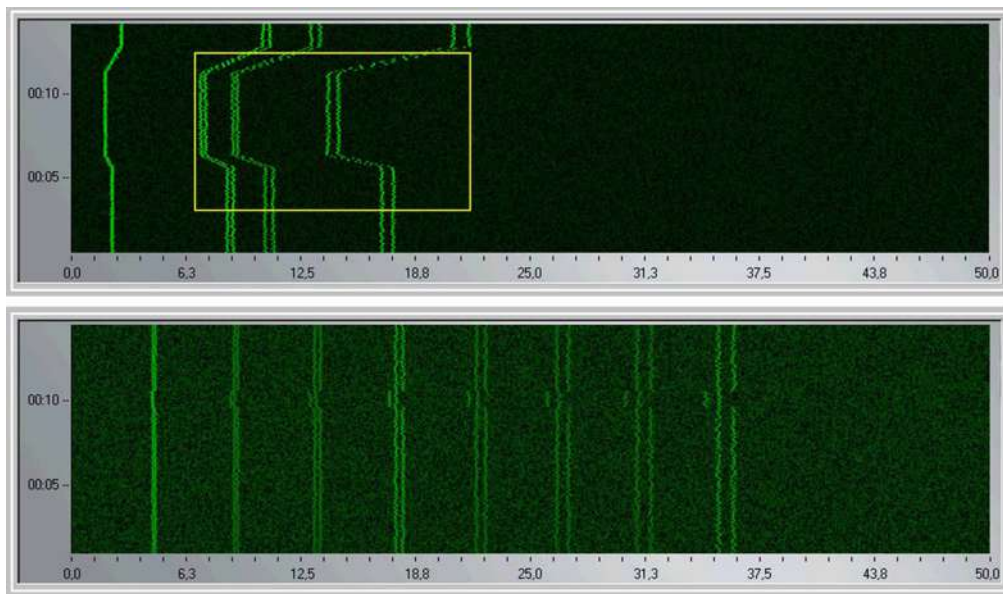


Figura 17 - Redução e aumento de velocidade acima e mudança de rumo abaixo.

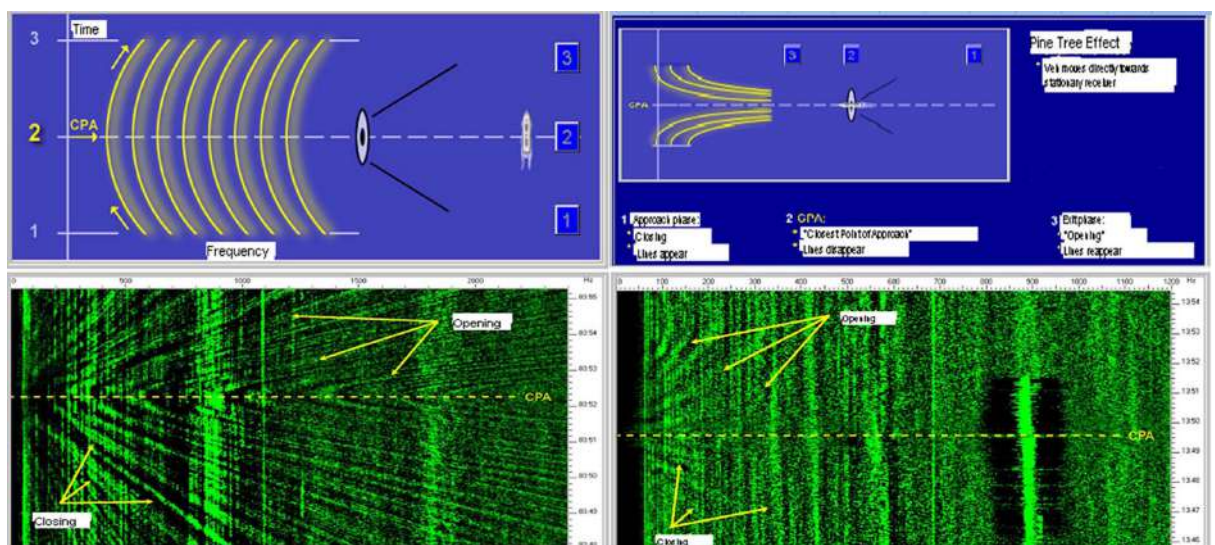


Figura 17 - Redução e aumento de velocidade acima e mudança de rumo abaixo.

| FASE FINAL        |                                      |                |               |                      |          |
|-------------------|--------------------------------------|----------------|---------------|----------------------|----------|
| Modo de propulsão | RR<br>(RPMEM/ RPME ou<br>RPMT/ RPME) | S<br>(FPR/ FE) | Classificação | Veloc<br>(RPME/ TPK) | Manobras |
|                   |                                      |                |               |                      |          |

Tabela 4 - Dados obtidos na Fase Final.

Assim, num modelo hipotético de preenchimento de dados obtidos por meio de análise LOFAR, concebido apenas para fins didáticos, eles poderiam ser transcritos como na Tabela 3.

Apesar desta “Fase Final” de classificação ter sido apresentada como uma fase em separado, realizada após as análises LOFAR e DEMON, isto foi feito apenas por razões didáticas (Figura 12). Na verdade, muito provavelmente o classificador fará estas duas análises em paralelo, observando ora o demograma, ora o lofargrama, e conforme for obtendo as informações de um e de outro gráfico, ao longo do processo, irá calculando os dados que correlacionam as três análises (Figura 11). Por isso, nos modelos utilizados de fato, os

campos para preenchimento de dados oriundos de correlação são encontrados usualmente dentro das próprias tabelas de DEMOM e LOFAR, não havendo uma tabela “Fase Final”.

Normalmente, ficam à parte somente os campos para a solução encontrada e para comentários do classificador, incluindo aí aqueles sobre as manobras observadas do contato. Afinal, apesar de não estarem relacionadas à Classificação de Contatos propriamente dita, e sim à TMA, estas informações sobre as manobras devem ser anotadas e divulgadas pelo classificador para as demais estações do compartimento de comando.

Assim, à exceção de um ou outro campo de preenchimento que pode não aparecer, os modelos de fato utilizados se

parecem mais com o da Tabela 5.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como visto em diversos momentos, nesta área de estudos é comum lidar-se com termos do tipo: normalmente, geralmente, às vezes, raramente, e etc. Isso ocorre em virtude da complexidade do fenômeno da propagação acústica no mar, quando nem sempre o mesmo evento se repete do mesmo modo, e também do grande número de variáveis envolvidas na Classificação de Contatos. Portanto, quando realizando esta tarefa, é importante que o classificador tenha em mente que nada é “sempre assim”. Do mesmo modo, algumas associações e insights podem surgir por mero instinto e experiência. Assim como a Navegação, este ramo da ciência

| Contato nº:  |  |  |  | Data:  |  |  |  | Avaliador:   |  |  |   |            |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|------------|
| ÁUDIO  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |            |
| RPME   | Ruídos de Cavitação  |  |  |  |  |  |  | Ruídos de Maquinaria   |  |  |   |            |
|  | Mais de um eixo  | Dentro / Fora  | Vibração de pás  | Cavitação comprimida   | Hélice Cantante  | Ressonância de pás   | Fricção de eixo  | Motor Diesel   | Turbina  | Engrenagem Redutora  |   |            |
| <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não | <input type="checkbox"/> Sim<br><input type="checkbox"/> Não |   |            |
| DEMON  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |            |
| #Eixos   |  | FE   |  | RPME   |  | FP   |  | #Pás   |  | Velocidade/TPK   |   |            |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |            |
| LOFAR  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |            |
| Motor Diesel   |  |  |  |  | Turbina  |  | Engrenagem Redutora  |  |  | Modo de propulsão  | Sons de Ressonância   | Auxiliares |
| FQC  | #Ciclos  | FEM  | RPMEM  | FQM  | #Cilindros   | FET  | RPMT   | RR   | FPR  | S  | <input type="checkbox"/> H.Cantante<br><input type="checkbox"/> Ressonância de Pás<br>FC: _____ |            |
|  | <input type="checkbox"/> 2T<br><input type="checkbox"/> 4T   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |            |
| CLASSIFICAÇÃO  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |            |
| COMENTÁRIOS/MANOBRAS   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |   |            |

Tabela 5 - Tabela para classificação sonar de contatos.

é também um misto de ciência e arte. A melhor opção para reduzir um pouco da “arte” em prol da “ciência”, tornando a necessária expertise mais dependente de estudo e de adestramento do que de talento, facilitando assim o trabalho do classificador, é provê-lo de um banco de dados robusto, com um grande volume de informações, estatisticamente fidedignas. Pelo menos, uma compilação deste banco de dados que permita ao classificador deduzir o tipo de meio, como por exemplo, a tabela utilizada pela Marinha da Alemanha: Soundman’s Logics Classification Table (Figura 13).

Segundo o instrutor deste curso, na Marinha da Alemanha, quando os submarinos retornam das comissões, devem encaminhar os dados ambientais e de contatos detectados para: "centro de guerra eletrônica", "centro de coleta e avaliação de dados operacionais", "centro de Inteligência", "Força de Submarinos" e para o "centro de treinamento para submarinos". Cada uma dessas Organizações Militares (OM), cujos nomes originais em alemão foram omitidos, informando-se apenas uma tradução livre para os mesmos, processa as informações coletadas pelo submarino de uma forma diferente, aproveitando a parte que mais lhe interessa, com objetivos distintos. Existe um software que, teoricamente, concentra essas informações, e arquivos de atualização são distribuídos aos submarinos antes do suspender. Ainda segundo o instrutor, o problema desta sistemática é que estas informações nem sempre estão atualizadas, existem informações nos arquivos que não são úteis para a Classificação de Contatos por submarinos e algumas informações fundamentais para

esta tarefa não constam dos arquivos. Na prática, cada uma das tripulações faz e atualiza o seu próprio banco de dados e trocam informações entre si. Ele entende que uma das causas do problema é que nenhum dos centros que produzem estes arquivos é dedicado exclusivamente à Classificação de Contatos por meio de sonar, ou seja, não trabalha principalmente para os submarinos e meios de superfície/aéreos detentores de tecnologia sonar passiva.

Com o objetivo de melhorar esta sistemática, outras marinhas que operam meios equipados com tecnologia LOFAR efetiva, criaram OM dedicadas especificamente à coleta, análise, síntese e distribuição de dados sonar para a Classificação de Contatos por sonares passivos. Mas, na verdade, estes centros funcionam principalmente para suas forças de submarinos e neles servem Oficiais e operadores sonar com larga experiência no mar, além de engenheiros e técnicos especializados no assunto. Quando os meios se fazem ao mar, um ou dois militares destas OM destacam a bordo para coletar todas as informações ambientais e os dados de todos os contatos detectados pelos sonares passivos durante a comissão. Além disso, estes militares são também os responsáveis pela última palavra na classificação dos contatos, assessorando os Comandantes neste assunto. Eles ficam exclusivamente dedicados a estas tarefas. Os dados brutos do sonar (raw data) são gravados e levados para os centros por seus próprios militares no fim da comissão. Lá, esses dados são analisados mais profundamente, por outros softwares, apoiados por hardware de maior

capacidade, e as informações coletadas são comparadas e sintetizadas com as já existentes no banco de dados. Desta forma, com o passar do tempo, as informações referentes a cada tipo de meio vão se enriquecendo e adquirindo maior robustez estatística (fidelidade).

Esta sistemática já é aplicada, reservadas as devidas exceções em cada caso, por exemplo, pelas marinhas dos EUA, da França e do Reino Unido. Na US NAVY foi criado o Naval Undersea Warfare Center (NUWC) e na Marine Nationale o Centre d'Interprétation et de Reconnaissance Acoustique (CIRA). Já o Reino Unido não possui uma OM para este fim, mas existe um setor subordinado ao Submarine Service (como denominam sua Força de Submarinos) muito bem equipado e aparelhado em Faslane (Her Majesty's Naval Base Clyde) destinado apenas a este fim.

Desta forma, para que os submarinos da MB venham a deter o poder de realizar uma Classificação de Contatos compatível com as demandas da guerra submarina moderna (hoje realizam apenas as análises do áudio, DEMON e intercept), não basta a aquisição de equipamentos com a efetiva capacidade LOFAR (sistemas sonar munidos com este tipo de processamento e flank/towed arrays). É também imprescindível repensar a forma como são conduzidas a coleta, a análise, a síntese e a distribuição dos dados da biblioteca de comparação. Possivelmente, este exercício mental concluirá com uma nova sistemática e, quem sabe até, com a criação de um novo centro, dedicado prioritariamente à Força de Submarinos do século XXI.

## 4.2 Deutschland Submarine Command Course 2014 (DEU-SMCC 2014)

Autor\*: Capitão-de-Corveta Leandro Freitas Ribeiro.



### INTRODUÇÃO

Após o desafio de concluir o Estágio de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos (EQFCOS 2014) com a dificuldade inerente ao estágio, além da carga de autocobrança que cada um se impõe, e tendo a felicidade de concluí-lo no dia do meu aniversário com um presente da equipe do S.Tikuna no nosso último dia de mar da fase tática, comecei a preparação para minha jornada rumo a Eckernförde, sede da Força de Submarinos alemã.

Sendo o pioneiro da nossa Força de Submarinos neste curso, após orientações recebidas no CIAMA, uma “explosão” de ações a tomar para viabilizar minha participação não me permitiram refletir muito sobre as dificuldades. Afinal de contas, teria apenas três semanas úteis para fazer a viagem “acontecer”. O que poderia fazer em tão exíguo tempo? Qual seria o nível da minha participação? O que estudar? O que conhecia sobre o submarino Tipo 212A? Como ficariam minha esposa e filho aqui no Brasil? Ficaria na Alemanha apenas para o referido Curso de Comando ou seria designado para participar

também do Curso de LOFAR (Low Frequency Analysis and Recording)? Uma coisa boa eu já sabia: a certeza de que o curso seria conduzido em inglês.

Assim, a solidez dos conhecimentos obtidos no Brasil, a participação no segundo semestre do ano anterior de treinamentos de técnica periscópica no Treinador de Ataque do CIAMA com fraseologia em inglês, um extrato da técnica alemã (PEREX), os relatórios de embarque de dois oficiais brasileiros que fizeram curtos períodos em intercâmbio naquela Força de Submarinos, a orientação e consideração de alguns amigos de verdade e a segurança que tive em minha casa eram a base da minha autoconfiança. Dia do embarque! Pensei o mínimo possível na despedida do meu filho. No final das contas, foram 5 meses e 10 dias sem vê-lo.

Enfim cheguei a Eckernförde. Seriam muitos aprendizados para a minha “biblioteca mental”, mais cultura a assimilar, novas amizades e uma forma de testar minha resistência nesse longo período de afastamento. Seriam dezesseis semanas ou vinte e três semanas afastado caso permanecesse para o segundo

curso? Tentei não olhar muito para trás.

