

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC ALEXANDRE FONTOURA DE OLIVEIRA

SOCORRO SUBMARINO NA ERA NUCLEAR:

concepção atual e futuras possibilidades para a Marinha do Brasil

Rio de Janeiro

2009

CC ALEXANDRE FONTOURA DE OLIVEIRA

SOCORRO SUBMARINO NA ERA NUCLEAR:

concepção atual e futuras possibilidades para a Marinha do Brasil.

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CMG Orlando Érico L. de O. Lima

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2009

RESUMO

O projeto de construção do submarino nuclear brasileiro em decorrência do Programa Nuclear da Marinha do Brasil requer reflexões sobre a possível necessidade de aprimoramento na capacitação de socorro deste meio, até então voltada para um modelo convencional. Submarinos nucleares diferem dos convencionais tanto pelo emprego estratégico, permitindo maior mobilidade por longos períodos de tempo, quanto pelas características de construção, portando um reator nuclear, tripulações mais numerosas e operando em profundidades maiores. O atual sistema de socorro submarino da MB é capaz de realizar resgates até 300 metros de profundidade e depende de um navio dedicado a isso. Sistemas de socorro de outras marinhas não cobrem países da América do Sul dentro de um tempo aceitável no caso de necessidade de um auxílio externo. No hemisfério Sul, somente Austrália e Brasil possuem esta capacidade. A alteração na concepção do atual sistema orgânico do navio de socorro submarino para um sistema aerotransportado e instalado em navios de oportunidade, flexibiliza seu emprego na eventual indisponibilidade daquele meio, além de atender ao requisito de realizar algum tipo de intervenção em até 72 horas, como é o consenso atual. Modernizar o sino de resgate submarino para que possa atingir maiores profundidades e/ou incorporar um veículo já com esta característica e com maior capacidade de resgate de pessoal por ciclo, aliada à transferência destes, sob pressão, para câmaras de descompressão, também é necessária. Existe a necessidade de dotar os sistemas com dispositivos que monitorem o ambiente interno e a radiação, trocando estas informações com a equipe de resgate. A criação de grupos especiais de médicos hiperbáricos e mergulhadores com técnicas de mergulho autônomo para grandes profundidades sendo aerotransportados e lançados na cena de ação e capazes de prestar assistências primária e moral, incrementa a probabilidade de êxito em operações deste tipo, onde o fator tempo é primordial e sujeito às fricções das distâncias.

Palavras-chave: Escape. Mergulho. Resgate. Sinistro. Socorro. Submarino convencional. Submarino nuclear.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| BACS | Base Almirante Castro e Silva (Base de Submarinos) |
| CIAMA | Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché |
| CON | Comando de Operações Navais |
| DISSUB | Disable Submarine |
| DSRV | Deep Submergence Rescue Vehicle |
| DSU | Deep Submergence Unit |
| DSV | Diving Support Vessel |
| EB | Exército Brasileiro |
| ELSS | Emergency Life Support Stores |
| END | Estratégia Nacional de Defesa |
| EUA | Estados Unidos da América |
| FAB | Força Aérea Brasileira |
| ISMERLO | International Submarine Escape and Rescue Liaison Office |
| JFD | James Fisher Defence |
| MB | Marinha do Brasil |
| NATO | North Atlantic Treaty Organization |
| NSRS | NATO Submarine Rescue System |
| NSS | Navio de Socorro Submarino |
| OM | Organização Militar |
| OTAN | mesmo que NATO |
| RAN | Royal Australian Navy |
| RN | Royal Navy |
| RU | Reino Unido |
| SARSUB | Search and Rescue Submarine |
| SEIE | Submarine Escape and Immersion Equipment |
| SMERAT | Submarine Escape and Rescue Assistance Team |
| SMERWG | Submarine Escape and Rescue Working Group |
| SPAG | Special Parachute Assistance Group |
| SPD | Sistema de Posicionamento Dinâmico |
| SRC | Submarine Rescue Chamber |

| | |
|-------|--|
| SRS | Sino de Resgate Submarino |
| SRDRS | Submarine Rescue Diving and Recompression System |
| USN | United States Navy |
| USS | United States Ship |
| VSOR | Veículo Submarino de Operação Remota |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-----------|--|----|
| Figura 1 | - <i>Momsem Lung</i> desenvolvido por Charles “Swede” Momsem..... | 48 |
| Figura 2 | - Traje utilizado atualmente para o escape submarino..... | 48 |
| Figura 3 | - Representação gráfica do sino tipo <i>McCann</i> | 49 |
| Figura 4 | - Sino de Resgate Submarino (SRS) orgânico do NSS..... | 49 |
| Figura 5 | - Veículo Submarino de Operação Remota (VSOR)..... | 50 |
| Figura 6 | - Representação gráfica do <i>Emergency Life Support Stores</i> (ELSS)..... | 50 |
| Figura 7 | - Sistema de Socorro Submarino orgânico do NSS..... | 51 |
| Figura 8 | - Mergulhador equipado na configuração TRIMIX..... | 51 |
| Figura 9 | - <i>Atmospheric Diving Suit</i> (ADS) operado pela <i>US Navy</i> | 52 |
| Figura 10 | - Submarine Rescue Chamber (SRC)..... | 52 |
| Figura 11 | - <i>Deep Submergence Rescue Vehicle</i> (DSRV) acoplado a um “submarino mãe”..... | 53 |
| Figura 12 | - Representação gráfica do veículo <i>Remora</i> da Marinha australiana..... | 53 |
| Figura 13 | - LR-5, TUP e VSOR da James Fisher Defence mobilizados em um VOO..... | 54 |
| Figura 14 | - <i>Diving Search and Rescue</i> (DSAR) da Coreia do Sul..... | 54 |
| Figura 15 | - <i>NATO Submarine Rescue System</i> (NSRS)..... | 55 |
| Figura 16 | - Veículo do <i>Submarine Rescue Diving and Recompression System</i> (SRDRS)..... | 55 |
| Figura 17 | - SRC de 2ª geração oferecida pela JFD..... | 56 |
| Figura 18 | - SPAG em apoio ao escape em exercício de socorro submarino..... | 56 |
| Figura 19 | - Navio do tipo <i>supply</i> | 57 |
| Figura 20 | - Navio de intervenção submarina..... | 57 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 2 | EVOLUÇÃO HISTÓRICA..... | 10 |
| 2.1 | O escape..... | 10 |
| 2.2 | O resgate..... | 12 |
| 3 | SOBRE SUBMARINOS..... | 14 |
| 4 | SISTEMAS DE SOCORRO..... | 15 |
| 4.1 | A capacitação da MB..... | 16 |
| 4.2 | Incorporação na MB de uma nova técnica de mergulho..... | 18 |
| 4.3 | Sistemas e serviços pelo mundo..... | 19 |
| 4.4 | Utilização de grupos especiais..... | 22 |
| 5 | O RESGATE NUCLEAR..... | 23 |
| 5.1 | Vazamento radioativo..... | 23 |
| 6 | PERSPECTIVAS PARA O FUTURO..... | 25 |
| 7 | CONCLUSÃO..... | 27 |
| | REFERÊNCIAS..... | 30 |
| | APÊNDICE A – Entrevista: CMG (RM1) Chrysógeno Rocha de Oliveira.. | 32 |
| | APÊNDICE B – Entrevista: CMG (RM1) Julio César da Costa Fonseca.... | 37 |
| | APÊNDICE C – Entrevista: CC Marcelo W. P. Glatthardt..... | 40 |
| | APÊNDICE D – Entrevista: CC (MD) Marcos Carvalho Moreira..... | 44 |

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| ANEXO A – Ilustrações..... | 48 |
|-----------------------------------|-----------|

1 INTRODUÇÃO

O próprio tempo houve por bem sedimentar a distinção entre as expressões “socorro” e “salvamento”, mas ainda hoje, aqueles que não labutam diretamente na atividade, por vezes tendem a imaginar que os significados são apenas meros sinônimos. Talvez porque as estruturas necessárias para a condução destas atividades sejam muito semelhantes. Logo, vale aqui elucidar esta simples, porém expressiva diferença. O termo “socorro” está diretamente relacionado ao resgate de vidas humanas ameaçadas, ou seja, ao **socorro do pessoal**; “salvamento” está vinculado à recuperação ou ao resgate de valores, bens ou parte deles, em resumo, ao **salvamento do material** (OLIVEIRA, 1991).

A expressão SARSUB (*Search and Rescue Submarine*) para a Marinha do Brasil (MB) congrega um apanhado de ações que vão desde assegurar a integridade física dos tripulantes de um submarino sinistrado até o posterior salvamento do meio, envolvendo busca e localização do submarino, socorro à tripulação e, finalmente, sua reflutuação.

Com o advento do projeto de construção do submarino nuclear brasileiro em decorrência do Programa Nuclear da Marinha, faz-se necessário conhecer as possíveis modificações e/ou adaptações pertinentes a serem implementadas no Sistema SARSUB, até então voltado para um modelo convencional.

Esta monografia, por meio de pesquisa bibliográfica e documental, entrevistas com militares que labutam nesta área ou que muito contribuíram para seu desenvolvimento, aliada à experiência do autor na atividade especial de mergulho da MB, tem o propósito de analisar estruturas e procedimentos ostensivos voltados para o socorro submarino tanto da MB, quanto de Marinhas que possuam esta capacidade, possibilitando a concepção de aprimoramentos na capacitação das Operações SARSUB para um submarino nuclear.

O enfoque deste estudo não contemplará o salvamento submarino devido à complexidade desta atividade. Logo, esta função logística requer uma dedicação exclusiva não cabendo no escopo desta monografia.

Nesse sentido, a relevância deste trabalho consiste em contribuir com conhecimentos existentes no segmento de socorro submarino intra e extra MB, a fim de identificar elementos que possibilitem subsidiar um plano de capacitação da MB no socorro à tripulação do futuro submarino nuclear.

Por vezes, durante o desenvolvimento, a palavra “socorro” será substituída por “resgate”. Assim, fica subentendido que ao serem mencionadas serão consideradas sinônimas.

A fim de atender ao propósito deste estudo serão apresentados um histórico do socorro submarino abordando o escape e o resgate propriamente dito, uma descrição dos atuais sistemas e serviços de socorro submarino no Brasil e no mundo e como a comunidade internacional se preocupa com esta questão. Serão brevemente abordadas as características de construção e emprego dos submarinos convencionais e nucleares e as perspectivas da MB para o futuro. Em seguida serão apontados alguns procedimentos relativos ao socorro de tripulações de submarinos nucleares, concluindo com a identificação dos possíveis aprimoramentos na atual capacitação da MB, neste campo, para atender às demandas do futuro submarino brasileiro com propulsão nuclear.

2 EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Ao longo dos tempos povos e nações vêm fazendo uso de combatentes suicidas a fim de lograr algum êxito militar ou ideológico sem, no entanto, auferir vitórias relevantes. Talvez ao considerar sua morte como inevitável, deixa adormecido seu instinto de preservação, tornando-se um alvo fácil a despeito da sua coragem (OLIVEIRA, 2009).

Submarinos são armas eficazes e letais que navegam em ambiente inóspito. Falhas na sua condução podem resultar em situações de elevado risco para suas tripulações, tornando-os cativos de mares profundos e muitas vezes imperdoáveis. Assim, a existência de dispositivos, sistemas e estruturas que se materializam em capacidade de socorro submarino, sustentam acesas as chamas da sobrevivência, fazendo com que estes guerreiros mantenham seus sentidos aguçados e possam melhor desempenhar suas tarefas (OLIVEIRA, 1991).

Na interessante história do socorro submarino pode-se navegar a partir de dois rumos praticamente paralelos: o do escape e o do resgate submarino.

2.1 O escape

Desde que começou a operar submarinos, em meados do século XIX, o homem já experimentava o escape como uma forma de socorro. Pode-se definir o escape como sendo a saída do tripulante pela escotilha de seu submarino sinistrado no fundo do mar, sem o auxílio de pessoal ou meios externos, a fim de atingir a superfície com segurança. Naquela época esta manobra consistia simplesmente em se executar uma subida livre até a superfície, ou seja, abandonar o submarino sem qualquer tipo de equipamento, utilizando apenas a propulsão do próprio corpo e exalando o ar existente nos pulmões¹.

Já na primeira década do século XX iniciou-se o desenvolvimento tecnológico de aparatos complexos de respiração em circuito fechado, a fim de auxiliar o escape. Os mais conhecidos eram da marca alemã *Dräger*, o inglês *Davies Submarine Escape Apparatus* e o *Momsen Lung* (FIG.1) desenvolvido nos Estados Unidos da América (EUA). Estes equipamentos mostraram-se ineficientes, de manutenção complicada, além de ocuparem um valioso espaço já tão escasso a bordo dos submarinos. Estudos estatísticos realizados pela

¹ A medida que a pressão hidrostática diminui com a subida para a superfície, o volume de ar dentro dos pulmões aumenta na proporção inversa (Lei de Boyle), necessitando ser exalado para evitar a Síndrome da Hiperdistensão Pulmonar. (BRASIL, 2007)

Marinha dos EUA (*United States Navy - USN*) e pela Marinha britânica (*Royal Navy - RN*), em meados do século XX, fizeram surgir o conceito da não utilização de equipamento algum, além daqueles que pudessem oferecer uma adequada proteção térmica evitando a hipotermia² do escapista³ na chegada à superfície. A partir de então foram intensificados os exercícios de escape simulando um submarino sinistrado, somente utilizando-se um traje especial para isso. Empregado a bordo dos submarinos da MB, o *Submarine Escape and Immersion Equipment* (SEIE, FIG. 2) nada mais é do que um traje do tipo “macacão” com capuz fechado que pode ser inflado ainda dentro do submarino, fazendo com que o escapista venha à superfície simplesmente exalando o ar que tem dentro dos pulmões (GLATTHARDT, 2009a). Nesse sentido, pouca foi a evolução após a decisão de se utilizar apenas o SEIE para fim de escape. As inovações, como constatadas pelo autor⁴, ficam por conta de pequenas alterações na vestimenta e da inclusão de acessórios como suprimentos de sobrevivência e uma balsa inflável individual acoplada ao traje, cuja finalidade é prover uma situação de relativo conforto ao escapista enquanto aguarda a chegada do resgate, reduzindo a possibilidade de quedas de temperatura proporcionadas pelo contato com a água.

