

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC ROGÉRIO REZENDE DE SOUZA

ANÁLISE DAS NECESSIDADES DE APRIMORAMENTO DA CAPACITAÇÃO SRSUB  
PARA UM SUBMARINO NUCLEAR

Rio de Janeiro

2011

CC ROGÉRIO REZENDE DE SOUZA

ANÁLISE DAS NECESSIDADES DE APRIMORAMENTO DA CAPACITAÇÃO SARSUB  
PARA UM SUBMARINO NUCLEAR

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

Orientador: CF (RM1) Sérgio de Albuquerque Ramos

Rio de Janeiro

Escola de Guerra Naval

2011

## 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 viagem, 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. Isso tudo para que haja o incremento da 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

ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
CON	Comando de Operações Navais
DD	Doença Descompressiva
DSRV	<i>Deep Submerged Rescue Vehicle</i>
DP	<i>Dynamic Positioning</i>
ELSS	<i>Emergency Life Support Stores</i>
END	Estratégia Nacional de Defesa
ETA	Embolia Traumática pelo Ar
EUA	Estados Unidos da América
ISMERLO	<i>International Submarine Escape and Rescue Liaison Office</i>
IROV	Veículo de Operação Remota de Intervenção
MB	Marinha do Brasil
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i>
NDO	Navio de Oportunidade
NSRS	<i>NATO Submarine Rescue System</i>
NSS	Navio de Socorro Submarino
SAR	<i>Search and Rescue</i>
SaRSub	<i>Search and Rescue of Submarines ou SARSUB</i>
STANAG	<i>Standard Agreement</i>
SRC	<i>Submarine Rescue Chamber</i>
SRS	Sino de Resgate Submarino
TUP	<i>Transfer Under Pressure</i>

USN	<i>United States Navy</i>
USS	<i>United States Submarine</i>
ROV	Veículo de Operação Remota
VRS	Veículo de Resgate Submarino

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Representação gráfica do sino tipo <i>McCann</i> .....	47
Figura 2 -	Sino de Resgate Submarino (SRS) e o pórtico “ <i>A-Frame</i> ”.....	48
Figura 3 -	Veículo Submarino de Operação Remota (VSOR).....	48
Figura 4 -	Representação gráfica e dois exemplares do <i>Emergency Life SupportStores</i> (ELSS ou <i>pod</i> ).....	49
Figura 5 -	Disposição dos sistemas componentes do NSRS na popa de um Navio de Oportunidade (NDO).....	50
Figura 6 -	<i>Submarine Rescue Vehicle</i> (SRV).....	50
Figura 7 -	Navio do tipo <i>supply</i> . Um possível NDO.....	51

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>SOBRE SUBMARINOS.....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>POR QUE A MARINHA DO BRASIL DECIDIU FAZER SARSUB?.....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>A ATUAL CAPACITAÇÃO DA MARINHA DO BRASIL.....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>O RESGATE DE SUBMARINO NUCLEAR.....</b>	<b>22</b>
5.1	Resfriamento do reator nuclear.....	22
5.2	Vazamento radioativo.....	23
<b>6</b>	<b>COMPARAÇÃO DO SISTEMA ATUAL DA MB COM O NSRS.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>
	<b>APÊNDICE A – Entrevista: CC (FRA) Laurent Bechler.....</b>	<b>37</b>
	<b>APÊNDICE B – Entrevista: CF Robson Conde de Oliveira.....</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXO A – Ilustrações.....</b>	<b>47</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A recente descoberta de potenciais bacias petrolíferas na camada pré-sal intensifica a premência deste esforço em prol da garantia da exploração dos recursos da Amazônia Azul e da manutenção da soberania sobre Zona Econômica Exclusiva (ZEE), pela qual escoamos cerca de 90% do nosso comércio exterior<sup>1</sup>. Neste contexto, o submarino continua sendo o meio mais eficaz para o cumprimento de uma das tarefas do poder naval: negar o uso do mar ao inimigo.

Vislumbrada a solução estratégica, cabe-nos buscar as soluções operacionais e táticas envolvidas na operação dos novos meios. O elevado risco da operação de submarinos é inerente à sua própria natureza e comprovado pela história. Inúmeros submarinos sofreram acidentes e muitos foram perdidos, seja durante a realização de testes, trânsito sem nenhuma ameaça ou mesmo em manobras militares em situação de paz. Estes acidentes foram fruto de erro humano na condução do meio, avarias de equipamentos e fatalidades como incêndios e colisões (GLATTARDT, 2009).

Se a elevada perda material já é em si suficiente para propor uma profunda reflexão sobre o assunto, é importante lembrar que, além dos submarinos, grande parte de suas tripulações sacrificaram suas vidas. O acidente com o submarino russo “Kursk”, em agosto de 2000, atraiu a atenção da mídia internacional e conduziu as autoridades a repensar o tema Busca e Resgate de Submarinos (*Search and Rescue of Submarines – SaRSuB ou SARSUB*). Estas autoridades foram pressionadas pela opinião pública com a possibilidade de sobreviventes aguardarem a morte dentro de um submarino, cientes de que o Estado, que os convocou

---

<sup>1</sup>Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/Portal/estatisticasanuario.asp>. Acesso em: 17 jun 2011.

para naquele navio prestarem os seus serviços à pátria, seria incapaz de efetuar qualquer ação para salvá-los. Apesar de anunciar internacionalmente capacidade de socorro submarino<sup>2</sup>, o naufrágio do “Kursk” deixou evidente a incapacidade russa, à época, em socorrer as tripulações de seus submarinos.

Em 11 de agosto de 2005, outro incidente culminou com o resgate do mini-submarino russo AS-28 “Priz”, em uma operação conduzida pelas Marinhas da Rússia, Reino Unido e dos Estados Unidos da América (EUA), apoiadas pela empresa civil *James Fisher Defense*. A operação de resgate foi efetuada a 570 pés de profundidade, quando os sete tripulantes só possuíam poucas horas de ar respirável, por um submarino-robô britânico, o Veículo de Operação Remota (ROV ou VOR) “Scorpio-45”, que cortou vários cabos que prendiam o “Priz” ao fundo do mar<sup>3</sup>.