### ESTRUTURA DO CURSO

Recebidos nós estrangeiros com muita fidalguia pelos alemães, fato que me surpreendeu positivamente, fomos apresentados à estrutura do curso. Este foi dividido em duas semanas prévias de fase de preparação (Prep Phase), apenas para estrangeiros, e quatorze semanas de curso efetivo.

O curso contou com três alunos alemães no posto de Capitão-Tenente e dois Capitães-de-Fragata estrangeiros (um peruano e um colombiano), tendo eu acompanhado todas as ações como observador aguardando oportunidades de treinamento que aparecessem. Nas poucas chances que tivesse, teria que mostrar meu valor. O teacher é sempre um Capitão-de-Corveta, ex-comandante de submarino, que juntamente com o comandante do submarino na fase de mar compõem a banca de avaliação. O Comandante do Submarine Training Center – STC (AZU em alemão), embarcado no Navio Tender Main, coordena as ações durante a fase de mar.

Após as duas semanas de fase de preparação o curso começou

da maneira simples e espartana como os alemães conduzem as ações. Apesar da similaridade com a estrutura do nosso EQFCOS, as quatorze semanas do curso alemão são divididas nos seguintes moldes:

## **CLASSROOM PHASE (6 semanas)**

Nesta fase, com o início efetivo do curso, foram desempenhadas diversas atividades:

02 dias: Apresentação da estrutura do curso e teoria (relativa à técnica alemã PEREX e avaliação sonar).

01 dia: Historical/Cultural Day em Kiel, com visita aos memoriais da Marinha Alemã, Submarino U995 (Submarino Tipo VIII da 2ª GM) e Memorial dos Submarinistas Alemães da 2ª GM.

02 dias: Engineering and Sub Safety (apenas para alunos estrangeiros), a fim de passar conhecimentos técnicos resumidos de máquinas, segurança e salvamento dos submarinos Tipo 212A.

02 dias: Visita ao Netherlands Submarine Service, localizado em Den Helder, nos Países Baixos.

01 dia: Visita à Einsatzflottille

2 (Segunda Flotilha) localizada em Wilhelmshaven, onde ficam atracados os navios de escolta alemães.

05 dias: SQUADEX/TORPEX. Nesta semana, foram interrompidas as atividades normais da Classroom Phase para um exercício do 1st Submarine Squadron (SQUADEX) com Life Firing Torpedo Exercise (TORPEX). Foi empregado o submarino U31 (único submarino disponível à época) pelas duas únicas tripulações em Fase III de adestramento em dias alternados (ALFA e DELTA) e pelos oficiais alunos alemães do SMCC. Foram realizados exercícios de Special Operations Forces (SOF) com mergulhadores de combate na parte da tarde e TORPEX no período noturno. Os estrangeiros, mesmos os alunos peruano e colombiano, acompanhamos os eventos apenas como observadores, alternando entre dias a bordo do submarino e dias nos navios de apoio ao exercício. As ações foram conduzidas de maneira simples e prática, sempre no período noturno por características dos torpedos alemães. Foram lançados oito torpedos DM2-A4 nesta semana.

01 dia: Visita ao Bundeswehr Technical Centre for Ships and

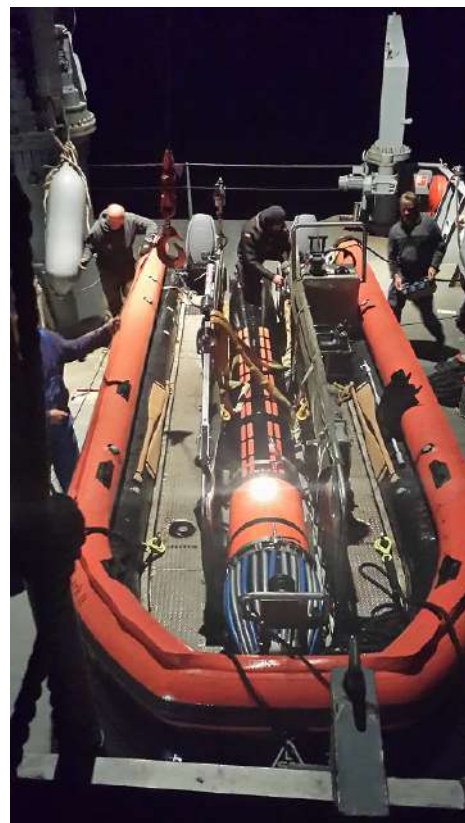
Naval Weapons, localizado em Kiel, setor do Ministério da Defesa Alemão responsável por desenvolvimentos de sistemas e que conduz os testes de aceitação finais para novos sistemas de armas da Marinha Alemã.

03 dias: Visita ao Akademie de Bundeswehr für Information und Kommunikation (AIK), localizado em Strausberg a 50 km de Berlin, para atividades de Media Training.

01 dia: Visita ao Estaleiro ThyssenKrupp Marine Systems (TKMS), antigo HDW.

01 dia: Visita ao Maritime Operations Command (MOC), localizado em Glücksburg, próximo à Flensburg na fronteira com a Dinamarca, equivalente ao CCTOM da Marinha do Brasil e que tem a função de Autoridade de Controle Operativo do Submarino (ACOSUB) na Marinha Alemã.

02 dias: Ethics, Leadership and Human Behavior. Atividade de sala de aula conduzida por um capelão (Pastor) reformado da Marinha Alemã, com ênfase à



*Faina de Embarque de Torpedos e Embarcação Pneumática de Recolhimento*

liderança sob aspectos humanos.

03 dias: Visita ao Naval Air Command, localizado em Nordholz, próximo a Bremerhaven. Foram conhecidas as atividades e as aeronaves antissubmarino P-3C Orion e Lynx Mk-88A.

### **SIMULATOR PHASE (3,5 semanas)**

Nesta curta fase (os oficiais alunos alemães também reconheceram que deveria ter mais tempo disponível para esta fase em detrimento da Classroom Phase), foram conduzidas duas semanas de exercícios operativos com identificação e/ou ataque à contatos de interesse (COI) ou à unidade de maior valor (Higher Value Unit - HVU). Sempre com forte oposição de navios escolta, tudo isto conduzido dentro de um cenário fictício de crise, também com cobrança sobre

emprego das regras de engajamento determinadas em diretiva específica para esta fase. Não foram conduzidos adestramentos submarino versus submarino e/ou de tarefas secundárias. Tive oportunidade de acompanhar todos os exercícios táticos, mas devido à exiguidade de tempo não me foi permitida participação manobrando efetivamente.

Após passadas estas duas semanas, os alunos passaram por uma semana e meia de exercícios do tipo PEREX para segurança do submarino na cota periscópica. Estes exercícios guardam muita semelhança com os exercícios do tipo GODEX que comumente fazemos em nossa doutrina, mas, na Marinha Alemã, tem relação apenas com a segurança do submarino, acarretando com isso grandes exposições do periscópio, a meu ver desnecessárias, haja vista que os exercícios são sempre

conduzidos em áreas onde o submarino pode demandar a cota de segurança (águas profundas). Nessa etapa, enfim consegui minha oportunidade de participar de adestramentos do tipo PEREX. Como já havia me preparado anteriormente por ter participado de todas as ações da fase de preparação, consegui fazer os exercícios satisfatoriamente.

### **SEA PHASE (3,5 semanas)**

Na viagem de ida até o Porto de Turku (FIN), a primeira parte da fase de mar teve como propósito desenvolver e testar a capacidade do aluno em conduzir, como comandante, as operações e ações típicas do submarino com ênfase na segurança (cinco dias de exercícios PEREX com a participação do submarino U33,



*Submarino U33 na Fase de Mar*

Navio Tender Main e mais um navio de apoio). Já na segunda parte da comissão, passou-se à parte operativa da fase de mar, incorporada à operação da Northern Coasts 2014 (OTAN). Os exercícios nesta parte ficaram restritos à exercícios do Tipo CASEX com aeronaves P-3C, navios escolta e os submarinos Gotland sueco e U33 alemão como unidades participantes. Durante esta fase, devido às restrições impostas pelo projeto de submarino alemão que possui apenas uma balsa salva vidas com capacidade para 34 militares (28 tripulantes, 1 teacher e 5 alunos nesta ocasião) e não tendo balsa individual incorporada aos macacões de salvamento alemães, passei a maior parte do tempo embarcado no Navio Tender Main, tendo passado apenas três dias embarcado no U33. Canalizei esta incômoda situação para o que tinha claro na minha mente: a oportunidade de “radiografar” o curso e a técnica alemã e seus pontos positivos e negativos.

Além disso, durante toda esta fase de mar foram conduzidos novos exercícios TORPEX com um total de oito lançamentos, desta vez em proveito da tripulação do submarino e para todos os oficiais alunos, inclusive os estrangeiros.

## **ENCERRAMENTO DO DEU-SMCC 2014 (1 semana)**

Nesta semana foram cumpridas as últimas formalidades de conclusão do curso, incluindo a entrega e apresentação de um trabalho de fim de curso (Seminar Paper), cuja missão determinada à nós no início do curso foi a de apresentar uma proposta para transformar o Submarine

Training Center em um Centro Internacional de Treinamento de Submarinos.

Além disso, para os Oficiais alunos estrangeiros, incluindo este representante, foi solicitado que fizéssemos uma apresentação de trinta minutos para os oficiais do Esquadrão de Submarinos sobre nossas Marinhas e, em especial, nossas Forças de Submarinos e a formação dos submarinistas.

## **Término do DEU-SMCC 2014**

Aspectos positivos do curso:

- Aprimoramento de capacidade de manobra de submarinos na cota periscópica com alta demanda de soluções de rumos e velocidade a adotar para evitar colocar o submarino em risco;

- Aprimoramento da interpretação de apresentação de sonares (waterfall), ferramenta esta disponível em submarinos da MB;

- Oportunidade de lançamento e guiagem de torpedos (sob a ótica do Comando) durante a Simulator Phase e durante a Sea Phase (lançamento de torpedos de exercício contra alvos reais);

- Quanto às tarefas principais, estas são demandantes na Simulator Phase, tornando-se uma oportunidade de crescimento operativo; e

- Adoção da sistemática de “comandante de serviço”.

Aspectos a aprimorar:

- Pouco aprendizado na área de guerra eletrônica, inerente ao grau de sigilo no acesso às informações da biblioteca MAGE;

- Baixo nível de aprendizado na análise de ruídos

de baixa frequência (LOFAR). Em momento algum foi operado o arranjo rebocado (towed array) e diversos militares, oficiais e operadores sonar experientes, alegaram dificuldades no recolhimento do dispositivo, o que contribui para operarem pouco com este último arranjo sonar e para a não adoção deste sistema nos novos submarinos Tipo U212A (2nd batch);

- Baixo nível de desenvolvimento de técnicas de navegação em tarefas secundárias / águas rasas. A técnica de navegação adotada é simples e deposita excessiva confiança no sistema de navegação inercial de bordo. Além disso, não há preocupação operativa com a Taxa de Indiscrição do Submarino (TIS), acarretando excessiva exposição do periscópio e demais mastros neste tipo de operação;

- Quanto às tarefas secundárias, estas foram treinadas na semana da SQUADEX apenas pelas tripulações do submarino, ficando todos os alunos como observadores. Na Sea Phase foi feito apenas um exercício com os Mergulhadores de Combate da Marinha da Finlândia em um nível bastante básico por ser a primeira vez que operavam em um submarino;

- Pouca importância é dada às diferentes formas de evasão, com baixo emprego de “joelhos” (manobras evasivas normalmente adotadas em submarinos), pouso no fundo (incluindo técnicas de pouso próximo à relevos submarinos que poderiam ajudar no despistamento) e não lançamento de despistadores (indisponíveis nos submarinos Tipo U212A 1st batch); e

- Excessiva importância é dada à segurança do submarino na cota periscópica em relação à fase operativa, sendo estes



exercícios de segurança os mais importantes do curso. Em suma, é mais importante, em termos de aprovação dos oficiais alunos, manter a segurança do submarino operando próximo aos contatos de superfície, mesmo sendo com periscópio mantido içado a maior parte do tempo, do que o emprego operativo do submarino. Os exercícios operativos realizados na fase de mar são de média complexidade, em sua maior parte relativos às tarefas principais, e de conhecimento já difundido na Força de Submarinos brasileira (exercícios do Tipo CASEX).

- A adoção da função de comandante de serviço, em contrapartida ao seu aspecto positivo, pelo fato de os demais

alunos não guarnecem postos na equipe de ataque, para estes o tempo por vezes se torna bastante ocioso até o próximo período de serviço.

## CONCLUSÃO

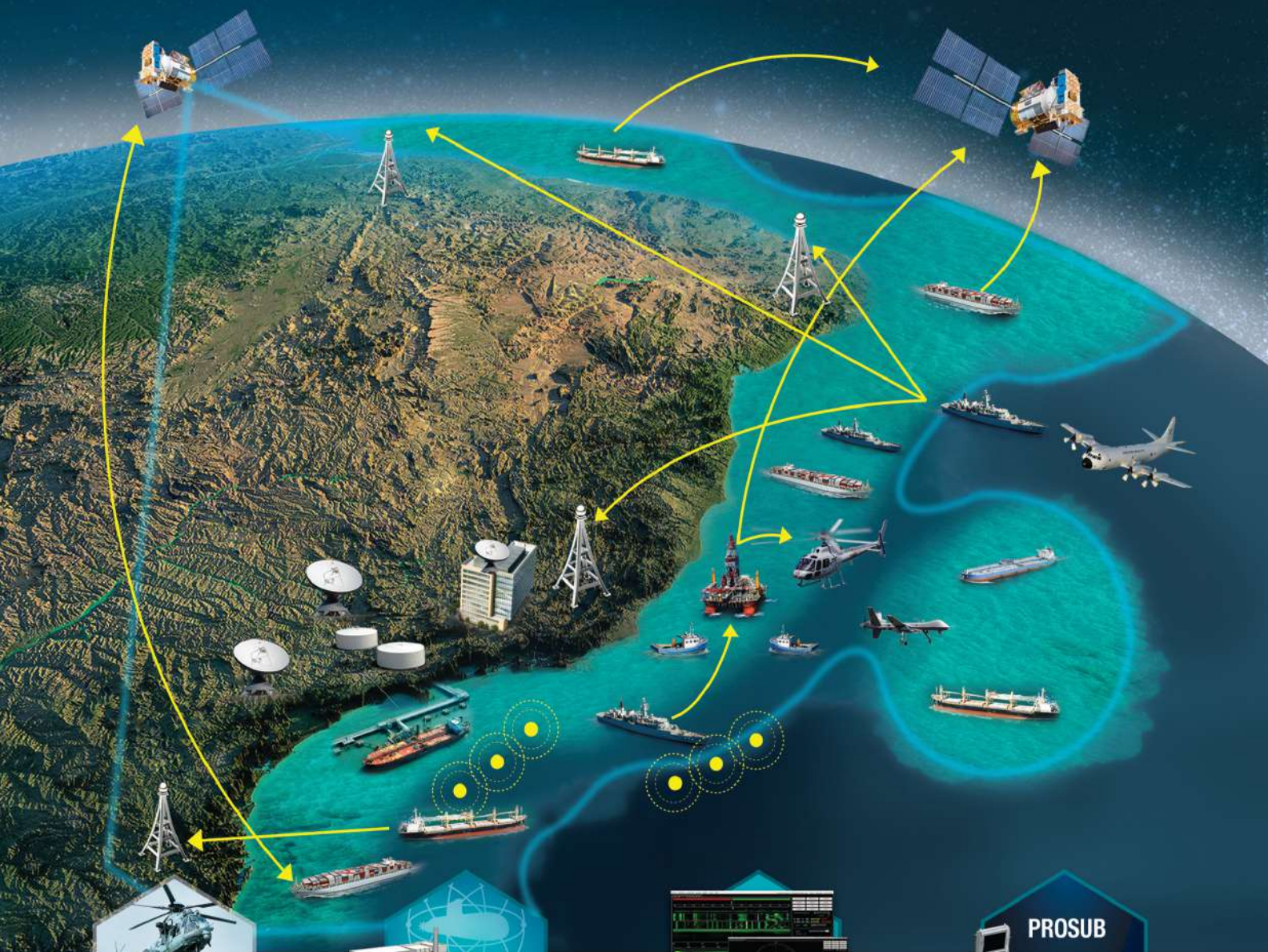
Este artigo teve como base o relatório de análise de curso enviado em novembro de 2014 logo após meu regresso ao Brasil. Fruto desta análise, considero que o currículo do curso não é considerado aplicável como única ferramenta de preparo do comandante de submarinos da MB, porém é considerado aplicável para o preparo de instrutores do CIAMA e como complemento ao Estágio de Qualificação para