Em 26 de agosto de 1989, o submarino peruano “*Pacocha*” afundou a uma profundidade de 42 metros após ser abalroado por um pesqueiro japonês nas proximidades da Base Naval de Callao. Ainda com o submarino na superfície 23 homens lançaram-se ao mar. Destes, 3 faleceram por hipotermia ou afogamento. Presos no compartimento mais de vante do submarino ficaram 22 homens. Cerca de 15 horas após tocar o fundo, os sobreviventes aprisionados começavam apresentar respiração ofegante e sinais de letargia provocados pela deterioração da atmosfera. Com a temperatura da água por volta de 14°C optou-se, então, por abandonar o submarino utilizando-se os trajes de escape. Todos chegaram à superfície apresentando sintomas de Doença Descompressiva⁵. A indisponibilidade de câmaras hiperbáricas em número suficiente no local para o tratamento dessa patologia dificultou as ações decorrentes. Pacientes foram transferidos por helicópteros para câmaras hiperbáricas

² Fenômeno que ocorre quando a temperatura corporal cai abaixo dos 35°C, temperatura considerada normal, prejudicando o metabolismo do organismo. Caso a temperatura fique abaixo dos 32°C, a condição pode se tornar crítica ou até fatal (BRASIL, 2006).

³ Denominação dada ao tripulante que abandona o interior do submarino em uma situação de sinistro pelo método de escape individual (um de cada vez pelo compartimento de escape) ou apressado (submarino equalizado com a pressão externa, escotilha aberta e escape em sequência).

⁴ O autor foi responsável pelos adestramentos de escape de submarinos, conduzidos no Tanque de Treinamento de Escape Submarino do CIAMA, de nov 2004 a jan 2009.

⁵ Fenômeno causado pela expansão do gás inerte que se encontra dissolvido no organismo após um relativo tempo de exposição à pressão, formando bolhas nos tecidos e sangue por ocasião da descompressão inadequada (BRASIL, 2007).

próximas. Ao final, apenas um tripulante veio a falecer durante o tratamento (HARVEY; CARSON, 1989 *apud* OLIVEIRA, 2004).

O acidente com o “*Pacocha*” demonstrou, de forma inequívoca, a importância e a eficiência do traje de escape no sentido de trazer o tripulante para a superfície. Os trajes existentes atualmente permitem um escape até uma profundidade de 183 metros.

Empresas buscam tecnologias que possibilitem o abandono do submarino em profundidades maiores, porém até o presente momento a solução encontrada limita-se ao protótipo de um traje que somente foi testado em laboratório (BFA, 2009).

A decisão pelo escape leva em consideração uma série de fatores. Não havendo a ocorrência de alagamentos ou incêndios fora de controle e contaminação imediata da atmosfera do submarino, outras variáveis, tais como, a profundidade do sinistro, a velocidade de deterioração da atmosfera pelo acréscimo do gás carbônico e diminuição do oxigênio, o moral da tripulação, a fadiga, entre outras, devem ser observadas (MOREIRA, 2009). Mas nem sempre o escape é a melhor opção. Por vezes, nem mesmo é uma alternativa. Logo, nestes casos, só resta à tripulação do submarino aguardar a chegada do resgate.

2.2 O resgate

Esta modalidade de socorro envolve a busca e a localização do submarino além de algum tipo de equipamento capaz de se acoplar à escotilha de escape, permitindo a transferência da tripulação acidentada para o seu interior e o trânsito para a superfície em segurança.

Entre 1925 e 1927 foram perdidos dois submarinos norte-americanos e um inglês, todos com suas respectivas tripulações a bordo. A partir destes trágicos acontecimentos a USN, com a contribuição de Charles Bowers “Swede” Momsen (o mesmo do *Momsen Lung*) iniciou o desenvolvimento de um sino de resgate conhecido como *McCann Bell Rescue Chamber* (FIG. 3) capaz de ser acoplado às escotilhas dos submarinos até uma profundidade de 120 metros (DUNMORE, 2002).

Em 1939, um inesperado acontecimento com o *USS “Squalus”* fez valer os investimentos até então realizados. Naufragando a uma profundidade de 72 metros, o “*Squalus*” levou para o fundo 59 tripulantes. A equipe de resgate, localizando o submarino em menos de 24 horas e trabalhando incansavelmente naquela que seria a primeira e única operação de resgate até os dias atuais, conseguiu socorrer 33 tripulantes utilizando o sino

McCann (BARTHOLOMEW, 1990).

Durante a II Guerra Mundial uma incrível marca de afundamentos de submarinos foi atingida tanto do lado do Eixo quanto dos Aliados. Só a Marinha alemã perdeu 784 submarinos e junto com eles 28.000 vidas (EVANS, 1999). Do lado norte-americano mais 52. Mas este panorama não possibilitava uma operação de resgate por questões óbvias próprias de um cenário de conflito (GLATTHARDT, 2009a).

Após esse período, já na década de 1960, o acidente com o submarino nuclear de ataque norte-americano “*Tresher*” iria influenciar significativamente o rumo da tecnologia do resgate. Durante os testes após um período de reparo, o “*Tresher*” foi vítima de um alagamento fora de controle, vindo a naufragar com seus 129 tripulantes. Apenas dez dias após o afundamento, em abril de 1963, a USN criou um grupo de trabalho, o *Deep Submergence Review Group*, com as tarefas de avaliar a capacidade da Marinha em busca, resgate e recuperação de objetos no fundo do mar e de desenvolver a técnica de mergulho saturado⁶ (BARTHOLOMEW, 1990).

A Marinha russa relata, pelo menos, oito acidentes com submarinos nucleares, culminando no mais recente, o “*Kursk*” em agosto de 2000 no mar de Barents a pouco mais de 100 metros de profundidade. A demora na decisão do governo russo em iniciar os procedimentos de socorro ou em clamar por auxílio, contribuiu para a perda de toda a sua tripulação em condições de agonia em um ambiente escuro envolto por um mar gelado (DUNMORE, 2002).

Pode-se dizer que depois do “*Tresher*”, o “*Kursk*” foi o segundo ponto de inflexão na história do socorro submarino. A pressão da opinião pública temperada pela mídia transmitindo em tempo real a perda de valioso material tecnicamente sofisticado e, principalmente, a perda das vidas humanas, fez com que as Marinhas do mundo repensassem a importância de seus recursos de socorro submarino.

Em dezembro daquele mesmo ano, a MB vivenciou uma inusitada situação: o afundamento do Submarino “Tonelero” durante um período de reparos, atracado ao cais do Arsenal de Marinha do Rio de Janeiro (AMRJ)⁷.

Se por um lado um infortúnio, por outro um momento de reflexão para a MB sobre sua capacidade de resgate submarino, mesmo sem o sinistro ter feito qualquer vítima.

⁶ Técnica pela qual o mergulhador recebe a mistura respiratória, hélio-oxigênio, através de mangueiras. Empregada em mergulho profundo, isto é, profundidades entre 57 e 330 metros e tempo de mergulho maior do que 12 horas. A decompressão é contínua e com velocidade extremamente lenta (BRASIL, 2005).

⁷ O autor participou da reflutuação do Submarino “Tonelero” realizada no período de 25 dez 2000 a 04 jan 2001.

3 SOBRE SUBMARINOS

Submarinos são armas silenciosas que se valem da ocultação, um precioso aliado da surpresa, por sua vez, um considerável fator de força em cenários de combate naval. Apesar da grande evolução tecnológica não há ainda uma inovadora forma de detectar eficazmente um submarino submerso além da já conhecida energia acústica (MOURA NETO, 2009). A exploração deste fato torna-o uma arma de inegável valor tático e estratégico para a qualquer Marinha.

Submarinos convencionais possuem em sua planta principal de propulsão motores elétricos movidos pela energia de baterias. As baterias, por sua vez, são carregadas por motores a diesel que necessitam de ar para realizar a combustão interna. Com isso, a intervalos regulares é necessário que o submarino opere próximo à superfície e capte o ar externo por meio de um esnórquel, além de, oportunamente, aproveitar para renovar o ar ambiente. Isso faz com que o submarino convencional se coloque em uma posição de vulnerabilidade podendo ser detectado por meios de superfície ou aéreos, abrindo mão do seu maior trunfo, a ocultação. Assim, devem economizar o máximo de energia possível, porém com o viés do comprometimento de sua mobilidade. Por isso, são empregados segundo uma **estratégia de posição**, alocando-lhes áreas de patrulha onde permanecem deslocando-se discretamente a baixa velocidade, a fim de cumprir sua missão (MOURA NETO, 2009).

Em razão disso e graças as suas reduzidas dimensões, que lhes permitem manobrar em águas muito rasas, são normalmente empregados em áreas litorâneas. A dependência do ar atmosférico e a baixa mobilidade são as grandes limitações dos submarinos convencionais (MOURA NETO, 2009).

Diferentemente dos convencionais, submarinos nucleares possuem reatores nucleares como fonte virtualmente inesgotável de produção de energia. Isso admite que o submarino desenvolva altas velocidades por tempo ilimitado elevando sua mobilidade, cobrindo grandes áreas geográficas sem que tenha a necessidade de vir à superfície para a captação de ar. Portanto, a propulsão nuclear permite que este tipo de submarino seja empregado de forma distinta do primeiro, agora em uma **estratégia de movimento**, ou seja, podem atuar em águas oceânicas, naturalmente mais profundas, provendo defesa a uma distância maior da costa (MOURA NETO, 2009).

Nesse sentido, há uma que se considerar as diferentes formas de aplicação estratégica dos submarinos convencionais e nucleares que resultarão táticas distintas influenciando no emprego do sistema de socorro submarino atualmente em uso na MB.

4 SISTEMAS DE SOCORRO

Mais de 800 submarinos estão hoje em operação, distribuídos por pouco mais de 40 marinhas. Porém, somente alguns poucos países detêm a tecnologia e a capacidade de socorro destes navios, concentrando em suas Marinhas ou em torno de um restrito número de empresas particulares esta competência (DIAS, 2009).

Mesmo antes do afundamento do “*Kursk*”, a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) já havia vislumbrado a necessidade de um serviço de ligação internacional capaz de coordenar os esforços de socorro submarino com os recursos existentes para este fim. O naufrágio do submarino russo reforçou tal necessidade, deixando evidente a importância em se reduzir a probabilidade de ocorrências destas catástrofes, incrementando a capacidade de resposta rápida, de forma global, quando se fizesse necessária⁸.

A formação do *International Submarine Escape and Rescue Liaison Office* (ISMERLO) em 2003 é a concretização desta inquietação. Anualmente é realizado um *workshop* denominado *Submarine Escape and Rescue Working Group* (SMERWG), onde os países detentores da capacidade de socorro submarino e alguns outros convidados compartilham suas experiências, apresentam suas evoluções e discutem novas possibilidades e procedimentos. Além de questões médicas e de escape das tripulações, a interoperabilidade de seus equipamentos e plataformas também é abordada. O intuito é promover uma relativa compatibilidade entre os acoplamentos dos sistemas de socorro e as escotilhas dos possíveis submarinos sinistrados, também conhecidos como *disable submarines* (DISSUB). Ou seja, no foco deste grupo de trabalho está a cooperação entre países no resgate submarino e a preocupação com a segurança de suas tripulações permitindo, ainda, uma visão global dos recursos de socorro e o incremento das habilidades das nações participantes em socorrer vidas no profundo e imperdoável ambiente marinho⁹.

No último encontro do SMERWG, em junho de 2009, foi apresentado por seu coordenador, Sr. William Orr, um estudo onde foram consideradas 72 horas como tempo máximo aceitável para que haja algum tipo de intervenção na cena de ação. Assim, a América do Sul estaria fora do raio de ação dos principais sistemas aerotransportados existentes no mundo, sendo considerada uma área não coberta por eles (GLATTHARDT, 2009a; MOREIRA, 2009).

⁸ Disponível em: <http://www.navy.mil/search/display.asp?story_id=15339>. Acesso em: 28 jun. 2009.

⁹ Disponível em: <<http://www.ismerlo.org/>>. Acesso em: 28 jun. 2009.

4.1 A capacitação da Marinha do Brasil

Em 1972 a MB recebeu o Navio de Socorro Submarino (NSS) “Gastão Moutinho”. O ex-USS “*Skylark*”, oriundo da Marinha norte-americana, chegou para suprir a necessidade de socorro a tripulações de submarinos em um possível acidente. Além de sua capacidade instalada de mergulho com misturas gasosas, entre os recursos disponíveis estava uma versão atualizada do sino *McCann/Erickson* utilizado no socorro ao USS “*Squalus*” onde, curiosamente, aquele navio participou como assistente.

Durante o período de qualificação da tripulação do NSS “Gastão Moutinho” em meados de 1974 ocorreu o infortúnio da perda do sino, inviabilizando o progressivo desenvolvimento de uma doutrina e capacidades próprias (OLIVEIRA, 2009).

Em 1988, por meio de uma compra de oportunidade, a MB adquiriu na Finlândia o NSS “Felinto Perry”, antigo “*Holger Dane*”, um navio norueguês possuidor de intrincados sistemas sendo alguns inéditos na MB, promovendo o estímulo para um salto de qualidade nas operações de socorro submarino. O sistema de mergulho saturado nele instalado, viabilizou o emprego desta nova técnica de intervenção contribuindo para o contínuo desenvolvimento da capacitação dos mergulhadores e da atividade de socorro submarino (AMARAL, 2006).

Porém, o sistema do navio não era completo. Faltava a peça chave deste complexo quebra-cabeça: o equipamento de resgate. Logo após a chegada do NSS “Felinto Perry” ao Brasil, iniciou-se o desenvolvimento de um sino de resgate em parceria com a empresa do ramo subaquático, a CONSUB. O veículo operaria na pressão atmosférica e seria capaz de se acoplar à escotilha do submarino, podendo resgatar até seis tripulantes em cada viagem¹⁰ realizada. Baseado em um sino hiperbárico de mergulho e nos princípios já existentes e testados do sino *McCann*, este projeto conhecido hoje como Sino de Resgate Submarino (SRS, FIG. 4), por questões de escassez de recursos viria a estagnar (OLIVEIRA, 2009).