Fruto da evolução de mentalidade de socorro submarino ocorrida com o “Kursk”, a operação de resgate do “Priz” criou um marco na mobilização de esforços, unindo vários países em apoio ao resgate deste mini-submarino em tempo recorde. Foram movimentados meios de salvamento do Reino Unido para o litoral russo, no Pacífico, em menos de 80 horas, ratificando a necessidade de que uma instituição internacional, o ISMERLO<sup>4</sup>, mediasse e facilitasse o resgate de submarinos acidentados<sup>5</sup>.

Em sua palestra de abertura do Estágio de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos (EQFCOS), Albuquerque Júnior afirmou:

Em 10 anos de análise, a Marinha Norte Americana constatou 41 incidentes (incêndios, alagamentos, colisões, etc.), o que corresponde a 4 incidentes por ano. Desses

<sup>2</sup> Disponível em: <http://www.ismerlo.org/assets/Russia/russia.htm>. Acesso em: 17 jun 2011.

<sup>3</sup> Ciclo de Palestras Força de Submarinos 95 anos, 1., 2009, Rio de Janeiro. **Resgate do Mini-Submarino Priz em 2005 na península de Kantchaka**. Empresa James Fisher Defense, 2009.

<sup>4</sup> *International Submarine Escape and Rescue Liaison Office*, criado em 2004 e sediado nos EUA.

<sup>5</sup> Ciclo de Palestras Força de Submarinos 95 anos, 1., 2009, Rio de Janeiro. **Resgate do Mini-Submarino Priz em 2005 na península de Kantchaka**. Empresa James Fisher Defense, 2009.

incidentes, 10 evoluíram para sinistro/naufrágio, perfazendo 1 sinistro por ano, o que é considerado significativo. (Albuquerque Júnior, 2009, p. 3)

Faz-se mister a distinção das formas de preservação da vida existentes no caso de incidentes/acidentes envolvendo submarinos. A reflutuação do submarino com sua tripulação em uma operação denominada “resgate”, une as operações de socorro e salvamento. O salvamento está relacionado somente ao material, enquanto o socorro busca a preservação de vidas humanas e pode ocorrer no escape<sup>6</sup> ou no traslado com segurança dos tripulantes para um navio de superfície com o acoplamento de um veículo de resgate submarino, pilotado ou remoto, ao submarino (OLIVEIRA, 1991).

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 Marinha do Brasil (MB), tem o propósito de analisar estruturas e procedimentos ostensivos voltados para o socorro submarino na MB, possibilitando a concepção de aprimoramentos na capacitação das Operações SARSUB para um submarino nuclear.

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 possi-

---

<sup>6</sup> Esta manobra consiste simplesmente em se executar uma subida livre até a superfície, ou seja, abandonar o submarino utilizando um macacão especial, que pode ser inflado dentro do submarino, permitindo a subida do escapista e já na superfície, o traje funciona como proteção à hipotermia, por exemplo, enquanto aguarda o socorro (OLIVEIRA 2011).

bilitem subsidiar um plano de capacitação da MB no socorro à tripulação do futuro submarino nuclear.

A fim de atender ao propósito deste estudo serão apresentados uma descrição dos atuais sistemas e serviços de socorro submarino no Brasil. 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 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<sup>7</sup>, 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).

---

<sup>7</sup> O esnórquel é um mastro específico utilizado para a captação do ar externo a fim de renovar a atmosfera interna do submarino.

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<sup>8</sup>. 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 que se considerar as diferentes formas de emprego estratégico dos submarinos convencionais e nucleares que resultarão táticas distintas, influenciando no emprego do sistema de socorro submarino atualmente em uso na MB.

---

<sup>8</sup> A renovação da atmosfera no interior de um submarino é feita por hidrólise, ou seja, a quebra da molécula da água. Há dois pólos elétricos, onde o oxigênio se concentra no anodo (pólo negativo) e o hidrogênio no catodo. Para isso há a necessidade de muita energia, o que não é problema para um reator nuclear (Bechler, 2011).

### 3 POR QUE A MARINHA DO BRASIL DECIDIU FAZER SARSUB?

A MB opera com submarinos há 97 anos e, desde então, mesmo que o resgate fosse algo remoto, havia a preocupação de inicialmente poder salvaguardar a tripulação e o meio propriamente dito, já que a sua posse pelo inimigo é extremamente indesejável.

Nesse sentido, a MB se alinhava a Europa e aos EUA a fim de obter o conhecimento para operar os submersíveis e de obter conhecimento na área de resgate de tripulações de submarinos.

Nos anos 30, a MB operava submersíveis há quase 20 anos e, com a expertise adquirida neste período, foi constatado que a ajuda estadunidense não poderia nos auxiliar em tempo hábil, pois mesmo operando com submarinos plenamente e possuindo seus próprios sistemas de resgate, o afastamento do Brasil era um grande empecilho (OLIVEIRA, 2011).

A falta de padronização das escotilhas de salvamento também não permitia o auxílio direto para os nossos navios. Outro fato, neste caso interno, era a visão negativa que os submarinistas brasileiros tinham em relação às operações SARSUB, que não tinham nenhuma credibilidade. O submarinista tinha para si que, se algum acidente ocorresse, estaria só, na tentativa de sobreviver.

Porém, um acidente em especial foi o ponto de inflexão que provocaria a mudança neste tipo de pensamento. O acidente com o USS “Squalus” em 1939, onde houve 26 mortos e 33 tripulantes presos no compartimento de vante que foram resgatados pelo recém comissionado SRC<sup>9</sup> “McCann”, fez com que a possibilidade do resgate de uma tripulação completa se tornasse possível (OLIVEIRA, 2011).