Futuros Comandantes de Submarinos (EQFCOS) por proporcionar valiosa experiência em operações de submarinos com especial atenção ao emprego do armamento e ambientes taticamente diferentes que contribuem para o enriquecimento da “biblioteca mental” dos oficiais submarinistas. Trata-se ainda de uma oportunidade para estreitamento de laços com as marinhas amigas e aprendizado a partir de suas doutrinas de emprego, seus fatores de força e de fraqueza e coleta de dados operativos relacionados, além da óbvia oportunidade de desenvolvimento das capacidades pessoais necessárias ao comando.



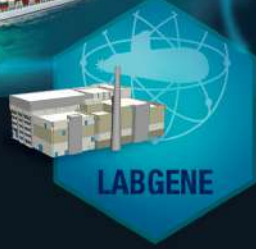
*Término do DEU-SMCC 2014*

# Marinha do Brasil e Atech: Parceria, Inovação e Soberania



**EC-725 SUPER  
COUGAR**

Desenvolvimento e Produção do Sistema de Combate para os helicópteros EC-725 de emprego naval como parte do programa H-XBR.



**LABGENE**

Fornecimento e integração de todos os componentes do Sistema de Proteção e Controle da planta, contribuindo com capacitação e autonomia tecnológica para o futuro submarino nuclear.



**SDAC**

Modernização do Sistema de Detecção, Acompanhamento e Classificação de Contatos Submersos (SDAC), um importante passo na direção do Sonar Passivo Nacional do Programa de Acústica Submarinha da Marinha.



**PROSUB**

Fornecimento dos Consoles Multifuncionais do Sistema de Combate como parte integrante do PROSUB – Programa de Desenvolvimento de Submarinos.

## 4.3 Curso de Actualización de Buceo Militar em Altura - Mergulho em Altitude

Autor\*: Capitão-de-Corveta Cláudio Luiz Rodrigues



Foto 01

### INTRODUÇÃO

No período de 13 a 22 de novembro, em cumprimento ao Evento nº 159 do Programa de Cursos e Estágios no Exterior para 2013, fui designado para participar do I Curso de Actualización de Buceo Militar em Altura, na Bolívia.

Participaram deste curso, mergulhadores militares dos países membros da União de Nações Sul-Americanas (UNASUL), inclusive os mergulhadores da Armada e Exército da Bolívia.

O curso foi dividido em duas fases. A primeira, realizada na capital La Paz, iniciou pela entrega de certificados de mergulho e exames clínicos, seguidos de atividades de piscina

com natação livre, apneias estática e dinâmica e testes de piscina, atividades semelhantes às praticadas no Tanque de Instrução de Mergulho (TIM). Na segunda fase, a bordo do Buque Mosojhuauna, da Armada Boliviana, navegamos pelo Lago Titicaca, assistimos aulas e ministramos palestras, conhecemos a estrutura do Centro de Instrucción de Buceo em Altura (CIBA), localizado na cidade de San Pedro de Tiquina e realizamos mergulhos em alguns pontos do Lago, próximos a Copacabana, Isla del Sol e no próprio estreito de Tiquina.

### FATORES A SEREM CONSIDERADOS

Embora não tenhamos o hábito de mergulhar em altitudes elevadas, o assunto não é

novidade para os mergulhadores que sentaram nos bancos escolares do Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché (CIAMA). Dentre as matérias ensinadas no Curso de Mergulho Autônomo (MAUT), aprendemos sobre as tabelas de descompressão, que nas várias situações de seu emprego, contempla a descompressão em mergulhos realizados acima do nível do mar. Em paralelo ao trâmite burocrático da minha ida à Bolívia, procurei não só relembrar os conceitos anteriormente aprendidos como também reunir informações necessárias sobre os fatores que poderiam afetar o meu desempenho nas atividades do curso, ainda que pouco ou nada



Foto 02 – Alunos se preparando para o 1º mergulho no Titicaca



Foto 03 – Dupla Brasil e Colômbia pronta para o mergulho

eu pudesse fazer a partir desses conhecimentos.

As altas altitudes não só fornecem uma pressão atmosférica reduzida, que deve ser considerada nos cálculos da descompressão, evitando assim as doenças descompressivas (DD), mas também apresentam outros fatores, consequentes desta redução, que não devem ser desconsiderados nas atividades de mergulho como a presença de nitrogênio residual, caso sejam previstos mergulhos nas primeiras 12 horas na nova altitude, a baixa pressão parcial de oxigênio (PPO2) e o consequente cansaço, a

necessidade de aclimação para que o organismo se ajuste ao novo ambiente e o frio que além de alterar o esquema de descompressão quando em excesso, em altitudes mais elevadas, podem exigir as técnicas do Mergulho Polar.

Dentre os fatores conhecidos, o único que fiquei atento a identificar os seus sintomas e a partir deles estabelecer os limites de esforço, foi à baixa pressão parcial de oxigênio (PPO2). O ar rarefeito da altitude de La Paz pode ocasionar falta de ar, aumento da frequência cardíaca e dores de cabeça e a principal

consequência para o mergulhador, sem a devida aclimação, assim como a qualquer outro indivíduo nas mesmas condições, é o cansaço, reduzindo a capacidade de realizar esforço e comprometendo a natação na superfície, a apneia, o transporte de material e qualquer outro trabalho relativo às operações de mergulho. Nos quinze dias que antecederam a minha viagem, procurei manter o condicionamento físico em dia, o que pode minimizar os efeitos da baixa PPO2.



Foto 04 – Fim da primeira fase e embarque de material para a viagem ao Titicaca

## PRIMEIRA FASE – LA PAZ

Desembarquei no aeroporto de La Paz na madrugada do dia 21 de novembro e após ser recepcionado pelo Adido Naval, CMG-FN Brito, fui conduzido ao hotel por um oficial de ligação da Armada Boliviana. Da minha chegada até a hospedagem no hotel, não foram poucas às vezes em que fui questionado sobre a minha condição de saúde, se estava com dor de cabeça, sentindo tontura ou com falta de ar, sendo relatado que muitas pessoas chegam ao aeroporto sentindo esses sintomas, evoluindo para desmaios.

Apesar de não ter sentido nada, fui orientado a não realizar esforço excessivo nos primeiros dias e relatar qualquer anormalidade. Já no hotel, por volta das 5 horas da manhã, acordei com falta de ar, entendendo que se tratava dos sintomas provenientes da queda da PPO<sub>2</sub>. Após o café da manhã, enquanto arrumava as bagagens e preparava para me apresentar na adidância, senti falta de ar e cansaço. A partir destes episódios ocorridos pela manhã, passei a sentir os efeitos da altitude de La Paz.

Como o curso iniciaria no dia seguinte, o primeiro dia na capital foi reservado para aclimatação e para colher algumas informações junto ao Adido Naval.

No primeiro dia de curso, alguns instrutores nos reuniram

na frente do hotel e fomos conduzidos para a cerimônia de abertura, entrega de documentos e exames clínicos. Em La Paz, ficamos hospedados em um hotel no centro e diariamente conduzidos, de micro-ônibus, aos locais de atividades e refeições, regressando no final da tarde.

No segundo dia de curso, nos dirigimos à piscina de um ginásio de esportes, onde iniciamos as atividades e o adotamos como local de instrução nos três dias seguintes.

Durante a primeira fase, visando à adaptação, as atividades de piscina seguiram um grau de intensidade crescente. No primeiro dia realizamos atividades de natação livre e apneia, sem muita exigência e finalizamos o terceiro dia com exercícios de apneia mais intensos e com testes de piscina.

Nadar de uma borda a outra da piscina e tocar o fundo, em apneia, a uma profundidade de 7 metros, isso nos primeiros dez minutos de atividades do primeiro dia, foram o suficiente para sentir os efeitos de realizar esforço físico a 3.660 m de altitude, sem estar devidamente aclimatado. “vai por cima, volta por cima”, vai por cima, volta por baixo”, “vai por baixo, volta por baixo”, “apneia para 1 minuto”, “apneia para 2 minutos”. Todos que passaram pelas instruções de mergulho no TIM, sabem como são cansativos esses exercícios. Imaginem com

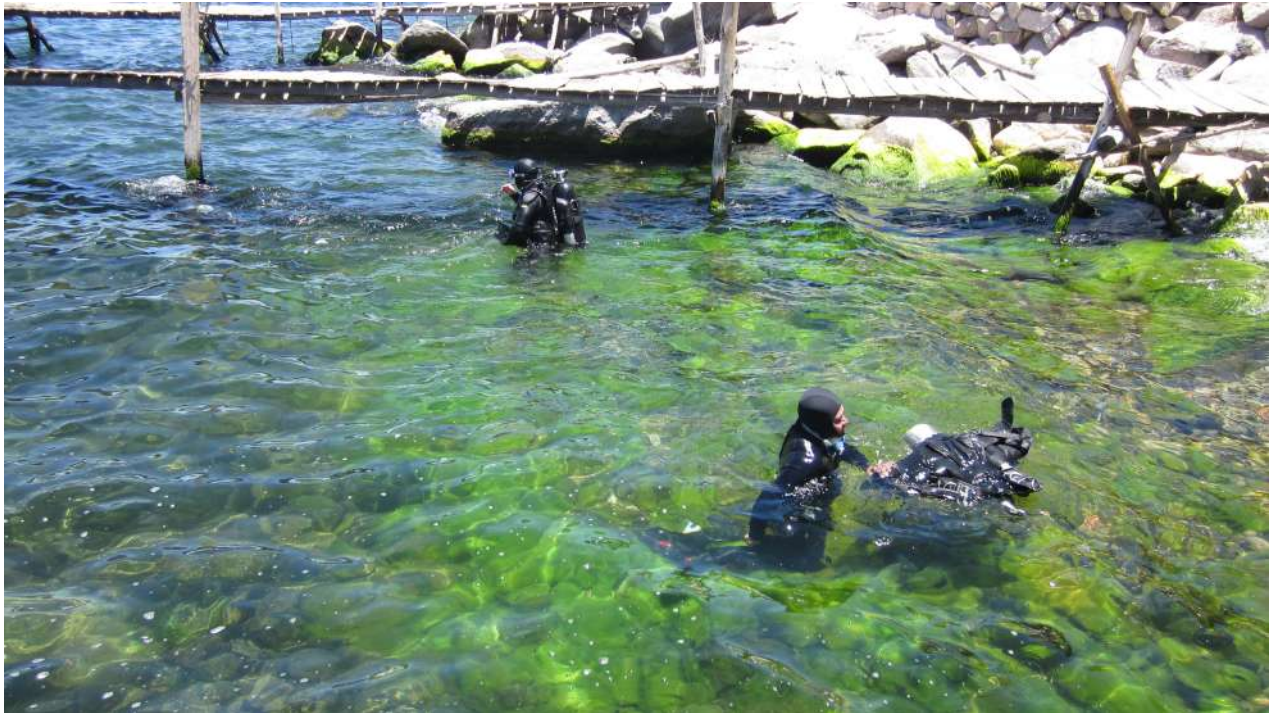
pouco oxigênio. Embora essas atividades tenham sido realizadas em uma piscina aquecida, dentro de um ginásio esportivo, sem nenhuma suga, características dos cursos de mergulho e sendo orientado a realizar tudo com calma, nunca foi tão cansativo cumpri-las. Após cada chegada à borda, era impossível não parar e tentar com uma inspiração mais forçada encontrar o oxigênio que não aparecia. Com o aumento da frequência cardíaca e o coração batendo intensamente, a apneia de 30 segundos passou a ser uma superação.

No primeiro dia as atividades foram mais brandas, porem o cansaço foi mais visível, exceto para os mergulhadores Bolivianos, totalmente aclimatados. O período de aclimatação é demorado, entretanto no segundo e terceiro dia de piscina, notei que mesmo com o aumento da intensidade dos exercícios, o cansaço foi diminuindo.

No terceiro dia realizamos mergulhos e testes de piscina. Utilizando o equipamento de mergulho autônomo, a partir de 5 metros de profundidade a PPO<sub>2</sub> se eleva e independente do mergulho em altitude e aclimatação, os efeitos anteriormente sentidos desaparecem totalmente. Com isso, nos testes de piscina não houve qualquer dificuldade em executá-los.



Foto 05 – Vista do Lago Titicaca – mergulho nas ruínas da Isla del Sol



*Foto 06 – Chegada da natação orientada em Copacabana*

## SEGUNDA FASE – LAGO TITICACA

Encerrada a primeira fase, considerada uma adaptação, iniciamos o deslocamento para o Lago Titicaca, a 3.800 metros de altitude. Seguimos até a cidade de Huatajata e no dia seguinte ao pernoite naquela cidade, embarcamos por bote no Buque MosojHuauna. A bordo do MosojHuauna, fomos acomodados em camarotes e a partir dele realizamos todas as atividades previstas. Após seis horas de navegação chegamos ao estreito de Tiquina e desembarcamos no 4º Distrito Naval. Em terra, conhecemos as instalações do CIBA, assistimos a uma aula sobre o centro de instrução e o mergulho em altitude, realizamos teste de câmara e recebemos, por cautela, a andaina necessária aos mergulhos realizados no Titicaca.

Após esses eventos, regressamos para bordo e pernoitamos nas proximidades do 4º Distrito Naval.