Após o sinistro do Submarino “Tonelero” em 2000, o Comando de Operações Navais (CON), responsável na MB pelo socorro submarino¹¹, destinou recursos para serem aplicados na certificação do material e qualificação do pessoal visando aprimorar a atividade.

Já em 2001, o SRS estava em sua fase operacional, possibilitando o desenvolvimento de procedimentos próprios para o resgate da tripulação de um possível

¹⁰ A operação do sino de deixar a superfície, acoplar à escotilha do submarino, resgatar parte da tripulação, desacoplar e retornar à superfície, é chamada de “viagem” ou ciclo.

¹¹ BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-305**: Doutrina Básica da Marinha. Brasília, 2004.

submarino sinistrado. Ato contínuo, modernizações e revitalizações em diversos sistemas do NSS foram sendo realizadas (GLATTHARDT, 2009a).

Entre 1993 e 2000 foram realizados cinco exercícios de localização e passagem de ar com os antigos submarinos da classe “Humaitá” (GLATTHARDT, 2009a). Do início de 2002 até julho de 2009 a MB já havia realizado oito Operações SARSUB com submarinos das classes “Tupi” e “Tikuna”, incluindo busca e localização do submarino, passagem de ar e material para o seu interior, escape individual pela guarita e, por fim, resgate de tripulantes por meio do SRS. Este passo proporcionou uma importante evolução no planejamento e nos procedimentos necessários a uma Operação deste vulto (COSTA, 2009).

O sistema de socorro submarino da MB é certificado para uma profundidade de 300 metros. A restrição se deve à limitação estrutural de projeto do SRS e ao fato de que o organismo do mergulhador saturado não suporta pressões em profundidades muito maiores do que essa. Uma outra limitação apresentada pelo sistema é não permitir a transferência dos tripulantes para uma câmara de recompressão logo após a chegada à superfície. Caso o sinistro, de alguma forma, faça elevar a pressão interna do submarino, ainda assim é possível resgatar sua tripulação. Como o SRS foi projetado a partir de um sino de mergulho profundo, ele é capaz de suportar uma pressão interna de até 5 ATA¹², o equivalente a 40 metros de profundidade. Mas como o sistema não dispõe de uma câmara apropriada para transferência dos escapistas que estão no sino, esta vantagem não tem efeito prático.

O sistema conta também com um Veículo Submarino de Operação Remota (VSOR) de médio porte (FIG. 5), porém com sérias restrições devido ao seu projeto ser único, obsoleto, além do fabricante não mais existir, dificultando a aquisição de sobressalentes e, conseqüentemente, sua manutenção. Um outro VSOR de pequeno porte dotado de câmara de vídeo é utilizado apenas para inspeção, não tendo capacidade de realizar qualquer outro tipo de serviço. A existência de cilindros chamados de *Emergency Life Support Stores* (ELSS ou *pod*, FIG. 6) capazes de armazenar material de suporte à vida combinando a possibilidade de enviá-los para o interior do submarino por meio de mergulhadores ou VSOR, representam uma possibilidade de aumentar a expectativa de vida da tripulação acidentada. O navio desenvolve uma velocidade média de 10 nós e possui, ainda, um interessante Sistema de Posicionamento Dinâmico (SPD) que congrega dados de várias referências (satélite, DGPS¹³,

¹² Atmosferas absolutas. Pressão exercida pela água em determinada profundidade acrescida da pressão atmosférica (BRASIL, 2007).

¹³ Diferencial Global Positioning System. Um GPS mais preciso.

transdutores hidroacústicos, entre outros) transformando-os em informações para a propulsão e movimentando lemes e hélices, fazendo com que o navio mantenha uma posição precisa sobre o submarino sinistrado com erro aproximado de apenas 1 metro. O sistema de mergulho conta com um Sino de Mergulho Saturado (SMS), também capaz de levar o mergulhador a uma profundidade máxima de 300 metros e duas câmaras que podem abrigar até 12 mergulhadores. Todos estes sistemas são orgânicos ao NSS “Felinto Perry”, não sendo adaptáveis em qualquer outro navio¹⁴ (FIG. 7).

Para se manter um navio deste porte com estas características existe um custo. A operação de alguns sistemas envolve um rigoroso processo de certificação e o navio, como um todo, depende de uma rotina de manutenção constante e planejada. Some-se a isso os custos de sobressalente e os gastos com lubrificantes e combustível a cada movimentação necessária. Aproximadamente, o custo médio anual do NSS considerando-se os últimos 3 anos é de R\$ 3.500.000,00 (GLATTHARDT, 2009b).

4.2 Incorporação na MB de uma nova técnica de mergulho

Em agosto 2005 os mergulhadores da Base Almirante Castro e Silva (BACS) receberam a missão de retirar do fundo de uma represa, no interior do Estado de São Paulo, um helicóptero do Exército Brasileiro (EB) que havia se acidentado. As dificuldades de acesso ao local, distância do litoral e profundidade da cena de ação somavam-se como obstáculos ao emprego de técnicas de mergulho dominadas pela MB. A necessidade fez então com que se buscasse na comunidade de mergulho recreativo civil uma técnica adotada há alguns anos para a exploração de cavernas e naufrágios: o TRIMIX. Esta técnica emprega equipamento autônomo¹⁵ carregado com uma mistura respiratória composta por três gases: Hélio, Nitrogênio e Oxigênio (FIG. 8). A inserção do Hélio na mistura respiratória e a manipulação dos níveis de Nitrogênio e Oxigênio permitem chegar a uma mistura ótima para uma determinada profundidade de trabalho e perfil de mergulho, onde a narcose¹⁶ será praticamente nula e a pressão parcial do Oxigênio será mantida dentro de padrões que não

¹⁴ O autor serviu no NSS “Felinto Perry” por 30 meses exercendo a função de Chefe do Departamento de Salvamento no período de jan 2001 a abr 2002.

¹⁵ Equipamento composto por conjuntos de respiração com cilindros e válvulas reguladoras de demanda transportados pelo próprio mergulhador, fazendo com que este não mantenha uma ligação física com a superfície (BRASIL, 2007).

¹⁶ Atuação do gás inerte sobre o sistema nervoso central do mergulhador a partir de uma determinada pressão, comprometendo a coordenação motora e a capacidade de raciocínio. “Embriaguez das profundezas” (BRASIL, 2007).

causem intoxicação. O emprego desta técnica é próprio para condições que exijam do mergulhador habilidade motora, clareza de raciocínio e onde a profundidade e a logística impeçam a aplicação de outra técnica mais adequada. A profundidade convencional de emprego é de 90 metros. Este limite pode ser estendido para 125 metros, desde que haja treinamento adequado (OLIVEIRA, 2007).

Logo, é exequível empregar mergulhadores TRIMIX em Operações SARSUB na impossibilidade do acionamento imediato do NSS. Transporta-los para um porto próximo ao sinistro e embarcá-los em um navio de oportunidade chegando prontamente à cena de ação pode representar um ganho substancial de tempo, contando, ainda, com maior apoio logístico proveniente deste navio. Podem executar inspeções no submarino sinistrado, passar absorvedores de gás carbônico ou suprimentos pela escotilha por meio de ELSS aumentando as chances de resgate da tripulação até a chegada do navio de socorro.

4.3 Sistemas e serviços pelo mundo

Assim como não existe uma grande quantidade de países com capacidade de resgate submarino, não há uma grande variedade de sistemas em atividade. Basicamente pode-se dividi-los em três grupos distintos: o primeiro composto por aqueles que possuem veículos de resgate, navios próprios ou contratados para instalação dos sistemas, permite a transferência sob pressão (*transfer under pressure* – TUP) e a descompressão da tripulação no caso da pressão ambiente do submarino estar acima do valor normal (1 atmosfera) no momento do resgate. Neste grupo estão Austrália, China, EUA, Cingapura, Coreia do Sul, Japão, Suécia e o consórcio formado pela França, Noruega e Reino Unido (RU). Ainda neste grupo, alguns países operam o *Atmospheric Diving Suit* (ADS, FIG. 9) ou simplesmente *Newtsuit*. Com este equipamento o mergulhador pode atingir até 600 metros de profundidade dentro de um traje rígido autopropulsado e pressurizado a 1 atmosfera descartando a necessidade de realizar paradas para descompressão¹⁷ no retorno à superfície.

O segundo grupo é composto por países como o Brasil, Itália, Rússia e Turquia. Estes países possuem navios próprios e veículos de resgate, porém sem a capacidade de TUP dos resgatados. Finalmente, o terceiro grupo é integrado por alguns países que possuem

¹⁷ As paradas são necessárias a fim de eliminar o excesso de gás inerte absorvido pelo organismo durante o mergulho e assim evitar o surgimento de bolhas pela redução de pressão que podem resultar em um acidente de mergulho conhecido como Doença Descompressiva (BRASIL, 2007).

apenas limitadas capacidades de intervenção como passagem de ar ou material por meio de VSOR ou ADS, mas sem a opção de resgatar a tripulação sinistrada (GLATTHARDT, 2009a).

Os EUA foram os pioneiros na atividade com a concepção do sino tipo *McCann* em 1930. A evolução deste dispositivo resultou na *Submarine Rescue Chamber* (SRC, FIG. 10) que opera até a profundidade de 263 metros, resgata até 6 tripulantes por ciclo e opera de forma semelhante ao SRS brasileiro. No início da década de 70, a *Deep Submergence Unit* (DSU), Organização Militar (OM) voltada especificamente para o socorro submarino, incorporava o *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV, FIG. 11) limitado a 600 metros de profundidade e possibilitando o resgate de 24 tripulantes por viagem. As dificuldades de manutenção, a necessidade de aeronave exclusiva para o transporte de suas 32 toneladas, homologação de portos, aeroportos e respectivos trajetos, além de requerer um submarino específico para o seu transporte (submarino mãe), fizeram com que a USN o desativasse em março de 2008¹⁸ (OLIVEIRA, 2004).

A Marinha australiana (*Royal Australian Navy* - RAN), cônica de seu isolamento geográfico, opera um sistema de socorro composto por um veículo de resgate submarino batizado de *Remora* (FIG. 12), um VSOR e um ADS. O sistema do veículo, que pode ser aerotransportado, é instalado em um navio de oportunidade (*vessel of opportunity* – VOO) e operado remotamente a partir da superfície até a profundidade de 500 metros. Com sua saia articulada realiza acoplamentos em ângulos de até 60°. Pode resgatar até seis tripulantes por viagem, possui capacidade de TUP, câmaras de descompressão e tratamento para até 36 resgatados. Pesa 16,5 toneladas podendo ser transportado por um C-130 (*Hercules*)¹⁹.

A RN em parceria com a empresa *James Fisher Defence* (JFD) operava o LR-5 (FIG. 13) com 21,5 toneladas, muito semelhante ao *Remora*, porém com maior capacidade de resgate; até 15 tripulantes por vez. Em 2007, Reino Unido, França e Noruega iniciaram a operação em consórcio do *NATO Submarine Rescue System* (NSRS, FIG. 14), sistema parecido com o anterior, porém com 27 toneladas. Isso deixou o LR-5 da JFD “disponível”. Após um acidente em exercício que deixou o *Remora* inoperante, a RAN, considerando estar fora do alcance de sistemas de resgate de outros países em tempo aceitável, contratou os serviços da JFD até a prontificação de seu veículo (GLATTHARDT, 2009c; JFD, 2009).

¹⁸ Disponível em: < <http://www.dsu.navy.mil/mystic.htm> >. Acesso em: 27 jul. 2009.

¹⁹ Disponível em: < http://www.navy.gov.au/Submarine_Rescue_Vehicle>. Acesso em: 15 jun. 2009.

Cingapura e Coréia do Sul possuem sistemas da JFD, o *Deep Search and Rescue* (DSAR, FIG. 15), uma evolução do LR-5. Cingapura optou por instalar o sistema em um navio e terceirizou tanto a manutenção quanto a operação. Já a Coréia do Sul preferiu um sistema aerotransportado operado pela Marinha e mantido por uma empresa civil (GLATTHARDT, 2009a).

Na linha do tempo, seguindo a tendência da Marinha australiana, os EUA enveredaram pelo mesmo caminho. Conceberam um conjunto de dispositivos independentes, aerotransportados e instalados em um VOO que possibilita resgatar até uma profundidade de 600 metros 16 tripulantes por vez, transferi-los sob pressão, se necessário for, e realizar sua descompressão²⁰. O *Submarine Rescue Diving and Recompression System* (SRDRS, FIG. 16) só foi testado em condições reais em setembro de 2008 com o submarino convencional da Marinha chilena *Simpson* (SS-21) a 147 metros de profundidade (VIGÍA, 2009).

Para a utilização de seus sistemas, a USN mantém um contrato com a empresa ECO que disponibiliza dois navios, um na costa Leste e outro na costa Oeste para emprego real ou em exercício em tempo integral. O custo em 2004 era de 5 milhões de dólares/ano. Este valor abarca somente os gastos com os navios e suas tripulações, não envolvendo a manutenção do sistema de resgate (OLIVEIRA, 2004).

De uma forma geral os sistemas aerotransportados que se encontram no “estado da arte” trazem consigo uma conseqüência. Devido aos seus pesos e tamanhos, assim como de seus equipamentos periféricos necessários ao lançamento e operação (pórticos, guinchos, geradores, etc.), estes sistemas são trasladados somente por aeronaves de grande porte como o C-5 (*Galaxy*) ou o C-17 (*Globemaster*) e, quando em terra, necessitam de carretas com tamanhos especiais para isso (JFD, 2009; OLIVEIRA, 2004). A exceção é feita ao *Remora* com suas 16,5 toneladas. Caso a MB venha a optar por um sistema com esta concepção, há que se considerar este fato como relevante, uma vez que a aeronave com maior volume de armazenagem e capacidade de carga da FAB é o C-130 (*Hercules*) com 19 toneladas²¹.