---

<sup>9</sup> *Submarine Rescue Chamber*. Anexo A, Figura nº 1.

Antes e durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), onde observou-se a maior atividade de submarinos, não houve grandes avanços no resgate de tripulações de submarinos, dando-se maior ênfase para o escape, pois o esforço de guerra assim como as hostilidades, não permitiam conduzir uma operação Sarsub a contento, mas mesmo assim havia uma preocupação, principalmente dos estadunidenses, em desenvolver técnicas e procedimentos para um possível resgate a tripulações de submarinos. No final desta guerra, os EUA já dispunham de algum recurso de salvamento além do escape e já havia, mesmo que velada, uma intenção de deslocar esses meios para o Brasil, caso houvesse um sinistro com algum dos submarinos da MB. Porém os acidentes continuavam a ocorrer pelo mundo e nos EUA e essa intenção não foi concretizada (OLIVEIRA, 2011)

Desde então em meados dos anos 50, com a aquisição da corveta “Imperial Marinho”, V15, que materializava um desejo de poder dar a esquadra algum navio de salvamento e que contribuiu para dar partida neste pensamento no Brasil.

Na seqüência, no início dos anos 70, a MB adquiriu o USS Skylark, renomeado NSS Gastão Moutinho, K10, que realmente deu partida ao contato com meios específicos de operações de Sarsub. O navio já apresentava recursos destinados especificamente à essa faina, como fundeio a 4 pontos e um sino nos moldes do sino tipo SRC McCann, que proporcionou à MB um salto para o desenvolvimento de conhecimento em operações de salvamento e socorro, porém em uma das operações de adestramento com o sino, ainda não tripulado, o mesmo foi perdido devido a uma avaria no terminal do cabo de aço por onde portava o sino (OLIVEIRA, 2011).

Este fato travou a evolução das operações de socorro na MB, mas os acidentes com submarinos continuavam a ocorrer e mesmo os EUA com sistemas mais confiáveis, ain-

da eram insuficientes para nos apoiar aqui no hemisfério sul, até que uma análise da Marinha dos Estados Unidos da América (USN) constatou que mesmo com a vasta extensão dos mares e profundidades onde o resgate é impossível, devido á pressão externa ser maior do que a pressão de colapso do casco rígido dos submarinos, os sinistros tinham ocorrido, na sua maioria, algo em torno de 90%, em águas rasas<sup>10</sup> e passíveis de resgate (COSTA, 2009).

Nesse estudo, a USN verificou os sinistros ocorridos no período de 10 anos e constatou que em 41 incidentes, sejam por colisão, incêndio e alagamento, com uma média de 4 incidentes por ano, 10 evoluíram para sinistro/naufrágio, havendo 1 sinistro por ano (ALBUQUEQUE JÚNIOR, 2009; OLIVEIRA, 2009).

Esta constatação juntamente com o desejo da MB, ainda mais forte, de poder ter meios de oferecer uma chance de socorro para suas tripulações de submarinos, acarretou que em 1988, por meio de uma compra de oportunidade, a MB adquiriu na Finlândia o NSS “Felinto Perry”, 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<sup>11</sup> 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).

O navio foi incorporado em 1989 e a tripulação enfrentava grandes dificuldades, pois a aquisição de oportunidade, não permitiu uma logística que atendesse ao navio plenamente, já que o navio incorporava tecnologia muito específica e muito diferente do que os órgãos técnicos conheciam e dominavam, seja o sistema de mergulho em si ou o sistema de ma-

<sup>10</sup> Águas com profundidade menor que 60 metros (BRASIL, 2007).

<sup>11</sup> Técnica de mergulho pela qual o mergulhador recebe a mistura respiratória hélio-oxigênio, através de mangueras. Empregada em mergulho profundo, isto é, profundidades entre 57 e 330 metros e tempo de mergulho maior do que 12 horas. A descompressão é contínua e com velocidade extremamente lenta (BRASIL, 2005).

nobra do navio, pois o mesmo já trazia o sistema de DP (posicionamento dinâmico), que permite ao navio manter posição em um determinado ponto utilizando um computador que monitora e determina demandas para as máquinas, este recurso substituiu o antigo, mas ainda válido sistema de fundeio a 4 pontos, acarretando a subutilização do navio. Portanto, o navio era utilizado em funções secundárias e a manutenção e aquisição de sobressalentes eram sazonais e dependiam de alocação de recursos de monta, pois tanto os sobressalentes assim como a assistência técnica eram importados (COSTA, 2009).

O navio estava condenado a subutilizar seus sistemas quando a firma CONSUB, que fabricava minas para a MB e especializada em tecnologia de mergulho, aceitou o desafio proposto. Projetou e montou um sino atmosférico nos moldes do SRC “McCann”, assim como todos os sistemas agregados como, por exemplo, o sistema de energia, renovação de atmosfera, comunicação utilizando o próprio guindaste do navio para lançamento e recolhimento. O primeiro teste de aceitação foi em 1996. Após o sucesso comprovado, foi construído um novo sistema de lançamento dedicado, tipo pórtico “*A-frame*”<sup>12</sup>, substituindo o guindaste do navio, que é utilizado como sistema de recolhimento em emergência (OLIVEIRA, 2011).

Porém no meio dessa dificuldade logística que em algumas ocasiões abalava os alícerces na busca da expertise em SARSUB, o aquecimento do mercado de petróleo no Brasil e na sequência o desaquecimento do mesmo mercado no Mar do Norte, trouxe os navios que lá operavam e junto com eles as firmas de *off shore*<sup>13</sup> para o Brasil, dentre elas o fabricante do NSS “Felinto Perry”, que facilitou de sobremaneira a aquisição de sobressalentes e a assistência técnica.