No dia seguinte desembarcamos novamente no CIBA para o briefing do primeiro

mergulho e a realização de algumas atividades na margem do Lago. Uma espécie de ambientação à água gelada do Titicaca que registrava temperaturas em torno de 12°C na superfície e 8°C quando mergulhado. Após esta suposta ambientação, embarcamos todo o material em botes e nos dirigimos para a área do mergulho.

Na divisão dos camarotes, fomos separados em duplas de mergulho, com isso, dividi o camarote e mergulhei, sempre em dupla, com o Tenente de Navio Juan Pablo Clavijo da Armada Nacional da Colômbia. No nosso primeiro mergulho, realizamos uma excursão a uma profundidade máxima de dezessete metros com o tempo de fundo de aproximadamente quinze minutos.

Após este primeiro evento, embarcamos todo o material e navegamos em direção a Copacabana. Durante a travessia, tivemos aulas de tabelas e fisiologia do mergulho em altitude. Sobre as aulas de tabela, recebemos algumas tarefas a serem realizadas em dupla que

consistia em encontrar o esquema de decompressão de determinados mergulhos em altitude e embora tivéssemos debatido sobre alguns métodos utilizados, os exercícios foram resolvidos considerando as tabelas da U.S Navy, realizando as devidas correções, onde encontramos a profundidade equivalente a partir da profundidade real, pressão atmosférica local e ao nível do mar e em seguida, as profundidades das paradas para decompressão, também corrigidas para a altitude. Este é o método utilizado pelos mergulhadores Bolivianos e Peruanos que operam no Titicaca e o mesmo ensinado aos mergulhadores da Marinha do Brasil (MB).

No dia seguinte pela manhã, já atracado em Copacabana, saímos de bote para o nosso segundo mergulho. Nessa ocasião, realizamos um mergulho de orientação, sendo lançados em um ponto a onze metros de profundidade e chegando a um pequeno cais o qual tomamos como apoio. Após todos terem cumprido o seu

mergulho, embarcamos os equipamentos nas embarcações de apoio e regressamos “batendo pernas”, instrutores e alunos.

Nosso último mergulho no Lago foi realizado na Isla del Sol, onde se encontram ruínas de um santuário Inca, inclusive submersa. Neste mergulho registrei a temperatura de 8°C a doze metros de profundidade.

Após a atividade na Isla del Sol, em nossa última noite de curso, os alunos estrangeiros realizaram apresentações sobre a estrutura de mergulho de cada país e fomos divididos em dois

grupos, visando à apresentação de um trabalho. O trabalho consistia em um planejamento completo de resgate de uma barcaça naufragada a 65 metros de profundidade, juntamente com um caminhão de combustível. No planejamento, deveriam constar todas as necessidades e linha de ação a ser cumprida, bem como dizer os óbices para o seu cumprimento.

Este último evento serviu para demonstrar a dificuldade de realizar uma operação de mergulho mais complexa em uma região que não dispõe das

mesmas facilidades encontradas ao nível do mar. O Lago Titicaca pode atingir a profundidade de 270 metros em alguns pontos e embora esta profundidade possa ser alcançada com o mergulho saturado, a estrutura necessária para a realização deste mergulho seria o grande obstáculo.

O mergulho autônomo, em profundidades não superiores a vinte metros e sem previsão de descompressão, utilizando roupas de neoprene sete milímetros, foi o mergulho aplicado em todos os eventos no Lago Titicaca.



Foto 07 - Apresentação e aula no Centro de Instrucción de Buceo em Altura (CIBA)



Foto 08 - Alunos e instrutores após o mergulho em Copacabana

## CONHECIMENTOS ASSIMILADOS

A partir das atividades desenvolvidas e da troca de informações entre os mergulhadores de outros países, o curso proporcionou não só a experiência de mergulhar em uma altitude consideravelmente elevada, como também solidificou conhecimentos anteriormente adquiridos e acrescentou novas informações sobre o assunto, cabendo ressaltar os seguintes pontos:

\* Quanto mais alto for a altitude do mergulho, maior deverá ser a preocupação com a condição de saúde do mergulhador, a sua aclimatação e o frio;

\* Tendo em vista que os Bolivianos e Peruanos operam a 3.800 metros de altitude, utilizando as mesmas tabelas e métodos ensinados aos mergulhadores da MB, ainda que não tenhamos o hábito de realizar mergulhos além do nível do mar, basta mantermos nossas tabelas atualizadas e os métodos bem compreendidos, que teremos a certeza de um mergulho seguro, quando for necessário empregá-lo; e

\* A existência de uma estrutura móvel que atenda aos parâmetros de segurança e forneça os equipamentos e acessórios necessários a uma operação de mergulho mais complexa, será o fator

determinante em caso de necessidade de emprego em rios, lagos e represas, localizados em altas altitudes.

## CONCLUSÃO

As experiências de realizar atividades físicas a 3.660 metros de altitude e sentir seus efeitos e mergulhar no Lago Titicaca a 3.800 metros de altitude, jamais serão esquecidas. Além da satisfação pessoal, profissionalmente, sinto-me engrandecido ao saber que os mergulhadores formados no CIAMA são capacitados, físico e tecnicamente, a operarem em todos os ambientes, inclusive nas altas altitudes.



Foto 09 - Alunos e Adidos na cerimônia de encerramento



## 4.4 Mísseis antiaéreos lançados de submarino.

*Autor\*: Primeiro Tenente Guilherme Ferreira Murel Liali*

### Antecedentes históricos

O episódio da Batalha do Atlântico conhecido como “maio negro”, em maio de 1943, demonstrou como a aeronave antissubmarino equipada com radar de ondas centimétricas tornou-se o meio mais importante na guerra antissubmarino. Com o advento do esnórquel no final da II Guerra Mundial, a dominância do radar na detecção de submarinos foi seriamente reduzida, pelo fim dos longos períodos de trânsito na superfície. Contudo, a evolução do radar de microondas e o emprego de sonobóias cada vez mais avançadas, que equipam as mais modernas aeronaves de patrulha marítima da atualidade manteve o paradigma iniciado no longínquo mês de maio de 1943.

Desde então o submarino convencional de ataque adotou uma postura defensiva à medida que a aeronave tinha maior capacidade de detecção e mobilidade, assim, a única medida possível para um SSK (submarino convencional de ataque) é abandonar a cota periscópica.

Com as mudanças advindas do fim da Guerra Fria e a mudança de foco para as águas marrons, tal vulnerabilidade dos submarinos frente às aeronaves ficou ainda maior, devido à maior quantidade e diversidade de ameaças, bem como pelas

próprias águas rasas, que limitam as possibilidades de evasão do submarino.

Entretanto, com o advento de mísseis lançados de tubos de torpedos de submarinos que não necessitam de casulos estanques, permitem a utilização de guiagem por fibra ótica, são capazes de engajar aeronaves através da designação positiva do alvo para o sistema de guiagem e orientar a arma durante todo o engajamento, inaugurou-se um novo leque de capacidades para esses navios, e uma mudança profunda em suas doutrinas, uma vez que a postura totalmente defensiva frente às aeronaves deve ser revista. Tal classe de armas pode engajar aeronaves de asa fixa e rotativa ou outros alvos altamente manobráveis, o que inaugura uma postura ofensiva contra tais ameaças inédita até então.

Guiagem por imageamento infravermelho e controle por fibra ótica.

A escolha do sistema de guiagem deste tipo de arma é baseado: na necessidade de comunicação com o míssil ao longo de sua trajetória, uma vez que a solução do alvo poderá ser atualizada após o lançamento, fazendo uma analogia com a guiagem de torpedos; e as características das ameaças ASW, helicópteros em voo librado e aeronaves MPA

(Maritime Patrol Aircraft - aeronave mais completa que as ASW anteriores).

A complexidade de engajar helicópteros dipando advém da sua detecção poder ser realizada pelo sonar do submarino. O sensor é capaz de detectar o ruído da descarga das pás da aeronave pairando sobre a superfície, assumindo-se que a velocidade do alvo é zero. Contudo, tal solução não é precisa suficiente para que uma arma fire-and-forget (dispara-e-esquece – guiagem autônoma) possa atingir uma aeronave sem eco Doppler e informação precisa de sua velocidade. Desta forma, o equipamento de guiagem utilizado em todos os mísseis deste tipo na atualidade e o IIR (Imaging Infrared - imageamento infravermelho) com comunicação em duas vias por fibra ótica, permitindo ao submarino permanecer mergulhado e utilizar as imagens da cabeça de busca para guiar a arma a partir da detecção inicial do sonar. Assim, o operador pode, inicialmente, guiar a arma até o alvo, garantindo assim que sua cabeça de guiagem o adquira e, em um segundo momento, a míssil passe à guiagem autônoma. Vale lembrar, a título de comparação, que um míssil antiaéreo empregado em meios de superfície possui uma solução obtida por um radar diretor de tiro ou de varredura eletrônica,

sendo muito mais precisa e de atualização muito mais rápida que a obtida por um sonar, podendo operar como fire-and-forget.

O míssil também pode receber solução de tiro através da marcação e distância do periscópio, mais uma vez assumindo-se a velocidade do helicóptero sendo zero. Uma distância precisa só seria possível com a utilização de telêmetro laser, contudo, equipamento detectores de iluminação laser são muito mais comuns em aeronaves de asa rotativa, principalmente aquelas equipadas para operar sobre terra, uma vez que o uso de armas guiadas a laser é quase exclusivo de forças terrestres.

Quanto ao sistema de guiagem, é condicionado às características das aeronaves, principalmente helicópteros

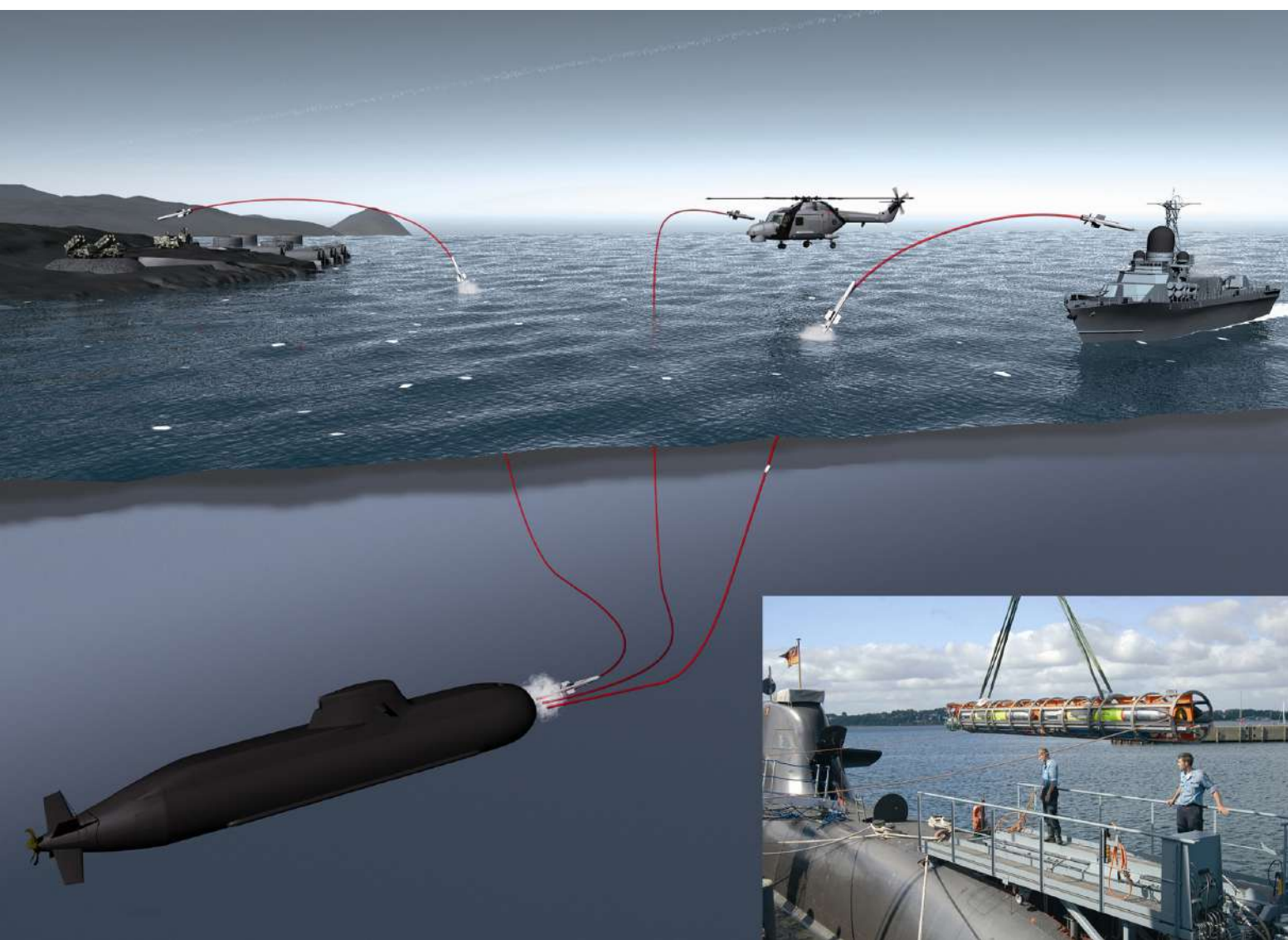
dipando, o eco Doppler é bem reduzido e a utilização de uma cabeça de guiagem com radar ativo não é compatível com a detecção e solução advindas do sonar. Por outro lado, aeronave de emprego naval geralmente não possui equipamentos supressores de sua assinatura infravermelha, uma prática muito mais comum em aeronaves de emprego terrestre, também sendo menos difundido o uso de lançadores de flares (despistadores infravermelhos). Assim, a guiagem IIR torna-se a mais indicada para contrapor esse tipo de ameaça.