Outro aspecto de interesse é o custo de obtenção e manutenção. Observa-se um movimento crescente de formação de parcerias entre marinhas vizinhas a fim de reduzir custos de aquisição, manutenção e operação desses sistemas (GLATTHARDT, 2009a).

Recentemente a JFD (2008) ofereceu três opções de sistemas à MB com os

²⁰ Disponível em: <<http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/systems/srdrs.htm>>. Acesso em: 06 jul. 2009.

²¹ Disponível em: <<http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?fsID=92>>. Acesso em: 14 ago. 2009.

seguintes custos de aquisição: £ 10 milhões pelo LR-5, £ 12 milhões por uma SRC de 2ª geração (FIG. 17) e £ 16 milhões por um sistema novo como o DSAR.

O Brasil, assim como a Austrália, está em uma posição de isolamento geográfico, não podendo contar com sistemas e serviços de resgate de outros países em tempo aceitável. Somente estes dois países detêm tal capacidade no hemisfério sul. Um sistema que seja capaz de atender às marinhas sulamericanas pode representar um grande interesse por parte destas em investir num modelo tipo consórcio.

4.4 Utilização de grupos especiais

Ao realizar um escape, o tripulante de um submarino sinistrado está sujeito a efeitos fisiológicos decorrentes do tempo de exposição à pressão e da sua grande variação até chegar à superfície. Assim, em 1967, a RN percebeu a necessidade de se fornecer assistência primária aos escapistas até a chegada da equipe de socorro. Criou-se, então, um grupo denominado *Special Parachute Assistance Group* (SPAG, FIG. 18) composto por elementos de operações especiais, mergulhadores de resgate e médicos hiperbáricos. O grupo é lançado por aeronave no provável local do sinistro, podendo chegar significativamente mais cedo do que o navio de socorro. Com eles são lançados equipamentos de comunicações, material para resposta primária de emergência, ração, água além de botes infláveis e balsas salva-vidas, chegando a montar uma “base avançada no mar” (CUNHA, 2006).

Comparando-se com a dotação necessária para o resgate por veículos submarinos, o SPAG é um grupo leve com equipamentos menores e mais simples. Assim, estão menos sujeitos às interferências relacionadas à fricção dos deslocamentos e da própria cena de ação. Esta fricção resulta em um somatório de tempos que vão desde o recebimento do pedido de socorro do DISSUB, até o acoplamento do veículo à escotilha do submarino (CUNHA, 2006).

O fator tempo possui maior precedência sobre os demais no socorro submarino, sendo assim, o emprego deste grupo especial contribui para o incremento da probabilidade de sucesso na Operação SARSUB, fornecendo suporte de vida primário aos escapistas ou um alento moral para aqueles que ainda aguardam a chegada do resgate.

5 O RESGATE NUCLEAR

Muito pouco se fala ou se escreve especificamente sobre resgate de tripulações de submarinos com propulsão nuclear.

A marinha norte-americana apresenta dificuldades para realizar exercícios de resgate utilizando submarinos nucleares devido às restrições que estes oferecem para pousarem no fundo (FONSECA, 2009).

A fim de viabilizar este tipo de exercício é necessário que o submarino esteja estático permitindo o acoplamento do veículo à sua escotilha, conforme aconteceria em um caso real de acidente. Para tanto, a USN, que somente possui submarinos nucleares, utiliza bases metálicas como simulacros de uma escotilha (*false seat*) para efetuar seus acoplamentos ou se vale de submarinos convencionais de marinhas amigas para este fim (GLATTHARDT, 2009c; OLIVEIRA, 2004; VIGÍA, 2009).

Por este simples fato pode-se considerar que as possíveis diferenças nas operações de resgate entre submarinos convencionais e nucleares sejam muito pequenas. Porém, é inegável a distinção de suas plantas propulsoras o que remete a uma reflexão sobre possíveis acidentes envolvendo reatores nucleares.

5.1 Vazamento radioativo

No eventual acidente com um submarino nuclear, seu reator deverá ser paralisado automaticamente. Neste caso, não haverá perigo de radioatividade. Entretanto, contingências existem para que se permita manipular o reator danificado ou que não tenha sido “desarmado”. Um reator nuclear danificado dentro de um submarino pode resultar em exposição da tripulação a raios gama (poderosa radiação magnética ionizante similar ao raio-X) que tem a capacidade de penetrar em anteparas metálicas e irradiar os sobreviventes, mesmo dentro do compartimento de escape. Pode, também, produzir uma nuvem radioativa resultante da fissão que contaminará a tripulação tanto externamente quanto internamente, por inalação e ingestão (NATO, 1999).

Segundo Fonseca (2009), o Sistema de Controle do submarino nuclear será projetado visando manter o reator em operação dentro dos parâmetros de segurança estabelecidos, devendo pará-lo sempre que houver risco de acidente radiológico.

Conforme a publicação da OTAN (NATO, 1999), ATP 57(A), *Submarine Rescue Manual*, no caso do acidente ser com um submarino nuclear, o uso de mergulhadores só poderá ser autorizado após consulta à equipe de monitoramento nuclear e saúde física composta por membros do *Submarine Escape and Rescue Assistance Team* (SMERAT). Médicos especialistas devem estar disponíveis para lidar com eventuais riscos radiológicos. A publicação observa, ainda, que no gerenciamento de qualquer acidente envolvendo radioatividade deve-se dar prioridade aos procedimentos médicos padrão em detrimento das preocupações radiológicas.

Dentro do submarino sinistrado a tripulação deve controlar os níveis de exposição à radiação gama, mas eles não podem ter a certeza da presença de uma nuvem radioativa. É sensato supor que ela estará presente e que os sobreviventes estarão contaminados, até que se prove o contrário (NATO, 1999).

Um acidente nuclear pode resultar em irradiação, contaminação ou ambos. No caso puramente de irradiação os resgatados não representam riscos à tripulação do navio de socorro. Acidentes que envolvam contaminação externa por produtos da fissão radioativa representarão riscos se estes produtos forem capazes de se espalhar. O simples ato de remover os trajes dos resgatados pode reduzir o perigo de contaminação da equipe de resgate a níveis insignificantes (NATO, 1999).

No caso de abandono do submarino, a própria água em contato com a parte externa do traje de escape se encarregará de descontaminá-lo significativamente durante a ascensão. Contudo, poderá haver, ainda, contaminação nas roupas utilizadas por dentro do traje e na pele do tripulante (NATO, 1999).

Alguns submarinos nucleares são capazes de transmitir para a superfície informações sobre a qualidade da atmosfera e o nível de irradiação interno por meio de um *sonar beacon* que, resumidamente, é um sinal sonoro transmitido por equipamento específico que, além de transportar dados, permite determinar a marcação de sua origem (FONSECA, 2009). Essa é uma importante ferramenta para a equipe de resgate.

A planta nuclear do futuro submarino brasileiro atenderá a todos os requisitos de segurança exigidos pelos Órgãos Reguladores além de contar com um laboratório para testes e treinamento em terra (FONSECA, 2009).

O projeto do submarino nuclear brasileiro considera fatores que possam minimizar os efeitos de vazamento radioativo ou que possam vir a contribuir para um melhor desempenho da equipe de resgate em uma Operação de SARSUB.

6 PERSPECTIVAS PARA O FUTURO

Segundo a Estratégia Nacional de Defesa (END):

“3. Para assegurar o objetivo de negação do uso do mar, o Brasil contará com força naval submarina de envergadura, composta de submarinos convencionais e de submarinos de propulsão nuclear. O Brasil manterá e desenvolverá sua capacidade de projetar e de fabricar tanto submarinos de propulsão convencional como de propulsão nuclear [...]” (BRASIL, 2008, p. 21).

A MB está em processo de aquisição de 4 novos submarinos da classe francesa *Scorpène*, todos construídos no Brasil, prevendo transferência de tecnologia. Suas tripulações serão compostas por 31 militares, podendo chegar a 47 (FONSECA, 2009).

Existe ainda na própria END a diretriz de a MB iniciar “os estudos e preparativos para estabelecer [...], o mais próximo possível da foz do rio Amazonas, uma base naval de uso múltiplo, comparável, na abrangência e na densidade de seus meios, à Base Naval do Rio de Janeiro” (BRASIL, 2008, p. 23), além de priorizar a concepção de uma nova Esquadra na região Norte-Nordeste. O entendimento é que uma nova Esquadra deva comportar, também, uma nova Força de Submarinos dotada de meios que não os atuais existentes.

A MB segue no desenvolvimento do projeto de construção do submarino nuclear iniciado há mais de três décadas. A existência de um meio submarino com propulsão nuclear é entendida como uma forma de dissuasão irrefutável. Hoje 95% do comércio nacional passa por vias marítimas. Os recursos marinhos residem sob uma área de aproximadamente 4.441.000 km² compreendida entre o litoral brasileiro e o limite explorável da Plataforma Continental. A Zona Econômica Exclusiva equivale à metade do território nacional. Conhecida como Amazônia Azul, lá estão depositados bacias de petróleo, novos campos do pré-sal, recursos vivos e minerais de toda a sorte. Patrulhar esta área e possivelmente negar seu uso ao inimigo é uma das tarefas para os futuros submarinos nucleares, da mesma forma como os atuais convencionais já o fazem. Nesta área, as profundidades extrapolam aquelas que estes submarinos podem suportar antes de colapsarem, porém, a estatística mostra que 85% dos acidentes com submarinos ocorrem em profundidades onde o socorro é viável (COSTA, 2009; MOURA NETO, 2009).

Submarinos das Classes “Tupi” e “Tikuna” da MB operam nas faixas de 250 e 300 metros de profundidade, respectivamente, com tripulações de 39 militares (JANE’S, 1999).

O futuro submarino nuclear brasileiro operará na faixa de profundidade de 350 metros, tendo como profundidade de colapso aproximadamente 700 metros. Com uma

propulsão tecnologicamente mais complexa, este submarino requer uma tripulação maior sendo mobiliado com aproximadamente 90 militares (FONSECA, 2009).

Os fatos acima, por si só, já demandariam uma reflexão sobre nossa capacidade de socorro submarino. O real acréscimo na quantidade de meios submarinos, os possíveis incrementos no longo prazo e as distâncias geográficas entre eles, justificam o pensamento de flexibilização do atual sistema de resgate submarino, que deverá ser capaz de estar presente em qualquer ponto desta gigantesca área de interesse em tempo aceitável. Ao raciocinar com os fatores de tempo e distância e a velocidade desenvolvida pelo NSS, observa-se que isso não é possível. Dependendo de apenas um navio que abarque todos os recursos disponíveis tem seus riscos. Este teria que estar disponível 24 horas por dia, sete dias por semana para atender a um pedido de socorro. Porém, períodos regulares de reparos e avarias inopinadas imobilizam o meio reduzindo sua disponibilidade. Assim, a inoperância do NSS inviabiliza o emprego dos sistemas nele instalados em caso real de resgate. Nesse sentido, a flexibilização se daria pela concepção de um sistema aerotransportado. Esta linha de ação necessita navios de oportunidade onde o sistema possa ser instalado. A Diretoria de Portos e Costas (DPC) possui registro²² de 80 navios do tipo *supply* com área de convés disponível (FIG. 19), além de outros 7 com capacidade de intervenção submarina (FIG. 20) autorizados a operar em águas jurisdicionais brasileiras. Navios com estas características poderiam ser mobilizados a fim de atender a essa necessidade, conforme ocorreu em 2003 quando o *Diving Support Vessel* (DSV) *Seaway Harrier*, que operava na Bacia de Campos, foi acionado para a localização e recuperação de uma aeronave *Linx* da MB nas proximidades da Ilha Rasa (RJ), a aproximadamente 80 metros de profundidade.

²² Disponível em: <https://www.dpc.mar.mil.br/sta/depto_traquav/nav_ajb/navios_ajb.htm>. Acesso em: 9 ago. 2009.

7 CONCLUSÃO

A história mostra que afundamentos de submarinos com suas tripulações não é prerrogativa de algumas Marinhas ou de épocas remotas. Os sinistros ocorrem com aqueles que se predispõe a operar estas máquinas, seja em tempos de guerra ou de paz. A evolução da tecnologia visa a minimizar as possibilidades de acidentes, tenta contornar as situações de risco ou atenuar as consequências, porém não as esgota. Acidentes são passíveis de acontecer até nas Marinhas mais evoluídas e adestradas. É uma possibilidade que está presente todo o tempo.

Pelo desenvolvimento histórico do escape percebe-se que pequena foi a sua evolução, atendo-se basicamente ao aperfeiçoamento do traje com o qual é realizado. A MB está atualizada neste aspecto, mantendo trajes modernos a bordo de seus submarinos. Porém, a decisão entre abandonar o submarino ou aguardar a chegada do resgate leva em consideração uma série de importantes fatores e nem sempre o escape é uma opção, restando à tripulação a esperança do resgate.

Baseado na estratégia de movimento em que será empregado na vasta extensão da já conhecida Amazônia Azul, o novo submarino nuclear com sua tripulação mais numerosa e a possibilidade de operar em faixas de profundidades maiores, requer adaptações no sistema de resgate atualmente em uso. Some-se a isso o aumento no número de submarinos convencionais para o patrulhamento desta área e a possibilidade da criação de uma nova base nas proximidades da foz do rio Amazonas abrigando uma segunda Esquadra.

O sistema empregado pela MB que permite o resgate de seis tripulantes por ciclo até a profundidade de 300 metros, não é compatível com as profundidades de operação e colapso do novo submarino nuclear; 350 e 700 metros, respectivamente. A utilização de um VSOR para auxiliar no acoplamento do SRS à escotilha do submarino podendo substituir o mergulhador em profundidades maiores do que 300 metros já é uma realidade, porém existe a necessidade de substituir o atual por estar obsoleto e inoperante. Uma linha de ação de adotar o ADS em detrimento do VSOR ou adotar ambos carece de um estudo de vantagens e desvantagens mais aprofundado. O atual sistema também não possui a capacidade de transferência sob pressão dos resgatados para câmaras de descompressão após a chegada na superfície. Dotar o sistema com esta capacidade permite realizar o resgate com a atmosfera do submarino pressurizada acima do normal.