<sup>12</sup> Anexo A - Figura nº 2. Sistema de lançamento que permite maior segurança, principalmente no lançamento e recolhimento, situações que o SRS sofre maior efeito do jogo do navio.

<sup>13</sup> Companhias ou navios que são normalmente especializadas/utilizados na indústria de petróleo e gás natural provenientes de plataformas petrolíferas, situadas em alto mar. Disponível em: <http://www.brasiloffshore.com>. Acesso em: 19 jun 2011.

A Petrobrás, com o aquecimento do mercado de petróleo nacional, necessitava de mergulhadores profundos<sup>14</sup> e assinou com a MB um convênio, onde a firma em questão construiria um centro hiperbárico e a formação dos novos mergulhadores ficaria a cargo da MB. Isso capacitou aos mergulhadores mergulharem até 300 metros, coincidindo com a profundidade máxima de operação do sino atmosférico, resolvendo assim um grande problema, já que a aproximação final do sino é feita com o auxílio de um cabo de aço, cuja extremidade tem que ser fixada, por um mergulhador na escotilha do submarino. O cabo de aço é tracionado por um guincho específico, localizado na saia do sino, permitindo o alinhamento necessário para o acoplamento perfeito no convés do submarino (AMARAL, 2006).

A ocorrência de dois eventos vieram reforçar a importância de todo esse esforço despendido na área de socorro submarino. O primeiro foi o afundamento do submarino russo “Kursk”, que teve grande repercussão mundial e que causou a morte de uma tripulação inteira desnecessariamente, em parte causado pela péssima condição do material e da falta de adestramento do pessoal da Marinha Russa. O segundo foi o afundamento do submarino brasileiro “Tonelero”, no cais, que mostrou para toda a MB que necessitamos de um sistema de SARSUB confiável e operativo. Foi constatado, portanto, que a distância do recurso de SARSUB aliado à falta de infraestrutura para receber um sistema aero-transportado corroboravam ainda mais para que a MB desenvolvesse seu próprio sistema de SARSUB.

O sistema estadunidense, o *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV), é transportado pelo C-5A/B (Galaxy), C-17A (Globmaster) ou até um Antonov-124 carregando o sistema de resgate e equipamentos de apoio. Alguns equipamentos podem ser desdobrados em vários C-130 (Hércules) e somente os aeroportos do Rio de Janeiro e Salvador já foram ho-

---

<sup>14</sup> Mergulhadores profundos são os que mergulham na faixa de 50 a 300 metros, utilizando a técnica do mergulho saturado.

mologados para receber este sistema, pois possuem vias terrestres sem obstruções e portos com facilidades de guindastes e manobra de cargas que poderiam embarcar o sistema em um navio de oportunidade (NDO)<sup>15</sup>. Os possíveis navios cujas características podem servir para um NDO devem ser catalogados, de forma que, na caso de uma SARSUB, dentre os previamente relacionados, o disponível possa ser prontamente mobilizado. A Diretoria de Portos e Costas (DPC), possui registro de mais de 80 navios do tipo *supply* com área de convés disponível<sup>16</sup> (OLIVEIRA, 2011).

Portanto, tais fatos corroboram totalmente com a decisão de capacitar a MB em operações SARSUB. Atualmente no Hemisfério Sul, somente a MB e a Marinha Australiana possuem essa capacidade. Mas mesmo assim, devido ao nosso imenso litoral aliado à aquisição e construção de novos submarinos, dentre eles o com propulsão nuclear, certamente teremos que repensar o sistema atual, que será alvo em um capítulo específico.

---

<sup>15</sup> O NDO é basicamente um navio *off shore*, cuja área livre na popa permite a montagem de contêineres e o sistema de lançamento do veículo de socorro, que compõem o sistema de socorro (JAMES FISHER DEFENSE, 2008 – Anexo A. Figuras nº 5 e 7).

<sup>16</sup> Anexo A – Figura nº 7.

#### 4 A ATUAL CAPACITAÇÃO DA MARINHA DO BRASIL

A aquisição do “Holger Dane”, renomeado para “Wildrake” e finalmente “NSS Felinto Perry”, K11, promoveu mais um grande salto na busca da já tão desejada autonomia em operações SARESUB (ALBUQUEQUE JÚNIOR, 2009; OLIVEIRA, 2009).

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 de tecnologia subaquática, 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 viagem<sup>17</sup> realizada. Baseado em um sino hiperbárico de mergulho e nos princípios já existentes e testados do sino “McCann”, este projeto é conhecido hoje como Sino de Resgate Submarino (SRS)<sup>18</sup> (OLIVEIRA, 2011).

Após o sinistro do Submarino “Tonelero” em 2000, o Comando de Operações Navais (CON), responsável na MB pelo socorro submarino<sup>19</sup>, 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 submarino sinistrado. Ato contínuo, modernizações e revitalizações em diversos sistemas do NSS foram sendo realizadas (GLATTHARDT, 2009).

<sup>17</sup> 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.

<sup>18</sup> Anexo A. Figura nº 2.

<sup>19</sup> BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-305**: Doutrina Básica da Marinha. Brasília, 2004

Entre 1993 e 2000 foram realizados cinco exercícios de localização e passagem de ar com os antigos submarinos da classe “Humaitá” (GLATTHARDT, 2009). 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 (OLIVEIRA, 2011).

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, pois o SRS foi projetado para suportar uma pressão interna de até 5 ATA<sup>20</sup>, o equivalente a 40 metros de profundidade. Deste modo, o embarque dos socorridos é feito equalizando a pressão interna do sino com a pressão interna do submarino, durante o acoplamento na escotilha de escape do vavio sinistrado. Mas como o sistema não dispõe de uma câmara apropriada, assim que o SRS chega ao convés do NDO, para transferência dos escapistas que estão no sino, esta vantagem não tem efeito prático (OLIVEIRA, 2009).

---

<sup>20</sup> Atmosferas absolutas. Pressão exercida pela água em determinada profundidade acrescida da pressão atmosférica (BRASIL, 2007).