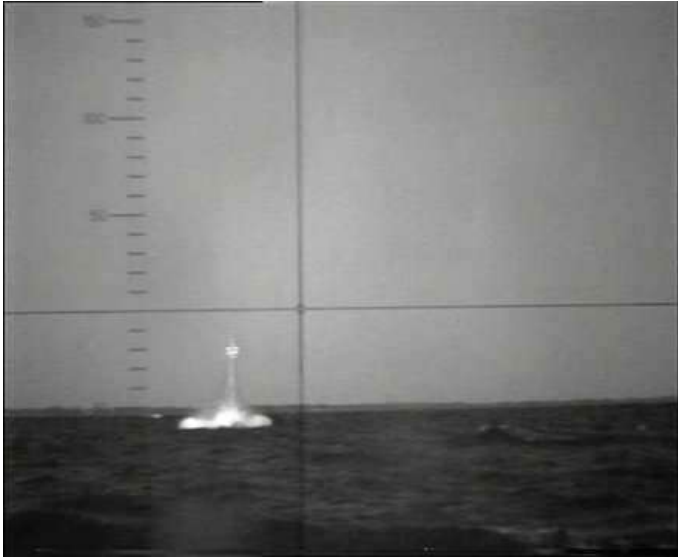
Apesar do foco principal ser a defesa antiaérea de ponto contra aeronaves de baixa performance (aeronaves que desenvolvem velocidades baixas e com pouca manobrabilidade para evasão), é evidente a possibilidade de empregar esses mísseis contra

alvos de superfície em terra, uma vez que, após a aquisição do alvo pelo imageador infravermelho, esse tipo de guiagem é comparativamente mais preciso

Lançamento de tubos de torpedo sem container

Como mencionado anteriormente, no intuito de maximizar as capacidades da arma, a utilização de fibra ótica exige que o míssil seja lançado diretamente dos tubos de torpedos, sem utilizar um contêiner que aflore na superfície para posterior lançamento do míssil. Tal exigência faz com que essas armas utilizem exclusivamente motores de combustível sólido (mistura de comburente e combustível), que possam ser acionados ainda embaixo da água, e tal arranjo, em conjunto com os cabos de fibra ótica, limitam o alcance da





arma nos modelos atuais ao redor de 20kjds.

Sistemas de mísseis antiaéreos lançados de submarino atuais: MBDA A3SM e Diehl IDAS

Atualmente, existem dois projetos de sistemas deste tipo: o francês A3SM, baseado na versão de lançamento vertical do míssil ar-ar de médio alcance MICA fabricado pela MBDA; e o alemão IDAS, um míssil dedicado, fabricado pelo consórcio das alemãs HDW e Diehl BGT Defence e pela norueguesa Kongsberg

O A3SM consiste de mísseis lançados diretamente dos tubos de torpedos, acondicionados em uma estrutura adaptada ao tubo similar ao arranjo que aloja o casulo do SM-39 Exocet. A arma

e baseada no míssil antiaéreo de lançamento vertical VL MICA, em sua versão guiada por IIR (existe uma versão do VL MICA guiada por radar ativo). Cada tubo pode armazenar quatro mísseis. São propulsados por motor foguete de combustível sólido, que permite que o míssil manobre submerso, modificado para prover maior aceleração inicial ao míssil em relação à versão VL MICA, que possui motores foguetes booster e sustainer. Tal adaptação, contudo, reduz seu alcance em comparação ao míssil de superfície, ficando limitado de 15 a 20kjds. Seu sistema de controle conta com vetoração de empuxo (deflexão tridimensional do fluxo de descarga dos gases do motor), tornando-o altamente

manobrável e aumentando seu envelope de engajamento.

Ainda existe uma versão completamente distinta do sistema, com um lançador adaptado a um mastro dedicado, armazenando três mísseis MISTRAL 2 e uma câmera de IIR para designação de alvos, uma vez que o míssil MISTRAL 2 tem guiagem substancialmente diferente do MICA. Tal lançador é destinado a submarinos menores, de modo a não onerar a quantidade de torpedos que podem ser embarcados. Contudo, está limitado a disparos na CP e ao desempenho mais modesto do MISTRAL 2, com alcance reduzido para 6,5kjds



O sistema IDAS (Interactive Defence and Attack System for Submarines) foi concebido após o cancelamento do míssil TRITON, inicialmente para defesa de submarinos contra helicópteros antissubmarino. Contudo, a arma foi desenvolvida além deste propósito, tornando-se capaz de contrapor aeronaves de asa fixa e ameaças de superfície e em terra. O IDAS inaugurou a concepção de lançamento e guiagem utilizada posteriormente pelo A3SM e em todos os projetos de armas desta classe em

desenvolvimento na atualidade: lançamento direto do tubo, com foguete de combustível sólido capaz de manobrar submerso; e guiagem por IIR com controle durante toda a trajetória da arma.

O lançados consiste de um casulo adaptado ao tubo de torpedo capaz de alojar 4 mísseis em tandem (dois AV e dois AR).

O IDAS utiliza o sensor IIR do míssil ar-ar IRIS-T, um datalink de fibra ótica ligando o míssil até o console de controle, e um motor foguete de combustível sólido de estagio

único, possibilitando um alcance é de aproximadamente 15 km. O míssil tem cerca de 2,5 metros de comprimento, 180 mm de diâmetro, 240mm de envergadura, peso de 120kg e cabeça de combate de 13 kg. Mesmo com a comunicação constante entre míssil e submarino através dos cabos de fibra ótica, o IDAS tem capacidade de guiagem completamente autônoma fire-and-forget após a aquisição do alvo pelo sensor do míssil.

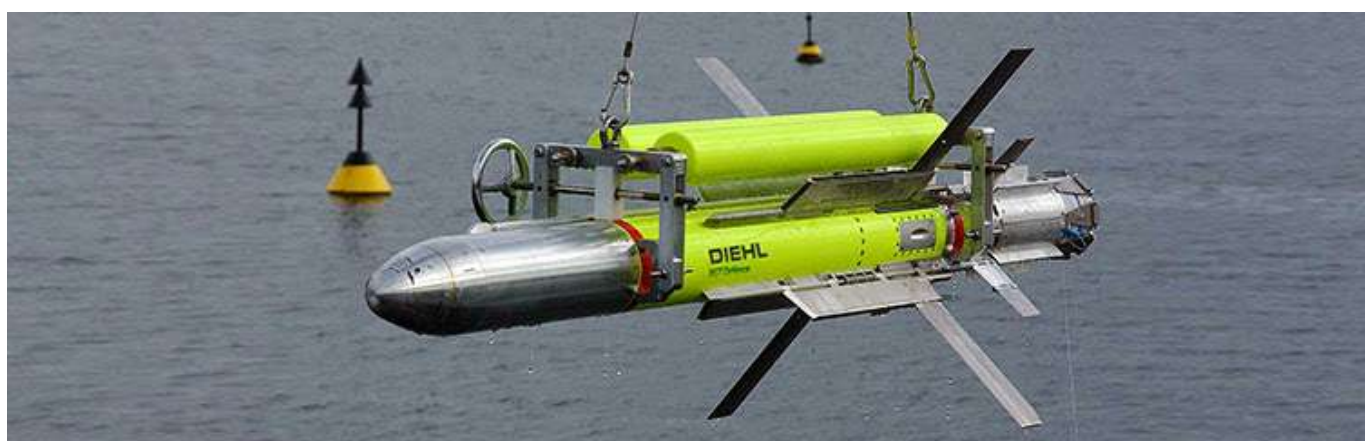
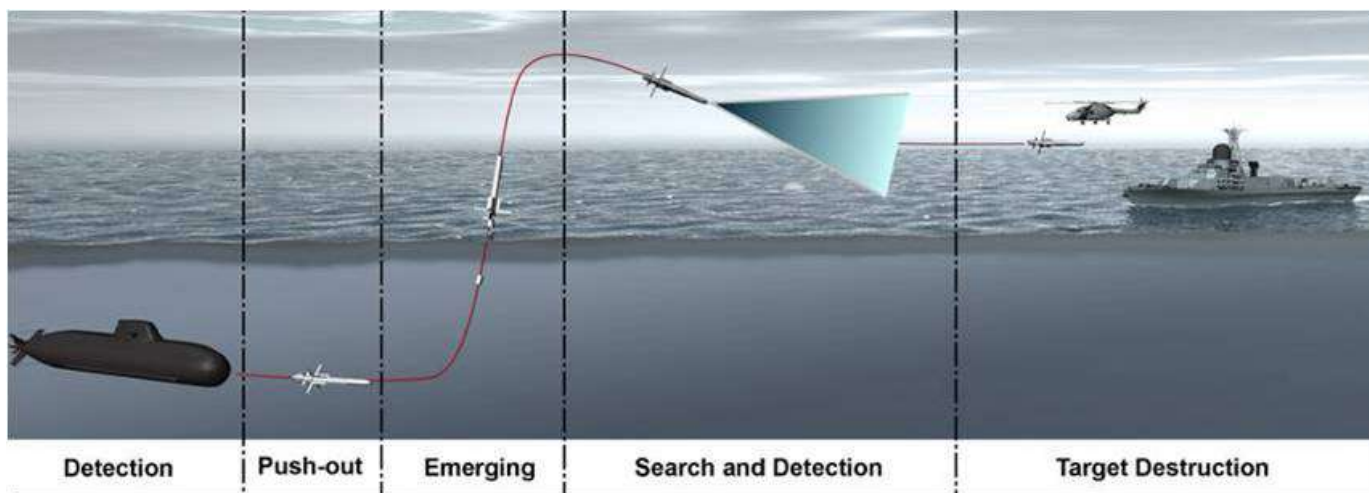


O IDAS utiliza o sensor IIR do míssil ar-ar IRIS-T, um datalink de fibra ótica ligando o míssil até o console de controle, e um motor foguete de combustível sólido de estágio único, possibilitando um alcance é de aproximadamente 15 km. O míssil tem cerca de 2,5 metros de comprimento, 180 mm de diâmetro, 240mm de envergadura, peso de 120kg e cabeça de combate de 13 kg. Mesmo com a comunicação constante entre míssil e submarino através dos cabos de fibra ótica, o IDAS tem capacidade de guiagem completamente autônoma fire-and-forget após a aquisição do alvo pelo sensor do míssil.

O primeiro teste de lançamento submerso ocorreu em novembro 2006 e em 29 de maio de 2008 o IDAS realizou um teste de lançamento com sucesso a partir do submarino alemão U-33, da classe U 212A. Durante o teste o sistema de navegação inercial do míssil recebeu dados do SDT do submarino antes do lançamento. A ignição submersa do motor foguete foi bem sucedida e após aflorar a superfície, seu sistema de guiagem IIR transmitiu imagens do alvo e recebeu correções de trajetória pelo SDT.

Após este teste satisfatório, o programa se encontra na fase de desenvolvimento e à procura de parcerias, uma vez que o

financiamento pela marinha alemã foi reduzido consideravelmente, bem como a aquisição dessas armas terem sido postergadas.



## Conclusão

O advento dessa nova classe de mísseis lançados de submarino, com principal capacidade antiaérea, iniciará

uma verdadeira revolução cultural e doutrinária no emprego de submarinos, principalmente em águas marrons. As posturas estritamente defensivas e a própria avaliação do nível de

ameaça representado por uma aeronave deverão ser revistos após a adoção de tais armas, bem como o escopo do seu emprego em ações antissuperfície ou de projeção de poder sobre terra.

## Bibliografia

<http://www.navyrecognition.com/index.php/focus-analysis/naval-technology/1100-a3sm-a-true-game-changer-for-submarines-self-defence-against-threats-from-the-sky.html>

<http://www.naval-technology.com/news/newsroketan-thyssenkrupp-diehl-team-idas-missile-programme/>

<http://www.diehl.com/en/diehl-defence/products/guided-missiles/idas.html>

<http://fr.dcnsgroup.com/news/dcns-presente-ses-systemes-de-defense-anti-aerienne-a3sm-pour-sous-marins/>



A FHE e a POUPEX parabenizam a **Força de Submarinos** pelo  
**101º ANIVERSÁRIO**

0800 61 3040  
[www.fhe.org.br](http://www.fhe.org.br)  
[www.poupex.com.br](http://www.poupex.com.br)

POSTO DE ATENDIMENTO NA DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E  
NAVEGAÇÃO DA MARINHA DO BRASIL - NITERÓI/RJ - PSTDH  
Rua Barão de Jaceguai, s/nº - Ponta d'Areia - 24048-900  
Niterói/RJ - Fone (21) 2719-8595

**FHE** **POUPEX**

Promover melhor qualidade de vida aos seus clientes, facilitando o acesso à casa própria e a seus produtos e serviços

## 4.5 QTPA: A Perspectiva de Qualidade Superior na Condução dos Submarinos.

*Autor\*: Suboficial Jorge Geraldo Gonçalves*



*Registro da Turma 2-2014 do C-Subespc-SB*

### Tripulação Sentido.

Aproxima-se do local da cerimônia o Contra-Almirante Roberto Konke Fiúza de Oliveira, Comandante da Força de Submarinos...

“... Declaro encerrado o Curso de Subespecialização de Submarinos para Praças turma 2 de 2014 ...”

### Tripulação Descansar.

Assim, às 10 horas do dia 03 de março de 2015 no Centro de Convívio, um agradável espaço da Base de Submarinos, destinado a eventos especiais, era possível observar a expressão de cada tripulante da Escola de Submarinos. Desenhava-se em cada fisionomia aquela sensação de “fim de comissão”, a certeza do desafio maior, desde a criação da escola, se concretizando.

Era uma linda manhã de terça-feira iluminada por um sol ameno e uma suave brisa a

soprar do mar de calma, abrilhantando a formatura de uma turma de praças submarinistas. Seria mais uma cerimônia de rotina repetida a cada semestre.

Seria! Essa não! Ali estavam presentes autoridades, familiares, instrutores, padrinhos, companheiros de farda, todos com olhares fixos e orgulhosos para cada formando perfilado à espera dos próximos minutos que coroariam com êxito o fim de uma jornada, não de seis meses regulamentares de curso, mas uma conquista “aquecida” no núcleo de formação técnica civil de todos os quadrantes do Brasil, para cumprir os requisitos do novo horizonte que se abria nas fileiras da Armada.

Era a cerimônia de encerramento do Curso de Subespecialização de Submarinos para Praças, destinado ao recém criado “Quadro Técnico de Praças da Armada” o QTPA.

Materializado o desejo das

autoridades competentes, o novo quadro se “forjou” com o término dos cursos de formação de sargentos e aperfeiçoamento exatamente no ano em que se comemorou o centésimo aniversário de criação da Força de Submarinos brasileira, 2014, iniciando então o propósito fim, que é o de se tornarem Submarinistas.

Pela urgência de obter mão-de-obra qualificada a nível técnico, devido às perspectivas, em curto prazo, de incorporação das novas classes dos nossos futuros submarinos de tecnologia bastante avançada, os SBR e num futuro um pouco mais distante o SNBR, o primeiro submarino nacional propulsado a energia nuclear, viu a Marinha a necessidade em oferecer oportunidade de carreira, de maneira inédita, selecionando jovens voluntários brasileiros, qualificados dentro das especialidades mais exigidas na atividade para, iniciando na graduação de 3º sargentos,

operar e manter os nossos novos submarinos.

A simples intenção, à época, de a Marinha criar o novo quadro, já mobilizou toda uma estrutura dentro da Escola de Submarinos. Provavelmente a maior meta a alcançar em todas as fases da escola a partir do Navio Tender Ceará, Base Almirante Castro e Silva, CIASM e desta vez no CIAMA. Viu-se a necessidade de atualização, inicialmente no processo curricular, para daí ao material didático e físico dentro da estrutura da Escola, já existente. Também foi providenciado o embarque de profissionais qualificados como novos membros no corpo docente e suas conseqüentes capacitações para que a dinâmica do ensino estivesse condizente a uma turma com conhecimento básico alguns degraus acima daquela base exigida até os tempos atuais como requisitos do curso.