O Brasil, como a maioria dos países da América do Sul, encontra-se em uma posição de isolamento geográfico quando são considerados os fatores de tempo e distância do socorro submarino, não podendo contar com sistemas e serviços de resgate de outros países em tempo aceitável. Vivenciando este mesmo problema, a Austrália optou por um sistema próprio aerotransportado. As grandes Marinhas do mundo seguem esta mesma concepção de sistema. Algumas operam em consórcio, outras compartilham a operação ou a manutenção com empresas particulares diluindo seus custos. Um sistema flexível de socorro submarino que seja capaz de atender às necessidades da MB e, a reboque, de Marinhas sulamericanas, pode representar um grande interesse por parte de nossos vizinhos em investir num modelo tipo consórcio, reduzindo os elevados custos de aquisição e manutenção.

A concepção de sistemas aerotransportados, operação de trajes rígidos, incremento na capacidade de resgate dos equipamentos e a possibilidade de transferência sob pressão para câmaras de recompressão, definitivamente, são o “estado da arte”. Laborar estes conjuntos reconhecidamente pesados requer aeronaves de grande porte, transportes terrestres especiais e navios de oportunidade dotados de grandes espaços disponíveis para instalá-los.

A obtenção no mercado internacional de novos sistemas de socorro aerotransportados ou até mesmo a construção de sistemas nacionais como outrora, aumenta a capacidade de resgate pela sua flexibilização. Um sistema similar ao da Marinha australiana, adaptado para uma maior capacidade de transporte por ciclo de resgate pode ser uma solução adequada. Seu peso reduzido em relação aos demais sistemas é compatível com os recursos existentes atualmente para o transporte aéreo da FAB: aeronaves C-130 (*Hercules*) com capacidade máxima de carga de 19 toneladas. A obtenção de sistemas específicos como SRS e VSOR já atenderia a MB no curto prazo. Estas ações contribuem para satisfazer ao requisito de realizar algum tipo de intervenção em até 72 horas como é o consenso atual. Para implementar quaisquer destas linhas de ação é necessária a mobilização de navios de oportunidade do tipo *Supply* ou de intervenção submarina para a instalação do sistema de resgate. Navios com estas características operam em larga escala nas águas jurisdicionais brasileiras, sendo um deles já requisitado com sucesso anteriormente.

O fator tempo é preponderante em Operações SARSUB onde a fricção imposta pelas diversas fases que vão desde o recebimento do sinal de socorro até o emprego do sistema de resgate na cena de ação pode ser um importante diferencial. Chegar o mais rápido possível e prover algum tipo de auxílio, já é tarefa de grupos especiais aerotransportados com capacidade de serem lançados no local do sinistro. A criação de um grupo com estas

características e, ainda, incorporando a técnica de mergulho TRIMIX com a possibilidade de atingir grandes profundidades com equipamento autônomo, agrega importante valor a este grupo. Traduz-se no aumento da expectativa de vida da tripulação acidentada oferecendo assistência primária, fornecendo material vital por meio de ELSS ou simplesmente fazendo o primeiro contato com a tripulação, elevando o moral daqueles que se encontram cativos no fundo do mar. É factível que este grupo possa ser aerotransportado, também, para o porto mais próximo do sinistro e embarcado em navios rápidos, chegando prontamente à cena de ação com seus equipamentos mais leves e um maior apoio logístico proveniente do navio de apoio.

A evolução para a propulsão nuclear também requer aprimoramento da atividade de socorro, uma vez que a possibilidade de vazamento radioativo não pode ser descartada. São necessários o monitoramento da atmosfera do submarino, o controle da irradiação interna e a troca destas informações com a equipe de resgate. Estas alterações já fazem parte da preocupação daqueles que estão projetando o futuro submarino nuclear brasileiro. A presença de especialistas é necessária para controle e avaliação da situação, a fim de determinarem as necessidades de assistência no caso de contaminação e/ou irradiação. Demanda formação específica, pesquisa na área de medicina e quiçá, intercâmbios com “marinhas nucleares”, a fim de se adquirir experiência em torno de conhecimentos já existentes.

A aquisição de um navio de socorro submarino trouxe grandes benefícios para a atividade de mergulho na MB, tais como avanços tecnológicos, capacitação e aprimoramento das Operações SARSUB. Em uma primeira análise, o custo de se manter um navio próprio como o NSS parece ser vantajoso. Obter mais um NSS com todo o sistema de resgate orgânico, matematicamente duplica as chances de sucesso em um resgate, mas o emprego de seu sistema está vinculado à disponibilidade do navio em tempo integral, o que não ocorre devido aos períodos de reparos e avarias. Mesmo que se intercalem seus períodos de imobilização, resta ainda relevar os fatores de tempo e distância por não abranger toda a área de interesse em tempo aceitável.

Apesar dos altos custos que envolvem um sistema de socorro adequado, seja ele orgânico de um navio ou aerotransportado, não é algo que possa ser desconsiderado. A opinião pública já deu notícia de como pode interferir nos aspectos de um governo diante de uma situação onde vidas humanas estão em perigo. Além disso, testemunhar o agonizante sofrimento de homens aprisionados no fundo do mar sem a possibilidade de sobrevivência, não parece ser uma opção aceitável para uma Marinha moderna e evoluída que tem, no pessoal, o seu maior patrimônio.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Marcio Gomes. A importância da assinatura do novo convênio do Brasil x Petrobras em prol do Centro Hiperbárico do CIAMA. *O Periscópio*. Rio de Janeiro, Ano XLIV, n. 60, p. 40-44, 2006.
- BARTHOLOMEW, Charles. *Mud, muscle, and miracles: marine salvage in the United States Navy*. Washington D.C.: SSR Incorporated, 1990.
- BFA. *Sistema HABETaS – O sistema de escape de emergência de um DISSUB no futuro*. Ciclo de palestras logístico operativo. Comando da Força de Submarinos, Rio de Janeiro, 16 jul. 2009.
- BRASIL. Centro de Instrução e Adestramento Almirante Áttila Monteiro Aché. *CIAMA-201: manual de mergulho a ar*. Rio de Janeiro, 2007.
- _____. _____. *CIAMA-202: manual de mergulho saturado*. Rio de Janeiro, 2005.
- _____. _____. *CIAMA-211: manual de medicina hiperbárica*. Rio de Janeiro, 2006.
- _____. Decreto n. 6.703 de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil: Brasília, 2008. Disponível em: <https://www.defesa.gov.br/eventos_temporarios/2008/estrat_nac_defesa/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf>. Acesso em: 9 abr. 2009.
- COSTA, Ralph Dias F. da. *Experiência da MB em exercícios de socorro e salvamento*. Ciclo de palestras logístico operativo. Comando da Força de Submarinos, Rio de Janeiro, 16 jul. 2009.
- CUNHA, Marcelo Luiz Boyd da. O emprego dos “SPAG” no escape de submarino sinistrado. *O Periscópio*. Rio de Janeiro, Ano XLIV, n. 60, p. 26-27, 2006.
- DUNMORE, Spencer. *Lost subs: from the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost - and found*. Cambridge, Mass.: Da Capo, 2002.
- EVANS, Mark Llewlyn. *World War II: battles in the arctic*. Westport, CT: Greenwood press, 1999.
- FONSECA, Julio César da Costa. *Julio César da Costa Fonseca: inédito*. Rio de Janeiro, 2009. Entrevista concedida a Alexandre Fontoura de Oliveira e Frederico Rolla Pereira.
- GLATTHARDT, Marcelo W. P. Socorro e salvamento submarino. *Revista Marítima Brasileira*. Rio de Janeiro, 2009a. No prelo.
- _____. *Marcelo Wilson Pimentel Glatthardt: inédito*. Rio de Janeiro, 2009b. Entrevista concedida a Alexandre Fontoura de Oliveira e Frederico Rolla Pereira.
- _____. *Submarine Escape and Rescue Working Group – 2009*. Rio de Janeiro: Comando-

em-Chefe da Esquadra, 2009c. 4 p. Relatório.

HARVEY, Claude; CARSON, John. *The BAP Pacocha (SS-48) collision: the escape and medical recompression treatment of survivors*. EUA, 1989, 34p. Relatório *apud* OLIVEIRA, Alexandre Fontoura de. *Intercâmbio na Deep Submergence Unit - EUA*. Rio de Janeiro: Comando-em-Chefe da Esquadra, 2004. 26 p. Relatório.

JAMES FISHER DEFENCE. *Proposta de fornecimento de Sistemas e Equipamentos de Resgate e Apoio Submarino para a União de Nações Sul-Americanas (UNASUL)*, 2008. 69 p. Proposta Comercial.

_____. *Um sistema de salvamento de submarinos para a América do Sul/UNASUR (SA SRS)*. Ciclo de palestras logístico operativo. Comando da Força de Submarinos, Rio de Janeiro, 16 jul. 2009.

JANE'S FIGHTING SHIPS 1999-2000. 102nd ed. (inglês) London: Butler & Tranner Limited, 1999.

MOREIRA, Marcos Carvalho. Survivex: exercício de sobrevivência a bordo de um submarino sinistrado. *O Periscópio*. Rio de Janeiro, *Ano XLIV*, n. 60, p. 62-65, 2006.

_____. *Marcos Carvalho Moreira*: inédito. Rio de Janeiro, 2009. Entrevista concedida a Alexandre Fontoura de Oliveira e Frederico Rolla Pereira.

MOURA NETO, Julio Soares de. A importância da construção do submarino de propulsão nuclear brasileiro. *Techno News*. abr./maio, 2009. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/menu_v/sinopse/Complemento/complemento_22072009.htm>. Acesso em: 23 jul. 2009.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. *ATP 57(A) change 2: Submarine rescue manual*. 1999.

OLIVEIRA, Alexandre Fontoura de. *Intercâmbio na Deep Submergence Unit - EUA*. Rio de Janeiro: Comando-em-Chefe da Esquadra, 2004. 26 p. Relatório.

_____. Uma nova fronteira para o mergulho na Marinha do Brasil. *O Periscópio*. Rio de Janeiro, *Ano XLV*, n. 61, p. 44-48, 2007.

OLIVEIRA, Chrysógeno Rocha de. *Salvamento no mar*. 1991. 40 f. Monografia (Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 1991.

_____. *Chrysógeno Rocha de Oliveira*: inédito. Rio de Janeiro, 2009. Entrevista concedida a Alexandre Fontoura de Oliveira e Frederico Rolla Pereira.

VIGÍA: Revista de la Armada de Chile. Valparaíso: Quebecor World Chile S.A., n. 289, jul. 2009. 34 p.

APÊNDICE A – Entrevista: CMG (RM1) Chrysógeno Rocha de Oliveira

O CMG (RM1) Rocha serviu no NSS “Gastão Moutinho” e foi o primeiro Comandante do NSS “Felinto Perry”.

- 1) Quais capacidades de socorro e salvamento submarino possuíam os meios destinados a esta função: Tender Ceará, CV Imperial Marinheiro, NSS Gastão Moutinho e NSS Felinto Perry (mais enfaticamente os dois últimos)?

R: O tender Ceará era um navio construído para apoiar submarinos, inclusive, com capacidade de docagem. Sua capacidade de socorro e salvamento era, contudo limitada e, pessoalmente, não tenho maiores informações a respeito.

Já a Imperial não tinha nada além do que as demais corvetas de sua classe e era muito mais um navio de apoio a exercícios do que um navio de salvamento de submarinos.

Com o “Gastão” e o “Felinto” a situação era bem diferente. O primeiro era um rebocador de alto-mar modificado e trazia no seu conceito toda a experiência americana, inclusive a do salvamento do USS “Squalus”, da qual, aliás, participou como navio assistente.

Há, contudo, que se considerar que a imensa gama de recursos de que a *United States Navy* (USN) dispõe a obriga ser por demais conservadora. À época do recebimento, eles ainda possuíam dezenas de navios semelhantes e fazer mudanças drásticas nessas condições, não só é extremamente dispendioso, como também encontra muita resistência de quem opera e planeja. Um bom exemplo disso é a permanência do velho escafandro MK V, que sobreviveu até à década de 80: eles possuíam milhares de equipamentos e não podiam substituí-los num estalar de dedos.

Assim, todo seu projeto era voltado para operar fundeado a quatro pontos, para utilizar o equipamento pesado de mergulho e o sino de salvamento. A própria evolução por eles proposta foi a dos catamarãs “Penguin” e “Pigeon”, que, a não ser pelo fato de poderem apoiar os nascentes *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV), não possuíam *Dinamic Positioning* (DP) e considerava os dois cascos como proteção para o sino, o que não ocorre na situação mais apropriada, que é dar a proa ao mar. Não foi um projeto de sucesso e foi logo abandonado.

Mas, era tempo de programa de renovação de meios e a MB estava a receber inúmeros Contratorpedeiros (CT) e Submarinos (SB) da USN a custos muito convidativos. Por

outro lado, não tínhamos ainda capacidade de mergulho com misturas e o “Skylark”, nome original do navio, representou de fato uma inovação.

Em decorrência disso, foi designado um oficial para cursar Heliox na USN e, a seguir mais dois, entre os quais eu estava (*Deep Sea Diving Officer - Navy School of Diving and Salvage*, NSDS- Washington, DC). O pessoal do navio foi também submetido ao treinamento, operando diretamente com os equipamentos de bordo, inclusive a Câmara McCann, isto é, o sino de resgate (1973/1974-conheceram prováveis personagens do filme “Homens de Honra”, instrutores da NSDS).

No retorno ao Brasil, esbarraram em algumas dificuldades para o treinamento do pessoal, porque não dispúnhamos de câmaras molhadas para executar os treinamentos em ambiente controlado, como na NSDS.

Quando do meu retorno, imaginei uma maneira de contornar a dificuldade, construindo um simulador de console no qual tudo era real, mas a manômetro indicador da profundidade indicava três vezes mais do que a realidade. Assim podíamos fazer mergulhos com ar, onde a descompressão seria desnecessária, mas nos quais podíamos cumprir todos os procedimentos do mergulho HeliOx. Depois de exaustivamente treinados, os mergulhadores eram então apresentados ao mergulho com a mistura.