O sistema conta também com um Veículo Submarino de Operação Remota de pequeno porte dotado de câmera de vídeo, 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*)<sup>21</sup> 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 foi substituído em 2004, por um bem mais moderno, que congrega dados de várias referências (satélite, DGPS<sup>22</sup> - substituído em 2004 -, transdutores hidroacústicos – substituído por mais moderno em 2008 -, 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 navio (COSTA, 2009).

---

<sup>21</sup> Anexo A. Figura nº 4.

<sup>22</sup> *Diferencial Global Positioning System*. Um GPS mais preciso.

## 5 O RESGATE DE SUBMARINO NUCLEAR

Pouco se fala ou se escreve especificamente sobre resgate de tripulações de submarinos com propulsão nuclear, mas a princípio, mesmo com as diferenças inerentes entre submarinos de propulsão nuclear e convencional, os sistemas SARSUB para ambos os navios são os mesmos e vão desde a padronização das escotilhas de salvamento até os sistemas de emergência mais comuns, como por exemplo as velas de O<sub>2</sub><sup>23</sup>. Estas padronizações nomeadas de *standard agreement* (STANAG) são adotadas por todos os países que operam submarinos, a fim de aumentar as chances de socorro, estando o submarino navegando nas águas de seu país ou em águas estrangeiras.

### 5.1 Resfriamento do reator nuclear

O submarino nuclear utiliza o calor gerado pela fissão nuclear como fonte de energia para o aquecimento de água e, como uma grande máquina a vapor, necessita de grande quantidade de água para o resfriamento do sistema de resfriamento do vapor.

O sistema de resfriamento é composto por dois sistemas diferentes: o primário e o secundário, sendo que só o secundário possui um resfriador cuja troca de calor é feita com água salgada. Isso evita contaminação por água salgada do sistema primário e o escape de radiação para o exterior. Os sistemas primário e secundário são completados com água desmineralizada, por uma série de motivos, mas o principal é evitar a incrustação de sólidos nas paredes internas dos tubos, acarretando má troca de calor e conseqüentemente superaquecimento

---

<sup>23</sup> Produtos químicos dispostos em uma estrutura tubular que lembram uma vela, que em reação, produz O<sub>2</sub>.

da água de resfriamento. Para esses sistemas operarem perfeitamente a admissão da água salgada é em grandes volumes e, por projeto, se localiza na parte inferior do casco do submarino a fim de permitir a admissão de água salgada inclusive quando o submarino estiver na superfície, mesmo com a situação climática desfavorável.

Em caso extremo, por falta de refrigeração, um sistema muito confiável, desliga o reator, pelo acionamento automático dos controles do reator (BECHLER, 2011).

## 5.2 Vazamento radioativo

Considerando-se as diferenças dos submarinos convencionais e nucleares, podemos observar imediatamente a maior profundidade, a maior autonomia, maior tripulação, dentre outras, mas a diferença mais notória e que requer cuidado especial é a presença de radioatividade, originada dos componentes radioativos que formam os elementos combustíveis do reator.

O reator tem toda uma proteção blindada especial que garante a segurança da tripulação e o isola e protege totalmente, como observamos com o submarino “Kursk”, em 2000, que mesmo com a vilenta explosão na proa, o reator não foi danificado, outro exemplo, o submarino USS “San Francisco”, em 2005, que colidiu com o fundo a 35 nós, retornou para a superfície e também com o reator intacto. Porém a avaria no reator, mesmo que remota tem que ser levada em consideração e em uma SARSUB de submarino nuclear, os meios envolvidos devem ter a capacidade de monitorar e conter esse tipo de contaminação (MAIA, 2007).

Com toda essa segurança desenvolvida, seja pelo compartimento blindado ou atuação de sistemas confiáveis de segurança, seria improvável que uma avaria no reator obrigaria

ao navio pousar no fundo. Isto ocorreria em decorrência de avaria na própria plataforma, seja por entrada de água ou avaria na propulsão.

A contaminação, porém, deve ser considerada, pois se todas essas seguranças falhem o que poderia acontecer seria a perda de estanqueidade das paredes do compartimento do reator e mesmo assim a possibilidade de contaminação do meio interno e externo seria remota (BECHLER, 2011).

No caso de um sinistro, onde todas as seguranças falhem, e o fato acima venha a acontecer, a tripulação é treinada para criar zonas protegidas e há a possibilidade de monitorar o ambiente interno e avisar ao navio de socorro e no caso de envio de mergulhadores, o ROV poderá colher amostras de água das proximidades do reator e levá-las para a superfície, para medição de níveis de radiação.

Porém os meios envolvidos no SARSUB, devem estar prontos para receber e tratar pessoas contaminadas, configurando assim mais uma diferença em comparação a meios que fazem SARSUB de submarinos convencionais. Para tal, este novo sistema deverá possuir um sistema de monitoramento de radiação, assim como estações de descontaminação, seja para a tripulação do próprio navio sinistrado, a tripulação do veículo de resgate, que apresentará níveis de contaminação bem inferior, devido ao rodízio e acompanhamento individual e até para mergulhadores, que por ventura possam ser utilizados no operação e que também terão níveis de radiação muito baixos ou insignificantes, devido a utilização de roupa específica que o isola do meio externo, ou seja, do contato com a água, chamadas de roupa seca, aliado ao curto tempo de exposição (BECHLER, 2011).

No caso de componentes da tripulação contaminados e pela exposição certamente terão níveis mais altos, sendo que a simples remoção da roupa contaminada, seguida de um banho, já reduzem bem os níveis de contaminação.

E, no pior caso, além da contaminação, a tripulação do navio sinistrado, por algum motivo de vazamento nas redes de ar comprimido, estiver sob pressão e cuja repentina despressurização causaria doenças descompressivas. Para evitar isso, o sistema de SARSUB deve contar também com um subsistema de Transferência sob Pressão (TUP) e uma câmara hiperbárica só para atender essa tripulação.