Uma vez sentindo-se preparado, o CIAMA, cumprindo o cronograma estipulado pela Diretoria de Ensino, deu partida naquilo que se despontou como um novo e imenso desafio. Cientes da pouquíssima experiência naval, adquirida apenas no decorrer dos cursos de formação efetuados no Centro de Instrução Almirante Alexandrino com pequenos períodos de estágios embarcados em navios de superfície da Marinha como parte daqueles cursos, viam os instrutores uma enorme ansiedade nos novos alunos, estes temerosos por vezes, empolgados por outras, porém saturados de motivação. A cada passo dado no curso, sentiam os condutores do curso uma gama de prazer em cumprir suas tarefas de transmissão de conhecimento àqueles jovens sargentos, com elevado nível de

formação militar e já imbuídos da noção de responsabilidade que a Força de Submarinos e a Marinha estavam lhes depositando.

Como parte do currículo, a primeira imersão, realizada a bordo do submarino Timbira foi cercada de muita motivação, apreensão, curiosidade, aprendizagem, confraternização, nesta ordem, culminando com muita satisfação após o “batismo”, visível em cada olhar, dando-lhes a certeza de que estavam abraçando a carreira certa, que ainda lhes dariam muito orgulho.

Ao final dos conhecimentos teóricos, etapa Alfa, realizada no CIAMA, foi então, a turma dividida e distribuída para os diversos submarinos, fins cumprir a etapa teórica-prática, denominada etapa Bravo.

Todas as fases do curso trouxeram respostas além da expectativa da direção da Escola.

Finalmente naquela data, após cumpridas todas as etapas, chegam ao ápice os sargentos-alunos aprovados nos exigentes exames de caráter geral.

Convidam-se os senhores padrinhos para imposição dos distintivos de submarinos aos novos submarinistas...

...ao fundo como num canto de uma baleia dando as boas vindas ao submarino em seu habitat marinho, ecoa-se no ambiente da cerimônia o sonoro e suave solfejo do “Cisne Branco”, entrecortado apenas pelos estridentes gazeados emitidos pelas dezenas de garças circunvizinhas como se convidadas estivessem...

...lágrimas não resistem à tentativa de disfarce nas faces de jovens hígidos, emergem e rolam, perdendo-se na brancura de seus garbosos uniformes...

...lentamente as douradas

silhuetas dos submersíveis classe Foca vão tomando espaço em seus peitos...

Os dorsos das mãos de cada padrinho retransmitem o forte pulsar daqueles corações como se estivessem em código alardeando “vencemos”.

Solicitam-se os senhores padrinhos retornarem aos seus lugares.

¡Agora sim, ali, naquele espaço esquerdo do pátio de cerimônias, quarenta e sete Sargentos-SB perfilados, frente ao pavilhão nacional, orgulhosos, prontos e preparados para enfrentar a difícil, sacrificada, porém encantadora missão de, a bordo dos nossos submarinos, singrarem os mares, garantindo a soberania do Brasil.

Acaba-se assim o processo de “lapidação” destes vibrantes militares.

No púlpito, sob o olhar da turma, o orador torna-se o portavoz de cada membro tornando pública a emoção do grupo. Encerrando com sinceros agradecimentos feitos a cada pessoa que, dentro das suas atribuições, contribuiu para que tudo isto se tornasse realidade.

Agora se deu o início a “têmpera” que só terá efeito com a abnegação de cada um.

Tripulação Sentido.

Terminada a cerimônia de encerramento de curso da turma C-Subespc-SB 2-2014.

Missão cumprida.

É o CIAMA, mais uma vez, se dizendo presente na sua tarefa de “Instruir e Adestrar para Vencer”.

Aos novos “marinheiros SB” formados pela “Universidade Abaixo D`água”:

que o Rei Netuno os guie sempre nas suas missões.

BOAS ÁGUAS.



## 4.6 Gerenciamento de Risco Operacional (GRO) Nas Operações Submarinas

*Autor: Capitão de Fragata Fernando De Luca  
Marques de Oliveira*

### INTRODUÇÃO

Riscos são constantes do nosso dia-a-dia! E, até que possamos entendê-los no contexto de nossos objetivos, não deveríamos rotulá-los. Pode ser a possibilidade de alguma coisa dar errado, ou de conduzir a uma oportunidade.

### DEFINIÇÃO

Existe uma gama infundável de definições sobre risco. Contudo, em se tratando de riscos que podem interferir nas Operações Militares, me agrada a definição emanada da publicação “JSP 892 – Risk Management (Ministry of Defense – UK)”: “Um evento, ou coletânea deles, que podem ocorrer e que terá efeito sobre a realização dos objetivos.”

### FUNDAMENTOS

Como o assunto tem caráter embrionário na Força de Submarinos e, como tal, ainda não possuímos massa crítica para produzir doutrinas a esse respeito, fundamentei minhas considerações na doutrina Norte-americana (“Operational Risk Management”(ORM)). País que já gerencia o risco militar e que, S.M.J, considera preciosa ferramenta de auxílio ao processo decisório, usado em todos os níveis, a fim de

aumentar a eficácia, identificando, mensurando e mitigando os riscos, reduzindo, assim, o potencial de perdas e aumentando a probabilidade de sucesso das missões.

Ainda, auxilia a minimizar os riscos para níveis aceitáveis, mensurando e mitigando em função da missão atribuída. Isso é relevante, pois a probabilidade de risco que a Força pode aceitar em tempos de conflitos é distinto (maior), do que aceitará em tempos de Paz (menor). Contudo, a metodologia é idêntica!

A correta aplicação do processo de GRO reduz as perdas e/ou os custos envolvidos, resultando na maior eficácia na aplicação dos recursos.

I - Os “SIM”do GRO:

a. Trabalhar a missão ou tarefa atribuída, aumentando a probabilidade de sucesso;

b. Mensura os benefícios, o valor da missão ou a tarefa atribuída, enquanto provê um método eficaz de gerenciar os recursos envolvidos nesse processo;

c. Incrementa as habilidades cognitivas de tomada de decisão, baseado em um sistemático, lógico e repetitivo processo;

d. Provê uma sistêmica estrutura para performar a

avaliação do risco.

e. Incrementa a assertividade e a confidencialidade no processo de informação dos riscos envolvidos. Uma adequada análise de riscos provê um quadro claro dos perigos e das unidades capazes a enfrentá-los;

f. Busca preservar o pessoal e o material evitando riscos desnecessários e uma maior eficácia no gerenciamento desses recursos;

g. Provê um processo cíclico e adaptativo, fruto de contínuos “feedbacks”, nos níveis de planejamento, preparação e execução das missões; e

h. Identifica falhas e introduz medidas de controle aonde, ainda, não existe padronização.

II – Os “NÃO”do GRO:

a. Inibi a iniciativa ou a flexibilidade;

b. Exime responsabilidades;

c. Remove todo o risco ou garante o “ZERO ERRO”;

d. Remove a necessidade de realizar exercícios e ensaios;

e. Sanciona ou justifica violação de lei, procedimentos padrões ou critérios da Força.

### PRINCÍPIOS DA GRO

Existem 4 princípios básicos

que constituem os pilares de fundamentação teórica do processo:

a. **ACEITAR OS RISCOS QUANDO OS BENEFÍCIOS COMPENSAM:** Balancear Custos X Benefícios é um processo subjetivo. No entanto, a expertise comprovada em análise de risco, associada a pessoas com experiência no cumprimento de missões militares, guardadas suas especificidades, podem fazer diferença quando analisando os riscos e benefícios inerentes a uma determinada missão.

b. **NÃO ACEITAR RISCOS DESNECESSÁRIOS:** Se todos os perigos detetáveis não forem identificados, riscos desnecessários podem estar sendo aceitos. O GRO identifica as ameaças que poderiam passar despercebidas e provê ferramentas que mitiga ou compensa esses riscos.

c. **ANTECIPAR E GERENCIAR RISCOS À MEDIDA DO**

**PLANEJAMENTO:** Integrar o GRO no planejamento em todos os níveis, e o mais cedo possível. Provendo uma grande oportunidade de tomar decisões analisadas à luz dos riscos envolvidos e implementar um efetivo controle de risco. Isso aumenta a eficácia e reduz custos de perdas humanas e materiais.

d. **GERENCIAR O RISCO NO NÍVEL ADEQUADO:** Se um Comandante, responsável por planejar e/ou executar uma missão, verifica que suas ferramentas de controle não reduzem os riscos ao nível aceitável, ele deve elevar o gerenciamento de riscos para o nível superior, assegurando que as decisões sejam tomadas dentro do limite de responsabilidade de cada

Comandante.

### NÍVEIS DO GRO

De maneira genérica, o GRO é aplicado em 3 níveis:

- Estratégico;
- Operacional; e
- Tático.

a. **ESTRATÉGICO:** Refere-se às situações nas quais o **TEMPO NÃO É FATOR LIMITADOR** e é requerida as respostas exatas para satisfazer os questionamentos necessários ao sucesso da missão ou tarefa.

b. **OPERACIONAL:** Refere-se às situações nas quais o **TEMPO É AMPLO** para aplicar o GRO no detalhamento do planejamento da missão ou tarefa.

c. **TÁTICO:** É o nível em que as ações são correntes e o **TEMPO É FATOR CRÍTICO** (pouco ou nenhum tempo). Ocorre durante o Controle de Ação Planejada.

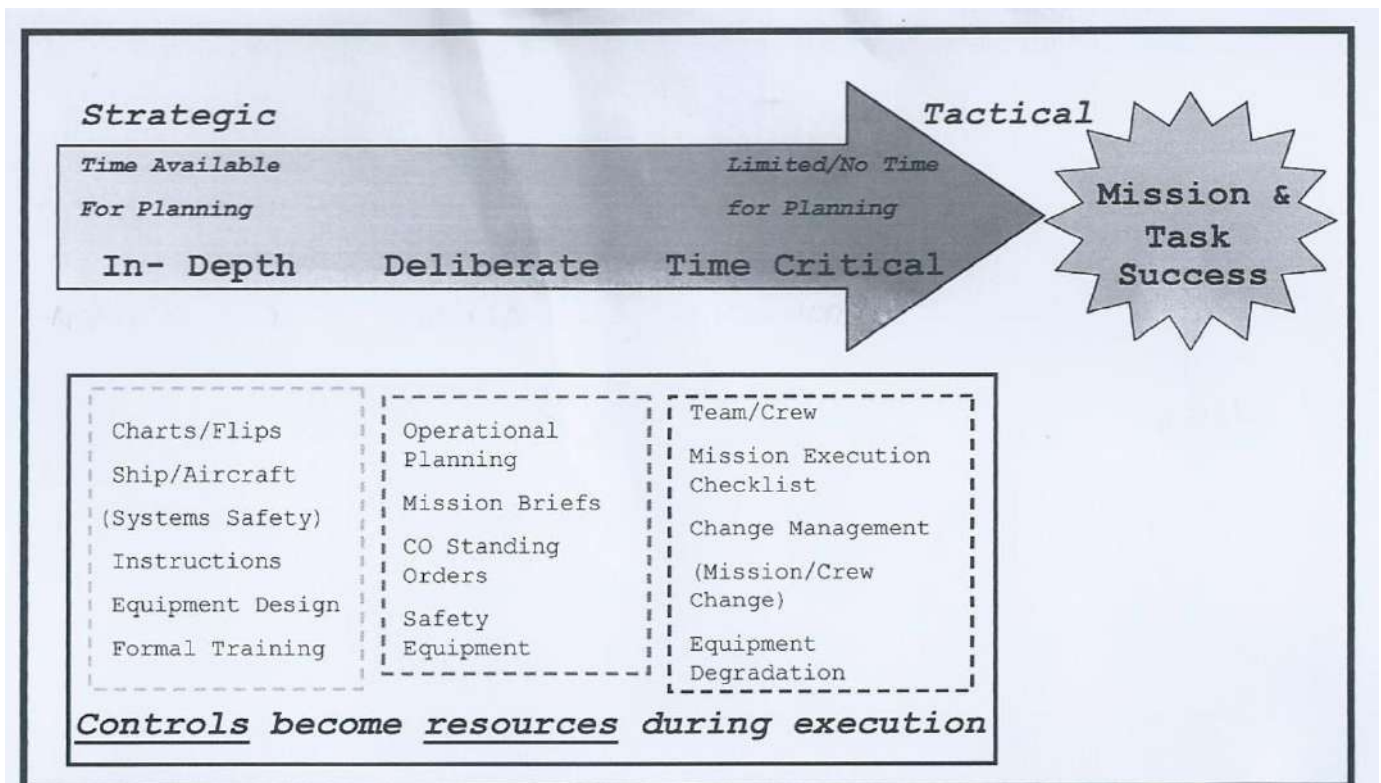


Figure 1: Relationship between the ORM Levels

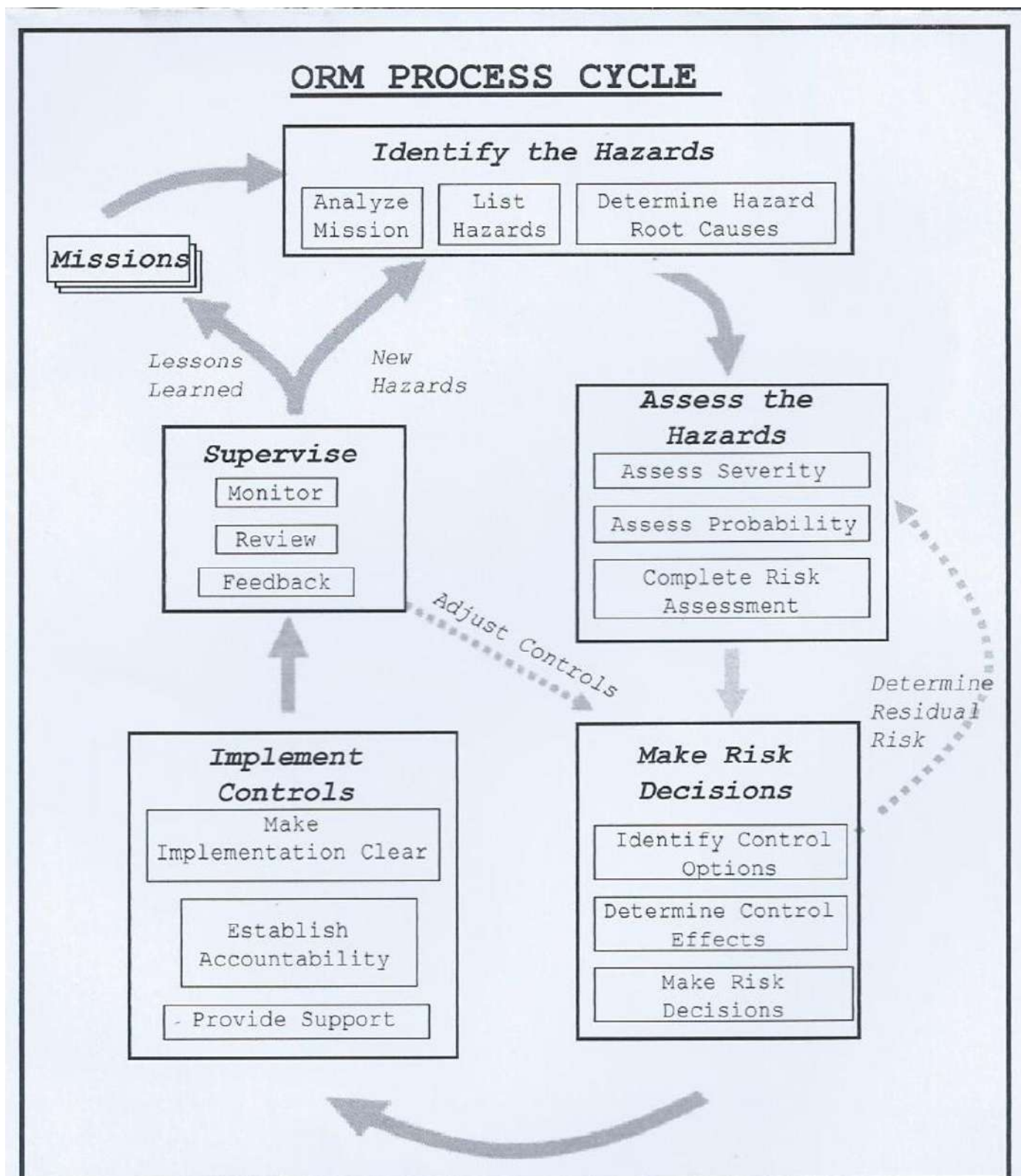


Figure 2: The Five Step ORM Process

### PROCESSO CÍCLICO DE GERENCIAMENTO DE RISCO

O GRO é um processo sistemático, contínuo e repetitivo que consiste em, genericamente, seguir 5 etapas básicas:

- (1) Identificar as ameaças;
- (2) Avaliar as ameaças;
- (3) Implementar as decisões à Luz da ferramenta do GRO;
- (4) Implementar os controles; e
- (5) Supervisionar.