Adicionalmente, começamos a investir pesadamente na utilização do capacete “*Advanced*” e da máscara “*Kirby Morgan*”, mais modernos que o velho “pesadão” HeliOx, algo que um leigo custará a acreditar que seja um equipamento real. Não tínhamos o problema dos americanos: só possuíamos uma meia dúzia de equipamentos e, trocar por algo mais leve não seria tão dispendioso!

O navio cumpriu seu papel durante a vida ativa e as habilidades em fundeio a quatro pontos, dar ar a submarino pousado no fundo, mergulho de intervenção até os limites da sua capacidade foram bem exercitadas, inclusive em fainas reais, como a busca do helicóptero SH3-D, próximo ao Cabo frio, mergulho mais fundo já realizado pela Marinha do Brasil (MB) até então. De grande valia para o adestramento do pessoal foi a operação de resgate dos restos do Galeão “Sacramento”, próximo a Salvador, quando uma série de habilidades em operação e manutenção foram desenvolvidas.

Contudo, já naquela época, se tornara notório que o meio civil avançara mais que nós, movimento que teve início com os mergulhos fundos na construção da Ponte Rio-Niterói. Além disso, a perda do sino de resgate durante um teste, limitava nossas

possibilidades às já citadas habilidades.

Nós, oficiais mergulhadores, buscávamos a todo custo fazer contato com as empresas e tentar convênios que elevassem nossa capacidade e nos devolvessem nossa condição de líderes na atividade. Assim nasceu a idéia da modernização do Gastão, na qual se investiu algum recurso, mas que, ao fim, não foi adiante (nem teria valido a pena).

O velho Gastão, com sua boa capacidade de manobra, apesar do eixo único e corrente contínua (dizíamos que era um submarino que “pensava” ser de superfície) estava chegando aos seus limites.

Então, uma ligeira recessão no mercado “*off shore*” fez com que caíssem os preços de navios ali empregados, inclusive os *Diving Support Vessel* (DSV), avaliados de imediato como a grande oportunidade de renovação.

Quatro navios foram selecionados e inspecionados por uma comissão, composta por um oficial mergulhador, um oficial engenheiro naval e um engenheiro civil, que concluiu pela opção “Holger Dane”, um navio com oito anos de idade e que se destacara nas lides do Mar do Norte e na busca de tesouros submersos (após ter sido comprado por um particular, ex-gerente de operações da empresa que construía o navio).

O “Felinto Perry” realmente representava um avanço fantástico para o mergulho na MB, mas também nas modernidades que trazia como navio em si. Em um recebimento de apenas 55 dias, com toda a dificuldade de comunicação entre escandinavos e uma tripulação em boa parte monoglota, considero que fomos extremamente bem sucedidos e com razão custo-benefício das melhores.

O primeiro navio com posicionamento dinâmico da Marinha era também capaz de fundeio a quatro pontos e o mais possante rebocador que ela já tivera. Também podia combater incêndios de grandes proporções e realizar mergulhos saturados a até 300m, profundidade limite dos SB classe “Oberon”.

Saíramos do centenário mergulho de escafandro para algo paralelo à conquista do Espaço.

Para que o navio atingisse sua capacidade plena, seria necessário, apenas, que possuísse uma câmara de resgate, e a USN disse não dispor delas, apesar de inúmeros navios da classe do “Gastão Moutinho” desativados. Fomos buscar na indústria e experiência nacionais e, hoje, estamos aí a causar admiração nas melhores marinhas do Mundo, com nossa capacidade que nasceu de muito esforço, muita capacidade de

improvisar. Muito guincho de “roncador” transformado para baixar “*side scan sonar*”, muito empenho em conseguir sistemas de regeneração do caríssimo gás Hélio, muita habilidade em conseguir convênios, como o que nos deu o excelente Centro Hiperbárico do CIAMA, e por aí vai.

A auto-suficiência do nosso sistema também foi uma grande conquista, porque poderíamos ter ficado, como queriam alguns, à sombra do sistema aerotransportado da USN, cuja aplicação depende de variáveis incontroláveis.

Não posso deixar de ressaltar um pensamento que desenvolvi nos meus estudos de carreira e na minha vida de marinheiro: o suicida é um combatente de valor duvidoso. Ao longo da história, diversos povos lançaram mão desse artifício, às vezes com grande ameaça para o inimigo, mas, ao final, sempre foram derrotados, com suas elites abatidas como moscas.

A que se deve isso? Porque o kamikaze falhou?

A certeza da morte desativa os comandos de sobrevivência e o homem torna-se alvo fácil para um inimigo que está com sua autopreservação exacerbada.

Ora, sendo o submarino a nossa mais eficaz arma naval, é preciso que seus tripulantes mantenham viva a esperança de resgate e essa esperança se materializa na nossa capacidade, no nosso mote “mergulhe tranqüilo, estamos atentos”.

- 2) Como e quando ocorreu a perda do sino do NSS “Gastão Moutinho”? Há quanto tempo o navio estava no Brasil? Havia sido realizado algum exercício de socorro submarino com este sino aqui no Brasil?

R: O sino do Gastão, a pedido da MB, foi modificado para operar a uma profundidade maior do que a original (de 400 para 600 pés), adaptação que foi realizada nos Estados Unidos da América (EUA). Não me lembro exatamente, mas creio que chegou depois do navio em fins de 1975, já que ficara para a alteração.

Tão logo recebido, iniciou-se um treinamento contínuo, com mergulhos reais ao longo do cais e na baía da Guanabara. Era seguido o procedimento americano, em que todos tinham que saber as manobras decoradas, mas eram obrigados a ler durante a manobra em si.

Para nossa surpresa, recebemos um comunicado de que o aparato não havia sido testado e que o tal teste deveria ser realizado “antes” da operação. Tudo foi preparado e criamos um alarme de alagamento, que indicaria qualquer entrada d’água, porque,

obviamente, não seria um mergulho tripulado, apesar da insistência de alguns praças que desejavam ir a bordo.

O teste foi marcado para um local ao largo do RJ, se não me falha a memória, em fundo de 400 m. A certa profundidade, o alarme soou e, concomitantemente, um forte tranco se fez sentir, acarretando a ruptura do cabo de sustentação.

O sino ficaria portando por um cabo de aço de segurança e pela espia de oito polegadas que era usada para controlar a distância do casco. Infelizmente esse cabo reserva era controlado manualmente e com o tranco escapou de seus controladores.

Por minutos de forte tensão, portou pela espia que acabou por romper-se com o balanço do navio que era grande.

A hipótese mais provável é de que a escotilha tenha cedido, causando um efeito de sucção, cuja reação somada ao peso do sino (10 t) foi o tranco que partiu os cabos.

Na realidade, a modificação deveria ter incluído a inversão da escotilha, para que fechasse pela pressão do mar e não o contrário como era. Os “*dogs*” (travas da escotilha) tinham que suportar toda a carga, o que foi demais para eles.

3) Por favor complemente com dados e informações que julgue serem relevantes.

R: A criação da especialidade de mergulho para praças foi também fator decisivo para nossos avanços. O subespecialista de outrora vivia uma dicotomia em sua carreira, tendo que viver como mergulhador e cumprir os requisitos de sua especialidade original. Assim, ou era mal sucedido na carreira, ou abandonava o mergulho. Na realidade, um mergulhador tem que ser eclético e a experiência demonstrou que é mais fácil treiná-lo para diversas habilidades do que meter água abaixo especialistas a ela inadaptáveis.

É válido pensar que oficiais deveriam aperfeiçoar-se em “Mergulho e Salvamento”, função logística que, por exemplo, devolveu ao poder combatente inglês e americano inúmeras unidades avariadas ou afundadas, colaborando decisivamente para seu esforço de guerra. Considerando que a fase “especialista” das carreiras é efêmera e logo os oficiais passam a funções administrativas e de comando, tal modificação no plano de carreira deveria ser considerada com empenho.

APÊNDICE B – Entrevista: CMG (RM1) Julio César da Costa Fonseca

O CMG (RM1) Julio César foi Comandante de Submarino Classe “Tupi” e atualmente é o Encarregado da Integração de Manutenção e Operação de Submarinos na Coordenadoria-Geral do Programa de Desenvolvimento de Submarino com Propulsão Nuclear (COGESN).

- 1) Quais as principais características de projeto do submarino nuclear (S(N)) que podem afetar uma operação SARSUB com os recursos disponíveis atualmente pela MB? Há diferenças na escotilha para o acoplamento do Sino de Resgate Submarino (SRS)? Existe na COGESN algum estudo que busque adaptar o sistema de socorro e salvamento hoje existente na MB para a realidade Nuclear?

R: O projeto do SN-BR deverá atender aos Requisitos de Alto Nível de Sistemas (RANS) já estabelecidos pela MB, devendo o futuro submarino ser dotado de sistemas, equipamentos e consumíveis que atendam aos mais altos padrões NATO – STANAG no que se refere à socorro e salvamento. Em face da cota de colapso prevista para o SN-BR ser superior a 700 m, a MB deverá compatibilizar os sistemas do Navio de Socorro para que possam operar em tais profundidades com segurança. Em face da mobilidade inerente ao Submarino Nuclear (SN) o emprego do Navio de Socorro de Submarino (NSS) deverá contemplar o seu pré-posicionamento em função das Zonas de Patrulha (ZP) nas quais o SN estiver operando.

- 2) Qual seria o sistema, ou conjunto de sistemas, que atenderiam a nova realidade da MB com a construção dos novos submarinos convencionais e nucleares em termos de socorro e salvamento? Que dispositivos de socorro e salvamento disporá o S(N) que o diferencia dos submarinos convencionais (S(C)) em operação na MB?

R: Em princípio e com base nos RANS, o SN será dotado dos mesmos recursos de socorro e salvamento que os submarinos convencionais, guardando as devidas proporções relativas ao tamanho da tripulação e as profundidades máxima de operação (PMO) e de colapso, além dos sistemas de regeneração da atmosfera interna sem renovação do ar.

- 3) Qual será média de profundidade operativa e tripulação dos novos Submarinos classe Scorpene a serem construídos no Brasil? E a dos futuros S(N) da mesma classe?

R: SCORPENE: normal 31 e máxima 47 pessoas; PMO superior a 300m; profundidade de colapso (PC) superior a 600m.

SN-BR: 87 pessoas; PMO superior a 350m; PC superior a 700m.

4) Qual a profundidade máxima para escape pelos métodos individual e apressado?

R: Apressado até 150m. Individual a partir de 150m até a PMO.

5) Em caso de sinistro está prevista a paralisação automática do reator?

R: O Sistema de Controle será projetado para manter o reator operando dentro dos parâmetros de segurança estabelecidos, devendo pará-lo sempre que houver risco de acidente radiológico.

6) Existirão mecanismos ou dispositivos de medição de radiação a bordo e/ou que possam ser visualizados pela equipe de resgate?

R: O SN-BR será dotado de um sistema de monitoramento radiológico e da qualidade da atmosfera interna.

Existem submarinos nucleares cujo sistema de socorro e salvamento prevê a instalação de um *beacon sonar* através do qual informações sobre a atmosfera e níveis de radiação internos são transmitidas automaticamente para os navios de apoio na superfície.

7) Existirão mecanismos, dispositivos ou sistemas a bordo a fim de conter um possível vazamento ou contaminação (redes de dreno, anteparas blindadas, etc)?

R: Sim, a planta nuclear atenderá à todos os requisitos de segurança exigidos pelos Órgãos Reguladores, inclusive, contará com um laboratório em terra para testes e treinamento.

8) A futura base de submarinos nucleares prevê um cais/pier independente com os recursos necessários para receber um S(N) com vazamento radioativo?

R: Sim, haverá um dique seco, no Estaleiro, pronto para atender as emergências dos SN-BR.

9) Haverá a possibilidade de o S(N) pousar no fundo em uma condição normal de operação (para fim de exercício de resgate)?

R: Não é comum um submarino nuclear pousar no fundo. No estágio atual do processo de obtenção do SN-BR não é possível afirmar se o mesmo será dotado de tal capacidade.

APÊNDICE C – Entrevista: CC Marcelo W. P. Glatthardt

O CC Glatthardt é Oficial de Socorro e Salvamento do Comando da Força de Submarinos.

- 1) O Sistema de Socorro Submarino é adequado para uma operação SARSUB com um submarino nuclear (S(N))? Caso negativo, que adaptações/alterações são vislumbradas para satisfazer as novas demandas?

R: O socorro é exequível com o SRS, porém não é adequado. O ideal seria um veículo que conseguisse ir mais fundo até 600m e que conseguisse resgatar uma quantidade maior em cada leva.

- 2) A existência de apenas um Navio de Socorro Submarino (NSS) é suficiente para atender as necessidades atuais de socorro submarino da MB? E as necessidades futuras, considerando-se as propostas da Estratégia Nacional de Defesa (END)?

R: Hoje há um consenso que em até 72 horas após o sinistro é desejável que haja algum tipo de intervenção. Considerando a extensão da costa brasileira, a resposta é não, pois em caso de sinistro não conseguiríamos chegar no local em 72hs. A situação do Brasil é complicada, assim como a australiana e a americana. Costa extensa, trechos de larga plataforma continental, onde é exequível o resgate, e isolamento geográfico. Na Europa e Ásia temos superposição das áreas de cobertura de sistemas e os submarinos convencionais operam em áreas bem mais restritas. Assim, levando-se em conta a tendência de responsabilidade global, os submarinos quase sempre estão cobertos por algum sistema nas áreas em que o socorro é exequível (ou seja até 600m- onde ocorrem cerca de 75 a 85% das operações de SUB, dependendo da Marinha). Penso que devemos caminhar no mesmo sentido da USN e RAN, adquirindo um moderno sistema aerotransportado a ser instalado em um navio de oportunidade. Porém, haveria a necessidade de aeronaves com elevada capacidade de carga e de toda uma infra estrutura para o serviço. A saída em curto prazo seria a aquisição de um sistema aerotransportado utilizando-se um sino, pois além de bem mais barato, poderia ser transportado em um C-130 da FAB. Essa, aliás, seria uma boa saída para o cone sul a custo bem razoável para os países. Adquirir outro NSS eu penso que não se justifica devido ao preço de manutenção. Se essa saída fosse viável, outros países com

mais recursos e muitos submarinos já a teriam adotado. Dentro de uma visão realista só estamos cobertos em um raio de alcance do NSS de três dias. O norte e o sul do Brasil estão sem cobertura. Este é o tratamento que é dado ao nosso sistema pela comunidade internacional. Isto está claro no site do ISMERLO. O ideal seria a realização de um consórcio com os demais países latinos para redução de custos, porém tendo em vista a realidade financeira de nossos vizinhos talvez isso não seja viável. Penso que só o Chile tenha condição e interesse no momento.