Portanto, a fim de viabilizar o SARSUB, é necessário que o submarino esteja estático e a melhor maneira é fazer com o submarino pousado no fundo, permitindo o acoplamento do veículo de socorro à sua escotilha, conforme aconteceria em um caso real de acidente, o que de acordo com o explicitado no item 5.1, seria inviável. A solução seria uma admissão secundária acima da quilha permitindo a admissão de água salgada mesmo com o submarino pousado no fundo. Porém, para um submarino que pode atingir profundidades em torno de 1.500 pés, ou algo em torno de 500 metros (quase o dobro da profundidade máxima do SRS), um sistema a mais de água salgada representa mais uma vulnerabilidade do que uma redundância, logo esta opção foi descartada (BECHLER, 2011).

Neste sentido, a decisão da MB em fabricar um submarino convencional Scorpène é acertada, pois com este meio a MB poderá manter a expertise adquirida, inclusive, utilizando os mesmos sistemas atuais de SARSUB, ficando muito mais fácil a evolução de uma doutrina existente do que a implementação de uma totalmente nova a fim de atender às necessidades já apontadas em manter a capacitação em SARSUB (OLIVEIRA, 2011).

Outra opção seria adaptar a solução adotada pela USN, que somente possui submarinos nucleares, utilizando 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, como o caso do exercício feito em parceria com a Armada Chilena, representada pelo submarino Simpson (OLIVEIRA, 2011).

Estados que possuem submarinos nucleares, não tem como exercitar o SARSUB, por completo nesses meios. Os exercícios são desenvolvidos somente com os veículos até o acoplamento em *false seats* e os submarinos realizam o escape pela escotilha de salvamento. A USN, por exemplo, investe no sistema de socorro, de modo que a tecnologia empregada, consiga superar esse obstáculo e outros Estados, como por exemplo a França, além da tecnologia, se utilizam da expertise adquirida nos exercícios com os submarinos convencionais de modo que o SARSUB seja realizado com sucesso, na ocasião ainda inédita em um submarino nuclear (OLIVEIRA, 2011).

Podemos, portanto, considerar que as possíveis diferenças nas operações de resgate entre submarinos convencionais e nucleares, onde não há vazamento de radioatividade, sejam muito pequenas. Porém, é inegável a distinção de suas plantas propulsoras o que remete a uma reflexão sobre possíveis acidentes envolvendo reatores nucleares. A operação SARSUB de um submarino nuclear, devido às particularidades do navio, demandará uma evolução muito grande seja material e pessoal, caso sejam previstas todas as possibilidades, em comparação ao desenvolvido pela MB atualmente, caracterizando uma nova operação, totalmente diferente, porém com os mesmos objetivos.

## 6 COMPARAÇÃO DO SISTEMA ATUAL DA MB COM O NSRS

O novo submarino nuclear brasileiro trará consigo além da tão almejada capacitação estratégica, o desenvolvimento tecnológico, observado com aumento da profundidade de operação, que hoje é superior a 300 metros para uma profundidade superior a 400 metros. Mesmo com a imprecisão destes dados, por se tratarem de informação sigilosa, o simples aumento de 100 metros na cota de operação, a maior autonomia, e velocidade dos novos meios, somado à característica da plataforma continental, onde o gradiente de profundidades é mais suave, a área onde pode ocorrer um sinistro com possibilidade de sobrevivência da tripulação aumenta demasiadamente (OLIVEIRA, 2011).

Esse fatores elencados acima e ainda com o aumento da tripulação, desqualificam o atual sistema orgânico ao NSS “Felinto Perry”.

O presente capítulo se propõe a comparar o atual sistema SARSUB da MB com o *Nato Submarine Rescue System* (NSRS), o mais moderno sistema de socorro submarino existente no mundo.

O NSRS é um sistema pertencente à França, Noruega e Reino Unido. É um projeto multinacional e contou com o apoio dos Estados que compõem a OTAN e Indústrias de tecnologia submarina, como por exemplo a *Rolls-Royce* e a *Divex*. O sistema foi idealizado em 1990, construído em 2007, entrando em operação em 2008, sendo comissionado com a máxima capacidade operativa, em 2011 e tem previsão de estar ativo até 2033. Foi idealizado com a já reconhecida construção em módulos, a fim de permitir maior flexibilidade, uma vez que pode embarcar em vários navios de oportunidade (JAMES FISHER DEFENSE, 2008).

O NSRS possui um veículo de resgate submarino (SRV), pesando 30 TON e com 9 metros de comprimento. A tripulação é composta por 3 homens, sendo um piloto, um copiloto e um operador da câmara de resgate. O SRV resiste até 610 metros de profundidade e resgata 15 tripulantes por acoplamento. No atual sistema da MB o veículo submarino é um sino hiperbárico (SRS), pesando 3 TON, com uma tripulação de 2 homens e resgata 6 pessoas por acoplamento (JAMES FISHER DEFENSE, 2008; COSTA, 2009).

O SRV é um minisubmarino que opera com o uso de baterias de última geração, e, assim como um submarino convencional, e a carga é feita quando o SRV vem à superfície para embarcar os resgatados para o navio de oportunidade, o que permite uma liberdade de operação muito maior, quando comparado com o SRS, já que o sino é conectado a cabos de aço e o embarque para o NSS “Felinto Perry” é feito em um processo muito parecido com um elevador. Esse sistema de lançamento e recolhimento, por si só representa uma limitação, pois depende muito das condições atmosféricas na superfície (JAMES FISHER DEFENSE, 2008; COSTA, 2009).