## Processo

As duas primeiras etapas proporcionam uma consciência aumentada e maior compreensão de uma dada situação. Esta consciência constrói confiança e permite a oportuna, eficiente e eficaz medidas de proteção. As 3 etapas restantes são ações parametrizadas com o propósito de eliminar ou mitigar as ameaças.

## Aplicação das Diretrizes

As seguintes diretrizes gerais são elencadas a fim de se buscar a melhor relação custo X benefício.

(1) Aplicar a sequência preconizada para o processo: cada elemento é necessário para a construção do próximo. Por exemplo, até a identificação completa das ameaças, não é possível realizar esforços de controle de riscos.

(2) Buscar o balanceamento do processo: despender quantidades de tempo e recursos de maneira homogênea e proporcional no processo, de modo a não gastar uma quantidade desmesurada de tempo, por exemplo, analisando os riscos, e faltar tempo para implementar os controle;

(3) Conduzir e incrementar o “ciclicismo” e a recorrência no processo;

(4) Procurar o envolvimento pleno das pessoas inseridas em todas as etapas do processo: o único modo de assegurar a eficácia do GRO é, efetivamente, envolver todas as pessoas com probabilidade de exposição aos riscos e àquelas que possuam expertise comprovada naquele tipo de missão ou tarefa;

(5) Documentar o processo: documentar os resultados ajuda a organizar as ideias, facilita a confecção de

“briefings” e a elaboração de Linhas de Tempo. Provê ainda, uma boa referência durante a execução, a fim de avaliar como os eventos estão se processando, e como arquivo de “lições aprendidas”

## As 5 etapas do GRO

### 1 - Identificar as ameaças

A ameaça é qualquer condição com capacidade de impactar negativamente a missão ou a tarefa. Pode causar danos ou perdas de recursos. A identificação das ameaças é a base de todo o processo de gerenciamento de riscos. Se a ameaça não for identificada, não poderá ser controlada. Para realizar essa ação, a doutrina Norte-americana elenca 3 ações básicas:

- Analisar a missão. Conduzir uma acurada análise, revisando planos e ordens, descrevendo a missão ou a tarefa, identificando especificidades, definindo requisitos e condições necessárias para o seu cumprimento.

- Listar as ameaças. Com a missão ou tarefa “mapeada”, cada evento pode ser “orbitado” por ameaças, que podem advir por diferentes maneiras e distintas fontes. Um “brainstorm” é fundamental na condução dessa ação, sendo necessário o recorrente questionamento “e se?” - bastante conhecido pelos estagiários do EQFCOS - com o propósito de verificar o que pode dar errado, ajudar a construir uma lista preliminar de ameaças e descartar as irrelevantes;

- Determinar as “raízes” da ameaça. Tem o propósito de preparar uma lista das causas associadas a cada ameaça identificada. Não raro, uma ameaça pode ter múltiplas

causas! As raiz da ameaça é o primeiro “link” da cadeia de eventos que pode degradar a missão ou tarefa.

### 2 - Avaliar as ameaças

Para cada ameaça identificada, determine e associe o grau de risco em termos de probabilidade e gravidade. O resultado da avaliação de riscos é a priorização hierarquizada da lista de ameaças. A lista de ameaças deve ser utilizada como um guia para orientação das ações, mas, nunca, como uma absoluta lista de alvos e/ou objetivos a perseguir.

- Gravidade. É a avaliação da potencial consequência que poderá ocorrer como resultado de uma ameaça, pelo grau de prejuízo, danos ao erário, e perdas (pessoal, recursos financeiros e/ou tempo) ou qualquer efeito negativo sobre a missão ou a tarefa.

- Probabilidade. Essa é uma avaliação da possibilidade que uma potencial consequência venha a ocorrer como resultado de uma ameaça, e é definido avaliando-se alguns fatores como localização, exposição (horas de operação), populações afetadas, experiência ou qualquer informação estatística que venha compor esse estudo.

- Matriz de Avaliação de Risco. Combina a gravidade com a probabilidade de ocorrer, a fim de determinar um código de avaliação de riscos, ou nível de risco para cada ameaça.

| GRO/GRT  |     |   | PROBABILIDADE    |            |            |                  |
|--|-----|---|------------------|------------|------------|------------------|
|  |     |   | FREQUÊNCIA       |            |            |                  |
|  |     |   | MUITO PROV.<br>A | PROV.<br>B | BAIXA<br>C | MUITO BAIXA<br>D |
| GRAVIDADE  | I   | Incapacidade de cumprir a Missão, comprometimento de sistemas vitais ou morte                           | 1                | 1          | 2          | 3                |
|  | II  | Perda significativa na capacidade de cumprir a Missão / prontidão ou acidentes/avarias grave            | 1                | 2          | 3          | 4                |
|  | III | Capacidade de cumprir a Missão ou prontidão degradada ou acidentes/avarias leve                         | 2                | 3          | 4          | 5                |
|  | IV  | Não afeta o cumprimento da Missão ou prontidão com mínimo ou nenhum impacto ou acidentes/avarias menor. | 3                | 4          | 5          | 5                |
| <b>CÓDIGO DE AVALIAÇÃO DE RISCO</b>  |     |   |                  |            |            |                  |
| <b>1) CRÍTICO    2) SERIO    3) MODERADO    4) BAIXO    5) DESPREZÍVEL</b> |     |   |                  |            |            |                  |

Armadilhas” da avaliação de riscos:

(1) “Otimismo cego”: Não ser totalmente isento, ou não buscar pela raiz do problema;

(2) Deturpação: Quando uma perspectiva individual pode distorcer os dados;

(3) Alarmismo: Estimativas exageradas acima de suas reais possibilidades;

(4) Indiscriminação: Quando todos os dados recebem o mesmo peso. Por exemplo, quando ocorre o , não raro, “Quando tudo é importante...”;

(5) Prejuízo: Subjetividade, ou supressão de dados, a fim de viciar os fatos;

(6) Imprecisão: Um dado falho, ou mal-entendido, anula uma avaliação acurada; e

(7) Valoração: Dificuldade em atribuir um valor numérico ao comportamento humano.

- Identificar as opções de controle

Para cada ameaça, desenvolver uma ou mais opções de controle de riscos, a fim de evitá-los ou reduzi-los a níveis aceitáveis. Existem algumas opções de controles que podem

ser usadas para mitigar os riscos. Releva destacar algumas considerações a esse respeito:

1. **ELEVAR O RISCO.** Se avaliarmos que os riscos envolvidos excedem os benefícios a eles associados, não devemos corrê-lo. Sem a autoridade para aplicar o necessário controle, rejeitar o risco é uma opção válida e uma maneira de elevar o risco ao nível de decisão apropriado.

2. **EVITAR O RISCO.** Pode ser possível evitar específicos riscos “by-passando” eventos de baixa relevância ou realizando a missão/tarefa por diferentes caminhos.

3. **ATRASAR AS AÇÕES.** Se não houver a imposição de um “deadline” para a conclusão de uma tarefa/missão, ou qualquer outro benefício associado à dinâmica de tempo necessário ao cumprimento da tarefa, atrasar as ações pode ser uma alternativa para mitigar os riscos. Em alguns casos a situação pode mudar e os riscos desaparecerem, ou ainda, podem surgir opções adicionais de controles de risco, como por exemplo, recursos adicionais,

novas tecnologias, etc.

4. **TRANSFERIR OS RISCOS.** O risco pode ser reduzido transferindo todo, ou parcela dele, para outro indivíduo, ou unidade, ou plataforma que está melhor posicionada, tem maior capacidade de reagir, ou sobreviver, ou é mais prescindível.

5. **COMPENSAÇÃO PARA O RISCO.** Para assegurar o sucesso de uma missão ou tarefa e compensar potenciais perdas, é vital enriquecer os planejamentos com capacidades redundantes.

Alguns tipos de controles:

- **Controle Técnico:** Controle que usa métodos de engenharia para reduzir os riscos. Por exemplo: seleção de um determinado material, ou sua substituição, quando técnica e/ou economicamente factível;

- **Controles Administrativos:** Reduz os riscos através de ações administrativas. Provendo, por exemplo: alarmes adequados, produzindo cartazes, avisos e notícias. Ou,

estabelecendo Políticas formalizadas, programas de instruções e institucionalizando “briefings”, “debriefings” e discussões críticas de lições aprendidas. Ainda, conduzindo exercícios de Gerenciamento de Riscos, através da rotina diária de trabalho.

- Controles Físicos individuais: Esse controle tem por objetivo criar uma barreira contra as ameaças, doutrinando o pessoal no uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), melhorando a performance física individual através de políticas de Treinamento Físico Militar (TFM) e Testes de Aptidão Física (TAF).

Determinação dos efeitos dos controles

Com os controles identificados, os riscos devem ser reavaliados, levando-se em consideração o efeito que o controle terá em termos de gravidade e probabilidade. Esse refinamento é fundamental para determinação do risco residual para aquela ameaça. Redefinindo o risco, mais uma vez, após a seleção daquele controle específico.

3 – Processo de Tomada de decisão, à luz da GRO.

O elemento chave desse processo é determinar se o risco é aceitável! Essa decisão deve ser feita no nível correto de responsabilidade de quem pode, e deve, confrontar a missão/tarefa e seus potenciais benefícios e riscos associados. Ademais, decide se os controles são suficientes e adequados e se, após definido o processo, o risco residual, ainda é aceitável. Caso chegue-se a conclusão que essas considerações devem ser tomadas em um nível mais alto, o desenvolvimento de adicionais ou alternativos controles, modificações, mudanças ou, até

mesmo a suspensão do curso das ações torna-se necessária. É importante ter em mente que decisões arriscadas são baseadas no risco residual, e válidas dentro de uma seleção acurada e efetiva de controles!

4 – Implementando os Controles

Uma vez tomada a decisão, o próximo passo é a implementação dos controles. Isso requer que o planejamento tenha sido disseminado e entendido por todos os níveis do pessoal envolvido, as responsabilidades estabelecidas e o necessário suporte providenciado. Cabe destaque que, cuidadosa documentação para cada fase é primordial, e deve consubstanciar as decisões tomadas, à luz da GRO. Segundo a doutrina Norte-americana, os controles orientam-se sobre os seguintes preceitos:

a) Clareza na Implementação: A que ser claro na formulação de Diretivas, considerando o uso de exemplos, figuras, cartas, etc. Prover “milestones” para a implementação das Diretivas/Ordens, propósitos bem definidos e sucinta descrição das expectativas.

b) Estabelecimento de Responsabilidades: Responsabilidades são importantes para a efetividade do GRO. Em última análise, a responsabilidade de gerenciar riscos é decorrente de autoridade investida formalmente, delegada, ou por fortuna, a qual representa o apropriado “tomador de decisão”. Para tanto, é necessário uma implementação prévia de autoridades (responsabilidades), com o propósito de gerenciar o risco, nos mais diversos níveis.

c) Prover o Suporte:

- Prover os recursos materiais e humanos necessários

a implementação das medidas de controle.

- Estabelecer “sustentabilidade” entre esses controles desde o planejamento; e

- Empregar os controles com mecanismos de “feedback” compatíveis, para prover informações relevantes, no tempo adequado.

5 – Supervisionar

Revisa a efetividade do processo de GRO, no transcorrer da tarefa/missão. Esse processo envolve 3 ações: monitorar a eficácia dos controles de risco, determinar a necessidade de uma avaliação mais aprofundada de parte ou de toda a tarefa/missão e absorver as lições aprendidas, sejam positivas ou negativas.

Considerações acerca das Operações Submarinas

A presença de risco significativo e latente durante estas operações, tanto em tempos de Paz como de crise, torna essencial um planejamento cuidadoso para assegurar que esses riscos sejam compensados pelos ganhos esperados. Portanto, considero que o planejamento operacional e a gestão de riscos deve ser uma parte integrante da cultura nas Operações Submarinas.

Com relação a condução operativa da arma, além de realizarmos avaliações diuturnas subjetivas, cognitivas, individuais e sem método (ainda que recorrentes), dos riscos associados aos eventos que conduzimos, possuímos procedimentos operacionais de equipamentos e pessoal para gerenciar o risco através da aplicação de métodos de cunho técnico-doutrinário. No entanto, esses procedimentos não são definitivos e não se esgotam em

si. Gerenciar risco é um processo dinâmico que não conhece limites e que sofre alterações constantes e, altera a medida em que interações são realizadas, gerando novas perspectivas, fatos e riscos que também precisam de ingerência. Na maior parte das vezes, não podemos criar procedimentos isolados e “adiabáticos” de gestão de riscos, técnica ou tática, sob pena de criar paradigmas que dificultarão os planejamentos e posteriores tomadas de decisões.