- 3) Quais os custos anuais (em ordem de grandeza) de manutenção dos diversos sistemas do NSS (propulsão, geração de energia, posicionamento dinâmico, sistema de mergulho saturado, sino de resgate, ROV, etc)

R: Aproximadamente pouco mais de R\$ 3.500.000,00 nos últimos 3 anos.

- 4) Os dispositivos de socorro submarino do NSS podem ser transferidos e instalados em outro tipo de navio em caso de inoperância daquele? Caso negativo, que outros sistemas de socorro poderão ser empregados?

R: Não. Caso o NSS esteja inoperante e não seja possível um escape, a saída será realizar intervenção no SUB com um navio de mergulho profundo ou ROV, similar aos que operam na Bacia de Campos, para suporte à vida até que chegue a ajuda internacional.

- 5) O contrato com a *US Navy* para o socorro submarino ainda está vigente? Caso afirmativo, que recursos estão disponíveis para atender a MB e em quanto tempo?

R: Não está vigente, venceu no mês passado [abril].

Sobre o contrato cabe ressaltar os seguintes aspectos:

O contrato era para o DSRV. A USN desativou os dois DSRV (Avalon e Mystic) antes do fim do contrato sem nenhum contato ou aviso. Porém, o veículo Falcon já estava em fase de testes. O coordenador do ISMERLO afirmou que em caso de um sinistro seríamos atendidos pelo Falcon.

O discurso altruísta em tempo de paz e o surgimento do ISMERLO apontam no sentido da cobertura e Cooperação Global, ou seja, se um submarino sofrer um sinistro em qualquer local do mundo onde o socorro seja exequível, será oferecido auxílio pelos países e empresas com capacidade, mesmo que o submarino não esteja certificado para o veículo. Isto é para eles uma demonstração de capacidade e

humanitarismo perante a opinião pública mundial, e nos bastidores, sobre a pressão da opinião pública mundial, será assinado um contrato de socorro milionário.

Quando se fala em contrato pensamos logo em garantir nossos direitos, porém talvez a palavra contrato não seja a melhor para definir o *CASE*, e sim um convênio, pelo qual pagamos uma pequena taxa pela administração e no caso de utilização efetiva, aí sim, iríamos pagar de início US\$ 2,500,000.00 só pelo transporte. Só que para um próximo *CASE* acho que as regras irão mudar.

Outro fator é que a cobertura pelo DSRV era utópica. Dificilmente iria conseguir atender um sinistro na América do Sul. Isso porque, diferente dos sistemas mais modernos que são montados em navios de oportunidade, o DSRV necessitava de um SUB mãe para ser levado até o local do sinistro. Apesar de tudo o convênio valeu pelo preço, pelo aprendizado e porque não havia outra opção.

A conjuntura também mudou. Agora a USN está relutante em renovar o *CASE*, pois o sistema SRDRS está com alguns problemas técnicos. Quando se fala em *CASE* eles desconversam.

Outra questão é saber quanto eles vão cobrar agora por um próximo *CASE*, pois existe uma terceira entidade a *Oceaneering*, empresa que construiu e faz a manutenção do veículo. Também estão cobrando caro para certificar as escotilhas dos submarinos de países que ainda não as haviam certificado e existe um movimento no sentido de recertificar para o novo veículo, fruto da STANAG 1297 da OTAN que foi elaborada normalizando o assunto e do aparato comercial que se formou ao redor.

No último SMERWG excluíram a América do Sul do raio de ação dos novos sistemas, pois, dentro da visão realista, consideraram o raio de ação de 72hs para o sistema. Além disso, percebe-se a forte pressão comercial para que os países latinos adquiram ou aluguem sistemas de socorro, pois as empresas e os países que os possuem querem amortizar seus custos.

APÊNDICE D – Entrevista: CC (MD) Marcos Carvalho Moreira

O CC (MD) Marcos é Oficial de Saúde do Comando da Força de Submarinos e Chefe do Departamento de Saúde da Base Almirante Castro e Silva (BACS).

- 1) Com a experiência adquirida na carreira da medicina hiperbárica, assim como em cursos, congressos, intercâmbios e seminários na área de socorro e salvamento submarino, que diferenças são vislumbradas no socorro submarino com o advento do submarino nuclear (S(N))?

R: Podemos distinguir algumas importantes diferenças entre as operações de socorro submarino realizadas em submarinos convencionais e nucleares, que podem ser decorrentes da existência de um novo fator envolvido (radiação) ou alteração significativa de uma característica do meio (cota de colapso, tamanho da tripulação, etc.).

Apenas para ilustrar:

O resgate submarino consagrou-se com o acidente do submarino USS SQUALUS (SS-192), ocorrido em 1939. Neste episódio, 33 homens presos no compartimento de vante do submarino sinistrado foram resgatados por uma câmara do tipo *McCann*, sob comando do Capitão-de-Corveta Charles Bowers Momsen, inaugurando uma nova era. Essa primeira câmara de resgate submarino possuía capacidade para apenas 08 pessoas por ciclo de resgate, o que obrigava a realização de várias viagens até o resgate completo da tripulação. Nada muito diferente do nosso SRS, com capacidade para 06 resgatados. Essa capacidade é adequada quando pensamos em submarinos com 40 ou 50 tripulantes, mas começa a ficar complicado quando pensamos em algo como cerca de 150 tripulantes. Imaginem termos que realizar 30 acoplamentos com o sino de resgate, considerando (na melhor das hipóteses) um ciclo de resgate de 3 horas: precisaríamos de cerca de 90 horas de trabalho ininterrupto, quase 04 dias. O tempo, nesse caso, seria um importante fator limitante. Outra consideração a respeito do tamanho da tripulação: os *pods* de transferência de material devem ser de tamanho compatível com o quantitativo da tripulação. A quantidade de suprimentos transferida por um *pod* do tamanho do utilizado pela nossa Marinha pouca diferença faria para um submarino de grande tripulação.

Devemos também considerar que os sistemas de resgate devem possuir limites

operacionais equivalentes aos dos submarinos em operação pela Marinha proprietária/contratante. Caracteristicamente, os sinos de resgate estão aptos a resgatar até no máximo 300 metros (limite nominal do SRS), e menos ainda no caso das SRC norte-americanas (cerca de 260 metros). Considerando-se as cotas limites dos submarinos convencionais (operação e colapso), estes valores parecem ser adequados. Submarinos nucleares, entretanto, costumam ter seus cascos construídos com ligas metálicas mais resistentes, podendo mergulhar a profundidades consideravelmente maior. Obviamente, os limites dos sistemas de resgate devem acompanhar essas profundidades – idealmente, no mínimo ao equivalente à cota de colapso, para garantir a máxima capacidade e possibilidade de resgate em caso de sinistro. Ou seja, devem poder ir mais fundo.

Os sistemas de resgate concebidos para operar com submarinos nucleares devem ser capazes de prover capacidade de resgate mesmo nos casos de contaminação radioativa, uma preocupação hoje inexistente em nossa cultura. Se pensarmos em sistemas com transferência sobre pressão, o sistema deve, além de prover o resgate, possibilitar também a transferência para câmaras hiperbáricas, a descontaminação e o tratamento das vítimas, sem colocar em risco a integridade física dos membros da equipe de resgate. Isso implicaria em diferenças na determinação dos suprimentos de reação primária (que passariam a incluir itens de EPI, entre outros), logística de suporte em terra e necessidade de equipamentos de monitoração. Situações como a encontrada no caso do submarino peruano Pacocha, em que guias internos de câmaras hiperbáricas foram vítimas de doença descompressiva, por falta de planejamento prévio e capacidade, não são aceitáveis no cenário atual, muito menos em cenários com contaminação por radiação.

- 2) Com as capacidades de manutenção da vida hoje existentes a bordo dos nossos submarinos, quanto tempo a tripulação pode permanecer a bordo, em condições satisfatórias, até a chegada do resgate (não considerando fatores alheios que degradem a atmosfera além das naturais)?

R: Infelizmente essa pergunta fica sem resposta. Não havendo fatores extras que impeçam a permanência da tripulação a bordo do submarino sinistrado, tais como temperatura, alagamentos incontroláveis ou contaminantes atmosféricos, devemos considerar quatro fatores importantes: CO₂, O₂, água e comida. No atual estágio de

nossos submarinos, a capacidade de sobrevivência em caso de sinistro dependerá:

A – da possibilidade de retirar água dos tanques de água potável, já que não há estoques de água potável de emergência.

B – da possibilidade de se utilizar a comida armazenada em frigoríficos e paióis, já que não existem rações de emergência.

C – da possibilidade de se utilizar o O₂ estocado nas ampolas (e da quantidade disponível), já que não existem a bordo velas de clorato para produção de cO₂ (exceto no TIKUNA).

D – da eficiência dos dispositivos para absorção de CO₂ existentes à bordo (cortinas de cal sodada e *scrubber* individual “CO₂ PRO”), já que ainda não existem dados avaliando seu uso prolongado, tampouco protocolos de uso.

É importante observar que não existe disponível “*guardbook*” específico para nossos submarinos, que vem a ser uma espécie de “manual” de sobrevivência a bordo de submarinos sinistrados. Esse documento é específico de cada classe de submarinos e deve ser visto como ferramenta indispensável para se atingir uma sobrevivência planejada e consciente a bordo de um submarino sinistrado. Sem ele, a probabilidade de erro na tomada de decisão aumenta consideravelmente, e a possibilidade de sobrevivência prolongada a bordo de um DISSUB diminui de forma inversamente proporcional.

- 3) Qual é o tempo médio razoável para a chegada do resgate (considerar degradação da atmosfera, efeitos psicológicos, geração de O₂, absorção de CO₂, geração de CO)? Quais os principais óbices e que fatores contribuem para estes no atraso desta intervenção?

R: Para as situações de sinistro, a OTAN preconiza que, todos os submarinos devem possuir a bordo recursos para garantir a sobrevivência de sua tripulação por no mínimo 07 dias, incluindo oxigênio, substância absorvedora de CO₂, água, comida, etc. Este limite tende a ser adotado como padrão mundial. Existem diversos estudos e exercícios conduzidos com voluntários visando estudar a sobrevivência a bordo de um DISSUB, alguns deles impondo rigorosas condições tais como baixas temperaturas e reduzida ingestão hídrica diária. As conclusões são interessantes e, analisando esses estudos racionalmente, verifica-se ser viável a sobrevivência por sete ou mais dias, desde que estejam presentes condições atmosféricas estáveis e favoráveis e disponíveis

suprimentos nas quantidades mínimas necessárias.

Com relação ao tempo para se iniciar o resgate, os sistemas de resgate submarino mais modernos, alguns deles do tipo fly-away, são projetados tendo como meta realizar o primeiro resgate em até 72 horas (ou seja, tempo entre o acionamento do sistema e realização do primeiro acoplamento, incluindo seu embarque em aeronaves, vôo até o porto de destino, desembarque, transporte e montagem no convés de navios de oportunidade, e trânsito até o local do sinistro). Desconheço estudos que correlacionem formalmente a probabilidade de sucesso e o tempo decorrido até o primeiro resgate, até mesmo porque a casuística não é muito grande e deverá existir grande variabilidade entre sinistros. Alagamentos incontroláveis poderão determinar a saída imediata da tripulação, inacessibilidade de suprimentos poderá impedir a permanência prolongada no DISSUB, contaminantes atmosféricos poderão obrigar ao escape, ou seja, não há como fazer estimativas como essa sem enormes margens de erro.

Em maior ou menor grau, todos os fatores mencionados poderiam reduzir a possibilidade de sucesso na espera pelo resgate – escassez de suprimentos, degradação da atmosfera, alagamentos, entre outros. Mas devemos ter em mente que, para cada um desses fatores, há um limite acima do qual deve ser decidido o escape, que passa a ser então a opção que garante as melhores chances de sobrevivência da tripulação.

- 4) De que forma propulsão nuclear e o possível vazamento radioativo podem afetar a forma de se conduzir um socorro submarino (escape e resgate)? Quais as adaptações necessárias no sistema de socorro para o escape e resgate de tripulações de submarinos nucleares sinistrados?

R: Nosso sistema de resgate prevê a presença de militares em contato direto com a atmosfera do submarino (operadores do SRS) – e isso pode ser um empecilho no caso de contaminação radioativa. É muito difícil prever tal situação – normalmente a tripulação encarcerada em um submarino sinistrado permanece dias em seu interior, e dependendo do grau de contaminação atmosférica, a sobrevivência poderia ser impossível. Por outro lado, contaminações atmosféricas de menor intensidade poderiam permitir a sobrevivência prolongada, com poucas lesões agudas. É certo que os integrantes da equipe de resgate deverão possuir equipamentos de monitoração portáteis, bem como o DISSUB, de forma a haver troca de informações antes do primeiro acoplamento. Deverão estar também disponíveis EPI adequados. Deverá ser

avaliada a atuação daqueles que possivelmente entrem em contato com a atmosfera do submarino e definidos protocolos e normas de conduta rigorosos, a serem definidos com participação de especialistas em medicina nuclear. Infelizmente os países que se dizem preparados para tal tratam o assunto de forma classificada, como constatei em conversa com o Sr. William Orr, responsável pelo ISMERLO.

- 5) No caso de um escape e uma intervenção rápida por equipes especializadas (tipo SPAG) que auxílio pode trazer um médico e/ou um enfermeiro na cena de ação no caso de acidente nuclear?

R: A atuação de um profissional de saúde membro de um SPAG pouco diferirá em caso de sinistro com submarinos de propulsão convencional ou nuclear. A única diferença será a administração de primeiros socorros específicos para as lesões associadas à contaminação por radiação porventura existentes, além dos cuidados de monitoração de área.