O NSS “Felinto Perry” opera com uma velocidade média de 10 nós e com o sistema orgânico não consegue chegar a área do sinistro em tempo hábil, seja pelo aumento da área de SARSUB ou pelo tamanho do litoral brasileiro. Para isso o ideal é que o sistema SARSUB possa ser aerotransportado, de modo que em um navio de oportunidade pré selecionado possa ser montado, e tão logo esteja pronto, o navio possa suspender e estar em menos tempo na área do sinistro. O sistema concebido para o NSS “Felinto Perry” não pode ser aerotransportado e nem desmontado, e, ao contrário, o NSRS é desmontável e alocado em contêineres, que compõem o sistema na montagem no convés do navio de oportunidade. Os contêineres, assim como o próprio SRV, podem ser transportados por um Hércules (C-130), que

consegue transportar até 79 TON<sup>24</sup> para algum aeroporto mais próximo ao sinistro, onde o navio de oportunidade deverá estar está sendo preparado para receber os componentes do NSRS.

Os submarinos convencionais e nucleares, têm sistemas de ar comprimido, utilizado para esgotar os tanques de lastro, para ar de controle dentre outros utilizadores, e, no caso de um vazamento, a pressão interna do submarino vai aumentar além da atmosférica, e se, for mantida por mais de 12 horas, a tripulação ficaria saturada. No caso de um socorro, a repentina queda de pressão pela exposição à pressão atmosférica pode causar doenças descompressivas (DD), transformando-se em um complicativo indesejável no socorro aos tripulantes com conseqüências neurológicas e fisiológicas.

O SRS pode aumentar a pressão interna do sino para equalizar com a pressão interna do submarino, de modo a tornar possível a transferência da tripulação para o veículo de resgate. Porém na superfície, o sistema não previu a transferência sobre pressão (TUP) para uma câmara hiperbárica, onde se iniciaria a descompressão. A limitação do SRS se mostra quando no incremento de pressão, os tripulantes internos do sino também estão expostos, o que não ocorre para o SRV, já que a câmara de resgate é isolada dos piloto e co-piloto, bastando somente substituir o operador de câmara depois de alguns sucessivos acoplamentos.

O sistema orgânico do NSS “Felinto Perry” possui um ROV, que pelas dimensões e potência é empregado apenas para inspeção ou para auxílio para o mergulhador, já que possui iluminação e câmera de vídeo (MAIA, 2007).

O NSRS tem um IROV (ROV de intervenção), que atinge a profundidade superior a 600 metros (superando em muito o limite de utilização do mergulhador – 300 metros) e po-

---

<sup>24</sup> Disponível em: [www.fab.mil.br/portal/aeronaves/htm/c130.htm](http://www.fab.mil.br/portal/aeronaves/htm/c130.htm). Acesso em 20 jun 2011.

de transportar itens de primeira necessidade para a tripulação do submarino sisnistrado, como por exemplo velas de oxigênio, que quando acondicionadas nos PODs (caixas estanques que suportam as pressões em altas profundidades) podem ser transportadas até o submarino e posicionados em um túnel localizado na vela do submarino, e por manobra de escotilhas, o POD poderá ser acessado no interior do submarino, garantindo assim uma melhora da qualidade do ar no interior do mesmo (MAIA, 2007; JAMES FISHER DEFENSE, 2008).

Portanto, o simples aumento na cota de operação em 100 metros, já indisponibiliza o atual sistema do NSS Felinto Perry, porém como a MB ainda operará com os atuais submarinos IKL, a atual configuração SARSUB ainda atende e poderá ser mantida até que sejam substituídos pelos novos Scorpène, ainda convencionais a fim de manter a cultura e expertise SARSUB já adquiridos e desenvolver aos poucos, um novo sistema, seja a modernização do atual ou a substituição para enfim atender as novas demandas do novo submarino nuclear.

O Brasil dominará a tão almejada capacidade de desenvolver projetos e construir submarinos e certamente, com a expertise adquirida, poderá iniciar um novo desafio: um novo veículo de socorro submarino, aos moldes do SRV.

Poderemos também adotar o idéia de concepção e construção do NSRS, ou seja, o Brasil poderia propor desenvolver uma parceria entre países interessados em manter um sistema SARSUB ativo e eficiente na América do Sul, por exemplo Argentina, Chile e Peru, e com o mais importante: com menor dependência de sistemas estadunidenses ou europeus.

Uma base poderia ser construída para ser um centro de aprendizado e doutrina, serviria para a guarda e manutenção do novo sistema, em uma posição estratégica no continente sulamericano, de modo a estar mais equidistante das áreas de operações, com integrantes de todas as marinhas participantes

Os exercícios poderiam ser realizados nas águas onde os navios operam com mais frequência a fim de gerar o conhecimento de todas as áreas operacionais e manter o adestramento no mais alto nível de aprestramento a fim de eliminar algumas variáveis de tantas que envolvem esse tipo de operação.

## 7 CONCLUSÃO

A história mostra que afundamentos de submarinos com suas tripulações não é prerrogativa de algumas Marinhas ou de épocas remotas. 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.

A arma que por excelência é silenciosa e se vale da ocultação, era limitada pela autonomia e velocidade, mas a modernização do sistema de propulsão de uma planta diesel-elétrica para uma nuclear, tais limites quase não existem.

Baseado na estratégia de movimento em que será empregado na vasta extensão da já conhecida Amazônia Azul, o novo submarino nuclear é a melhor solução para garantir o cumprimento de uma das tarefas mais difíceis do poder naval: negar o uso do mar ao inimigo. Porém a tripulação mais numerosa e operando em faixas de profundidade maiores, requer adaptações no sistema de socorro atualmente em uso.

O sistema empregado pela MB permite o resgate de 6 tripulantes por viagem até a profundidade de 300 metros, não sendo compatível com a profundidade de operação do novo submarino nuclear. O ROV utilizado somente tem capacidade de monitoramento e não realiza o acoplamento do SRS à escotilha do submarino para a aproximação final. 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 da atmosférica. E, finalmente, todo o sistema é orgânico ao NSS “Felinto Perry”, não podendo ser desmontado e transportado para ser utilizado em outro navio.