Não é, necessariamente, inteligente criar procedimentos detalhados de gerenciamento de riscos que possam ser aplicados em um situações semelhantes. Essa medida pode, porventura, gerar um efeito negativo em outra que não havia se apresentado ou não foi, ainda, vivenciada. O que se pode e deve-se fazer, é por exemplo, prever o enfrentamento de ameaças prováveis, riscos previsíveis e definir, no planejamento, a resposta adequada para geri-lo.

No entanto, riscos oriundos de interações dinâmicas e suscetíveis à aplicação de processos de GRO, que possuem diferentes grupos estudando, com diferentes níveis de habilidade e competência não podem ser antecipados em doutrina de uma Força ou um procedimento que impossibilite acomodações e ajustes.

As Operações Submarinas representam a integração de inúmeras operações (pouco previsíveis) com o meio ambiente (pouco previsível) para alcançar um resultado, o que torna impossível desenvolver um conjunto de procedimentos que possam abranger todo o conjunto de riscos.

Um bom planejamento vai ajudar aos Comandantes (em todos os níveis) a determinar se uma operação é viável e o que o navio (ou o conjunto deles) deve fazer. Esse planejamento deve identificar os perigos potenciais, realizar uma análise para determinar se o nível de risco é aceitável, e implementar controles para mitigar os riscos a um nível aceitável ou selecionar os cursos alternativos de ação. Além disso, o momento para a aplicação do planejamento e gestão de risco é fundamental. Muitos incidentes submarinos ocorreram quando se conhecia os processos de GRO, mas não conseguiu reconhecer quando deveriam ser aplicados.

A habilidade de uma tripulação em cumprir, com a segurança aceitável, uma missão, requer um afinado “instrumento” de avaliação de riscos em todos os níveis, e uma constante autocrítica. Comandantes, Oficiais e as diversas equipes de bordo devem ser AGRESSIVAS, mas nunca IMPRUDENTES!

Releva destacar que nem todo o evento em um submarino requer uma análise de GRO e/ou um “briefing” formal. Sob pena de burocratizar os processos e pormenorizar o fator TEMPO, arriscando negligenciar os pontos/tempos críticos relacionados com o cumprimento parcial/total da missão/tarefa. Essa análise do que requer aprofundamento e o que pode ser realizado “on-the-run”, é um exercício diuturno que deve ser realizado pelo Comandante, Oficiais e membros da tripulação com maior grau de responsabilidade e vivência a bordo.

Importante reiterar que o GRO não pretende, nem tampouco pretensiona, desenvolver um “RIG” para cumprir a missão, ao contrário, o planejamento associado a um processo sistêmico de gerenciamento de riscos, combinado com os adestramentos, divulgação das ações, e uma contínua autocrítica, pretende auferir ganhos sinérgicos em segurança e prover uma maior Consciência Situacional. Além disso, o tratamento conjunto desses dois processos, geram subprodutos interessantes em termos de lições aprendidas, bem como, “back-up” que podem auxiliar futuras decisões.

## 4.7 O PRÓXIMO PASSO

*Autor: Capitão de Fragata Alexandre Fontoura de Oliveira*



A Marinha do Brasil (MB), desde a aquisição de seus primeiros submarinos em 1914, sempre teve a preocupação em manter um meio dedicado ao apoio destas máquinas de guerra, principalmente quanto ao resgate de suas tripulações em caso de acidente. Assim sendo, operou o Tender “Ceará”, a Corveta “Imperial Marinheiro”, o Navio de Socorro Submarino “Gastão Moutinho” e, atualmente, o Navio de Socorro Submarino “Felinto Perry”.

Nos anos 1990 deu-se o início da busca pela plena capacitação de resgate com a contratação de uma empresa nacional para projetar e construir um Sino de Resgate Submarino, que comporia a equipagem do recém-adquirido NSS “Felinto Perry”. A posterior aceitação deste importante equipamento e a doutrina desenvolvida sobre ele incluiria o Brasil no distinto rol de países capazes de conduzir e executar o resgate da tripulação de um submarino sinistrado.

### O BRASIL NA OTAN

O afundamento do submarino russo “Kursk” no Mar de Barents, em 2001, que sacrificou 108 vidas foi um ponto de inflexão na história do resgate submarino. Desde então a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) por meio do International Submarine Escape and Rescue Liaison Office (ISMERLO), coordena esta atividade entre os países membros e convida outros que detêm alguma capacidade de resgate ou simplesmente operam submarinos em suas Marinhas.

A MB representa o Brasil no grupo de trabalho do ISMERLO, o Submarine Escape and Rescue Working Group (SMERWG), com oficiais e praças ligados às atividades de submarino, mergulho e medicina hiperbárica, mormente oriundos da Força de Submarinos. Anualmente este grupo se reúne para discutir doutrinas, procedimentos operativos e padronização de equipamentos e equipagens. Um dos objetivos é

uniformizar conceitos e incentivar a interoperabilidade, ou seja, permitir que os sistemas de resgate existentes sejam capazes de acoplar em qualquer submarino e resgatar sua tripulação em caso de necessidade.



Dentro da MB, e diretamente subordinado à Força de Submarinos, está o NSS “Felinto Perry”, navio possuidor de diversos sistemas orgânicos para a condução de uma Operação SARSUB (Search and Rescue, Submarine) que tem como principal tarefa resgatar tripulações de submarinos.

Para a consecução desta nobre tarefa são necessários que os três principais sistemas do navio atuem em conjunto. São eles o Sistema de Posicionamento Dinâmico (SPD), o Sistema da Propulsão e



o Sistema de Intervenção.

## O QUE SÃO E COMO FUNCIONAM ESTES SISTEMAS?

Em linhas bem superficiais o SPD é um computador que recebe informações de diversas fontes (referências) e as traduzem em ordens para o Sistema de Propulsão de modo a manter o navio sobre uma determinada posição com precisão. Como estamos falando de resgate submarino, esta posição normalmente é sobre o suposto submarino sinistrado. A partir daí inicia-se, efetivamente, a fase de resgate da tripulação por meio do Sistema de Intervenção.

O SPD recebe de seus sensores as informações externas de vento, corrente e movimento do mar, além da posição geográfica fornecida pelo Diferencial Global Positioning System (DGPS), mais preciso que o GPS, pois se vale de estações terrestres que reduzem o erro intrínseco dos satélites. Além disso, o SPD adiciona ao seu cálculo outras importantes referências, entre elas, do High Precision Acoustic Positioning System (HiPAP), que recebe informações acústicas submarinas de transponderes lançados no fundo do mar pelo navio. A partir destes dados o computador calcula as instruções necessárias a serem enviadas ao Sistema da Propulsão, ou seja, aos hélices, lemes e thrusters (propulsores transversais) para a manutenção da posição.

Com o navio pairando sob máquinas onde se quer, entra em cena o Sistema de Intervenção. Composto por um Veículo Submarino de Operação Remota (VSOR ou ROV do inglês Remotely Operated Vehicle), duas câmaras hiperbáricas, um

Sino de Mergulho Saturado (SMS) e um Sino de Resgate Submarino (SRS), este sistema permite inspecionar o submarino pousado no fundo do mar com o ROV, acessá-lo até 300 m de profundidade por meio de mergulhadores utilizando a técnica de mergulho saturado, valendo-se de suas câmaras hiperbáricas e do SMS e, por fim, resgatar sua tripulação acoplando o SRS à escotilha do submarino.

Lendo estas poucas linhas a execução dessa tarefa parece extremamente simples, mas requer adestramento constante e que todos os seus sistemas estejam em pleno funcionamento para que seja cumprida com a segurança necessária.



Sem um SPD não há como enviar as informações aos “usuários” e manter o navio sobre uma posição com precisão. Sem a propulsão adequada composta pelos motores a combustão, geradores, motores elétricos, propulsores e lemes não há como executar as ordens vindas do SPD. Se estes dois estiverem funcionando perfeitamente, mas o SMS estiver inoperante, não há como chegar ao submarino a grandes profundidades. E se o SRS não

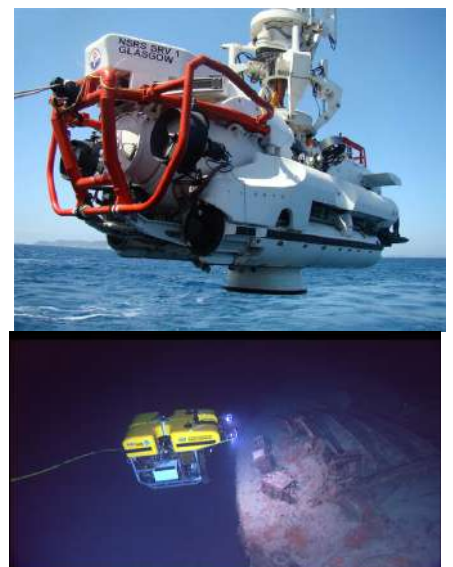
estiver pronto para operar não há como resgatar a tripulação do submarino. Como se vê, é necessário que todos os sistemas estejam na sua plenitude, pois apesar de serem independentes em termos de funcionamento, dependem entre si operacionalmente.

Conforme dito no início da matéria os sistemas são orgânicos, ou seja, são permanentemente fixos à estrutura do navio, fazem parte dele. Não há como removê-los e instalá-los em outro navio com facilidade. Assim, no caso da imobilização do meio por motivo de manutenção preventiva ou corretiva é inviável realizar uma Operação SARSUB.

## O RESGATE EM OUTRAS MARINHAS

As marinhas de grande tradição no mar como a norte-americana, a inglesa e a francesa, entre outras, possuem diferentes sistemas de resgate que atuam de forma suplementar ao nosso. Via de regra são compostos por Veículo Submarino de Resgate, ROV de intervenção, Atmospheric Diving Suit (ADS), além do Sino de Resgate.

Normalmente o Veículo S





Normalmente o Veículo Submarino de Resgate é tripulado, autopropulsado, lançado de um navio mãe e sem conexão física com este durante o resgate propriamente dito. Como alternativa ao mergulhador saturado é utilizado o ROV de intervenção, que nada mais é que um ROV com manipuladores (braços mecânicos) capazes de realizar algum tipo de trabalho. Outra opção é o emprego do ADS onde o mergulhador atinge grandes profundidades dentro de um “traje rígido” com pequenos propulsores não sendo afetado pela pressão externa, ou seja, o mergulhador estará sempre na mesma pressão da superfície (1 atm).

## O FUTURO

A busca na ampliação de suas capacidades operacionais levou a MB a adotar em seu planejamento opções de defesa que gerarão novas demandas e desafios.

Com a incorporação de novos submarinos convencionais nos próximos anos, a construção do submarino de propulsão nuclear, assim como a possibilidade de implementação de uma segunda Esquadra em outra região do país, conforme prevê a Estratégia Nacional de Defesa, há que se pensar em versatilidade e flexibilidade. Sendo o tempo para o primeiro resgate o principal fator a ser mitigado em uma Operação

SARSUB, o nosso pensamento é direcionado no sentido de buscar soluções para realizar esta tarefa no menor tempo possível. O SMERWG em suas discussões anuais entende que o tempo máximo entre um pedido de socorro e a retirada do primeiro tripulante do submarino sinistrado não deve ultrapassar 72 horas. No caso de o Navio de Resgate estar participando do mesmo exercício do Submarino ou operando nas suas proximidades, esse problema seria minimizado. Mas como fazer isso em um país de dimensões continentais onde o cenário de atuação desses submarinos corresponde a uma área de aproximadamente 4 milhões de quilômetros quadrados, a Amazônia Azul? Como mobilizar uma estrutura deste porte e resgatar o primeiro tripulante nesse tempo?



Observando-se as estruturas já em operação no mundo, devidamente testadas e aprovadas, percebe-se que o sistema de resgate não deve ficar “refém” de apenas um navio, ou seja, não deve ser orgânico. Ele precisa ser versátil de forma a adaptar-se a mais de uma plataforma. Deve ser modular e compacto para que seja transportado por aeronaves de carga como o Hércules C-130 e o futuro KC-390 da Embraer. Desta feita será possível trasladar o sistema em partes para o aeroporto e deste para o porto mais próximo do local do sinistro, reduzindo-se o tempo de deslocamento. Ao chegar a

esse porto ele será montado em um navio mobilizado. Chamamos esse meio de Navio de Oportunidade. Ele será selecionado a partir de um banco de dados construído a partir das características das embarcações que possam receber o sistema. Uma vez instalado, o navio parte em direção ao local do acidente com Veículo de Resgate Submarino, ROV, ADS, SRS... ou uma combinação qualquer destes, conforme a necessidade e a disponibilidade.



Percebe-se que estas medidas reduzem o tempo de reação e as dificuldades operacionais para o cumprimento da missão, em que pese o aumento das providências logísticas. Então não será necessário um navio próprio para abrigar o sistema de resgate? Sim, será. Um navio próprio permite a condução do adestramento e a manutenção do aprestamento sem depender de meios mobilizados, além de possuir um complexo hiperbárico (câmaras e sino de mergulho) necessário ao mergulho saturado, nem sempre disponível em um Navio de Oportunidade. Esta técnica de mergulho não se limita apenas ao resgate de tripulantes de submarinos. Está ligada a uma vasta gama de emprego como reflutuação, pesquisa, inspeção, reparos submarinos ou qualquer outra atividade onde seja necessária a permanência de um mergulhador por longos períodos submerso; e não necessariamente a grandes profundidades. Abandonar esta técnica não parece ser uma opção inteligente. Outras

Marinhas já o fizeram e se arrependeram, demandando muito esforço e custo elevado para retomarem uma capacidade relegada. Além disso, por melhor que seja o ROV operado pelo piloto mais adestrado não substitui a capacidade de acesso, avaliação, percepção e destreza de um ser humano em baixo d'água (até a profundidade de 300 m).



## CONCLUSÃO

Analisando os fatos apresentados, arrematamos que um Navio de Resgate Submarino equipado com um complexo hiperbárico e um Sistema de Resgate Modular permitirá a execução de exercícios frequentes nas áreas de resgate submarino e mergulho, mantendo seu pessoal constantemente adestrado e comportando uma evolução contínua destas doutrinas. Sendo este Sistema de Resgate Modular transportado por aeronave, poderá ser instalado em um Navio de Oportunidade mobilizado em um porto mais próximo possível do local do sinistro submarino. Este modus operandi supre a impossibilidade do atendimento da emergência submarina por parte do Navio de Resgate pelo fator operacional “tempo x distância”, assim como pela eventual ou programada imobilização desse navio por avaria ou manutenção preventiva, respectivamente. Conferirá à MB um serviço de relevante valor por um período

maior de disponibilidade, cobrindo com mais eficiência uma área marítima também maior.

Toda essa estrutura requer investimento de recursos, pesquisa, desenvolvimento de sistemas, doutrina de emprego, testes de aceitação e o comprometimento de setores operativos e logísticos da MB.

Não se trata apenas do próximo passo, mas de um grande e necessário passo, a fim de atender tanto às necessidades de um futuro não muito distante, quanto à manutenção do Brasil no seleto grupo de países que detém a capacidade de resgate submarino; lugar alcançado com muito esforço, dedicação e orgulho.