ANEXO A - Ilustrações



FIGURA 1 - *Momsem Lung* desenvolvido por Charles “Swede” Momsem

Fonte: Disponível em: <<http://www.history.navy.mil/photos/images/h45000/h45641.jpg>>. Acesso em: 22 ago. 2009.

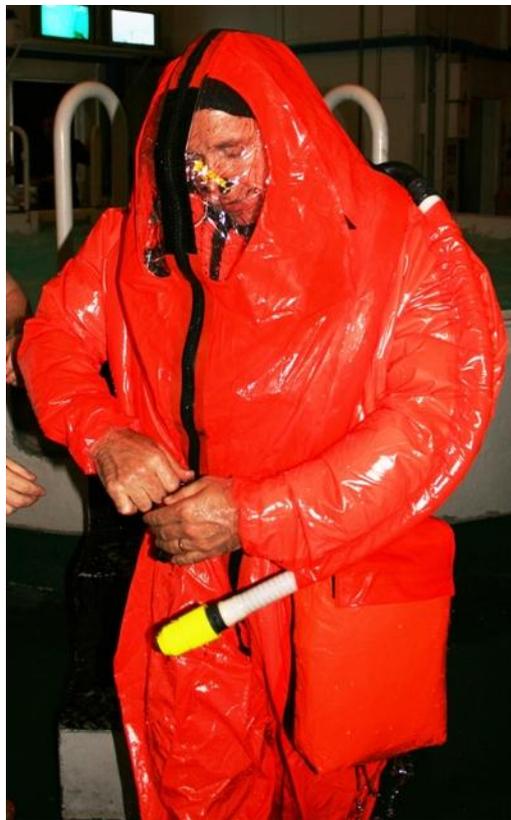


FIGURA 2 - Traje utilizado para o escape submarino

Fonte: Disponível em <<http://www.subescapetraining.org/History3.html>>. Acesso em: 22 ago. 2009.

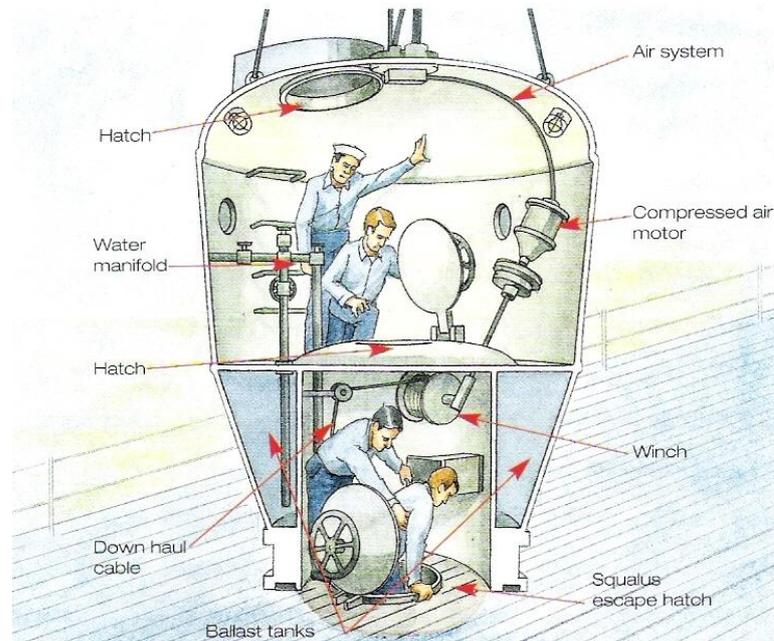


FIGURA 3 - Representação gráfica do sino tipo *McCann*
 Fonte: DUNMORE, 2002.



FIGURA 4 - Sino de Resgate Submarino (SRS)
 Fonte: Disponível em: <<http://www.naval.com.br/NGB/F/F011/F011-f20.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2009.



FIGURA 5 - Veículo Submarino de Operação Remota (VSOR)

Fonte: Disponível em: <<http://www.noaaneews.noaa.gov/stories2005/s2370.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2009.

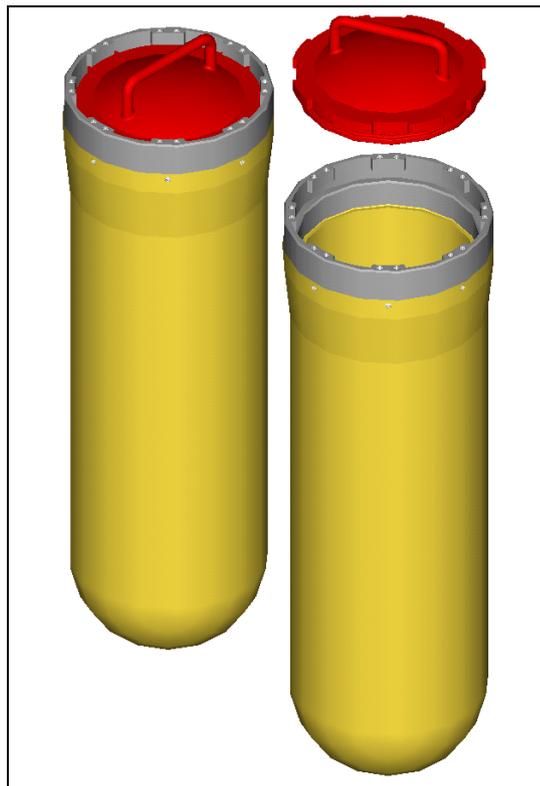


FIGURA 6 – Representação gráfica do *Emergency Life Support Stores* (ELSS ou *pod*)

Fonte: JAMES FISHER DEFENCE, 2008.



FIGURA 7 - Sistema de Socorro Submarino orgânico do NSS
Fonte: Disponível em: <<http://www.naval.com.br/NGB/F/F011/F011-f37.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2009.

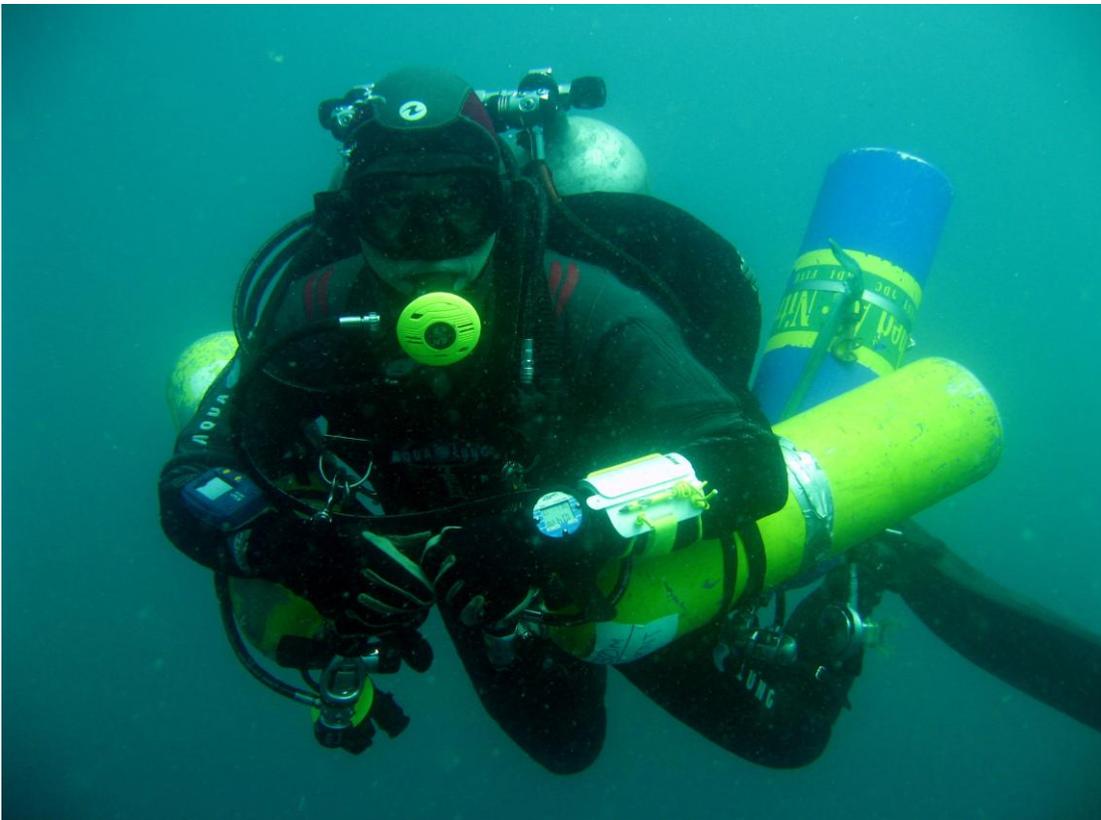


FIGURA 8 – Mergulhador equipado na configuração TRIMIX
Fonte: Acervo particular, 2007.



FIGURA 9 - *Atmospheric Diving Suit (ADS)* operado pela *US Navy*
Fonte: Disponível em: <<http://www.ismerlo.org/newsHistory.html>>. Acesso em: 22 ago. 2009.



FIGURA 10 - *Submarine Rescue Chamber (SRC)*
Fonte: Acervo particular, 2004.



FIGURA 11 - *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV) acoplado a um “submarino mãe”

Fonte: Disponível em: <<http://www.navsource.org/archives/08/0867608.jpg>>. Acesso em: 22 ago. 2009.



FIGURA 12 - Representação gráfica do veículo *Remora* da Marinha australiana
Fonte: Disponível em: <http://www.navy.gov.au/w/images/Remora_shot3.jpg>. Acesso em: 22 ago. 2009.



FIGURA 13 - LR-5, TUP e VSOR da James Fisher Defence mobilizados em um VOO

Fonte: JAMES FISHER DEFENCE, 2008.



FIGURA 14 - *NATO Submarine Rescue System (NSRS)*

Fonte: Disponível em: <http://www.ismerlo.org/assets/NSRS/nato_srs.htm>.

Acesso em: 22 ago. 2009.



FIGURA 15 - *Diving Search and Rescue (DSAR)* da Coréia do Sul
Fonte: JAMES FISHER DEFENCE, 2008.



FIGURA 16 - Veículo do *Submarine Rescue Diving and Recompression System (SRDRS)*

Fonte: Disponível em <<http://marinelink.com/Story/New+Submarine+Rescue+Asset+Joins+Naval+Fleet-213060.html>>. Acesso em: 22 ago. 2009.

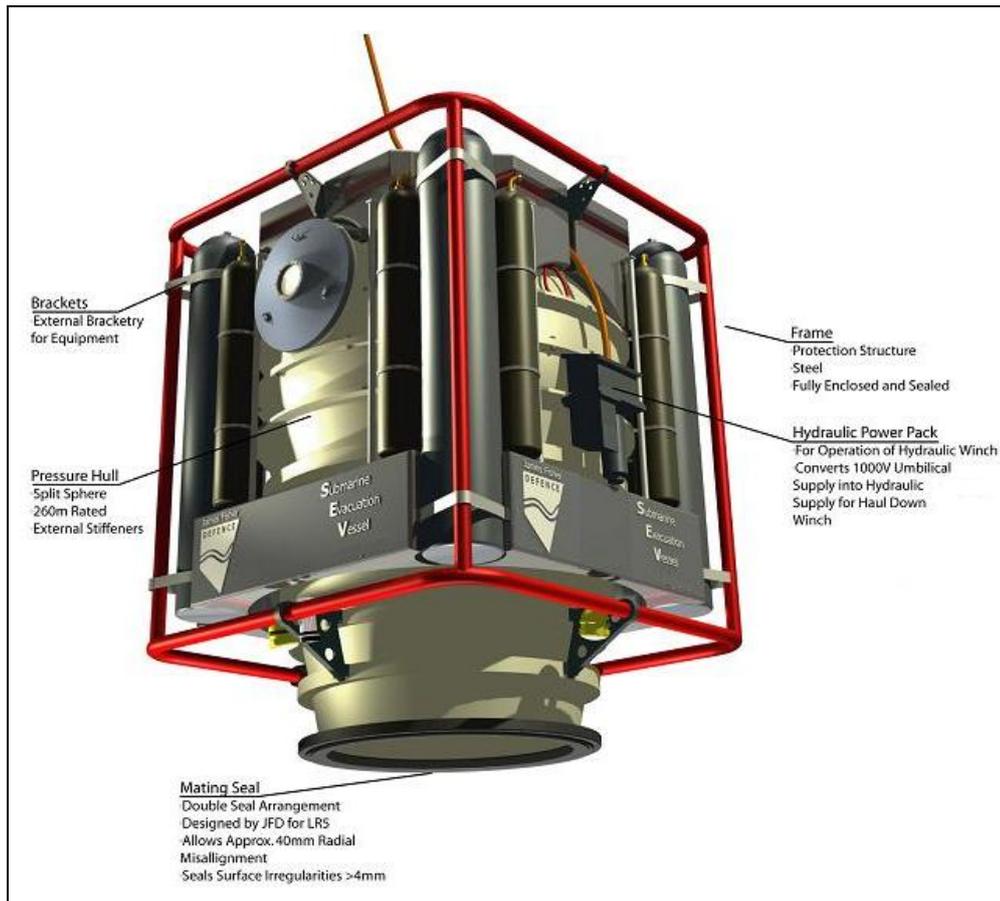


FIGURA 17 - SRC de 2ª geração oferecida pela JFD
 Fonte: JAMES FISHER DEFENCE, 2008.



FIGURA 18 - SPAG em apoio ao escape em exercício de socorro submarino
 Fonte: Disponível em: <<http://www.royalnavy.mod.uk/operations-and-support/>>.
 Acesso em: 22 ago. 2009.



FIGURA 19 - Navio do tipo *supply*

Fonte: Disponível em: <<http://www.vallensbaekmodelskibsklub.dk/arrang/offshore/osv%20esbjerg.htm>>. Acesso em: 22 ago. 2009.



FIGURA 20 - Navio de intervenção submarina

Fonte: Disponível em: <<http://diarioportuario.blogspot.com/2009/01/acergy-harrier.html>>. Acesso em: 22 ago. 2009.