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, o que praticamente impõe a necessidade de um sistema de socorro sediado neste continente.

As grande Marinhas do mundo optaram por um sistema próprio aerotransportado, algumas operam em consórcio, aos moldes do NSRS, outras compartilham a operação ou a manutenção com empresas particulares diluindo os seus custos. Um sistema de socorro submarino que permite essa flexibilidade que possa atender às novas necessidades da MB e, a reboque, de Marinhas sulamericanas, pode representar um grande interesse por parte de nossos vizinhos em investir em um modelo tipo consórcio, reduzindo os elevados custos, seja de fabricação ou aquisição e manutenção.

A MB fez a opção estratégica de construir o protótipo para um submarino nuclear trilhando o caminho natural de outros Estados, ou seja, o desenvolvimento de tecnologias para submarinos convencionais até que atingiram a maturidade para desenvolver um modelo com propulsão nuclear.

Pelo ponto de vista da SARSUB, desenvolvida pela MB, esta foi a decisão mais acertada, pois mesmo com as limitações do atual sistema, o mesmo poderá ser utilizado até que seja decidida a modernização do atual ou a aquisição de um com concepção mais moderna, de modo que a expertise obtida ao longo de pelo menos 20 anos, não se perca. Isso sem mencionar a dificuldade de um submarino nuclear pousar no fundo, devido à restrição imposta à refrigeração do reator.

A evolução para a propulsão nuclear também requer aprimoramento da atividade de socorro, uma vez que a possibilidade de vazamento radioativo, mesmo que remota, 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 e estas alterações devem fazer parte do novo sistema de socorro submarino.

A MB opera submarinos há 97 anos e só faz SARSUB, efetivamente, desde 2000. Serão projetados e construídos novos submarinos convencionais até finalmente, construirmos o submarino nuclear. 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

ALBUQUERQUE JÚNIOR, Bento Costa Lima Leite. *Palestra de Abertura para o Estágio de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos – EQFCOS/2009*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

AMARAL, Marcio Gomes. A importância da assinatura do novo convênio do Brasil X Petrobrás em prol do Centro Hiperbárico do CIAMA. *O Periscópio*. Rio de Janeiro, *Ano XLIV*, n. 60, p. 40-44, 2006.

BARTHOLOMEW, Charles. A. *Mud, Muscle, and Miracles: marine salvage in the United States Navy*. Washington: SSR Incorporated, 1990.

BECHLER, Laurent *Laurent Bechler*: inédito. Rio de Janeiro, 2011. Entrevista concedida a Rogério Rezende de Souza.

BRASIL. Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila de Monteiro Aché. *CIAMA – 201: manual de mergulho a ar*. Rio de Janeiro, 2007.

BRASIL. Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila de Monteiro Aché. *CIAMA – 202: manual de mergulho saturado*. Rio de Janeiro, 2005.

BRASIL. Decreto n. 6.703 de 18 de dezembro de 2008. Estabelece a Estratégia Nacional de Defesa e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Poder Executivo, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Seção 1, p. 4-14.

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. 2009

GLATTARDTH, Marcelo W. P.. Socorro e Salvamento Submarino. *Revista Marítima Brasileira*. Rio de Janeiro, 2009. No Prelo.

JAMES FISHER DEFENCE. *Resgate do Mini-Submarino Priz em 2005 na península de Kantchaka*. Ciclo de Palestras Força de Submarinos 95 anos, Rio de Janeiro, 2009.

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

MAIA, Yran Leite. *Socorro e Salvamento Submarino*. Palestra de Atualização para Oficiais do Comando da Força de Submarinos, maio, 2007.

MOURA NETO, Júlio 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](https://www.mar.mil.br/menu_v/sinopse/Complemento/complemento_22072009.htm). Acesso em: 01 jun 2011.

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

OLIVEIRA, Robson Conde. *Robson Conde de Oliveira*: inédito. Rio de Janeiro, Brasil, 2011. Entrevista concedida a Rogério Rezende de Souza.

OLIVEIRA, Alexandre Fontoura de. *Socorro Submarino na era nuclear: concepção atual e futuras possibilidades para a Marinha do Brasil*. 2009. Monografia (Curso de Estado Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2009

## APÊNDICE A – Entrevista: CF (FRA) Laurent Bechler

O Capitão-de-Fragata Bechler. é oficial submarinista que serviu vários anos em submarinos nucleares franceses, em várias funções, dentre elas, como Chefe de Máquinas.

1) Os Submarinos convencionais operam atualmente com uma tripulação de 40 homens, com o novo submarino nuclear, para quanto seria aumentada a tripulação e qual a profundidade de colapso?

R: Aqui são dados específicos para o submarino que será definido pela MB. Para dar elementos de comparação, a tripulação de um submarino de ataque com propulsão nuclear francês é de 75 homens. A profundidade de colapso é secreta, mas maior do que 400 metros.

2) Qual(is) avaria(s) poderia(m) ocorrer a bordo, originada(s) no reator, que poderia(m) causar o pouso do submarino no fundo?

R: Nenhuma avaria originada no reator obrigaria o submarino a pousar no fundo. Pouso no fundo só decorreria de uma avaria da plataforma (entrada de água, avaria de propulsão, avaria de navegação com choque no fundo). Mas o pouso no fundo teria consequências possivelmente graves para o reator.

3) Quando o submarino pousar no fundo, quais seriam as consequências para o reator nuclear?

R: A consequência mais grave seria a perda total da refrigeração do combustível nuclear, por causa do entupimento dos circuitos de refrigeração por areia ou vasa (ou por fechamento das válvulas de entrada/saída por causa de vazamento grave do circuito).

Sem refrigeração, uma parte do combustível poderia ser danificada (ocorrência muito improvável, mas com probabilidade não nula), o que poderia ter os impactos seguintes:

- Vazamento de elementos radioativos na água do circuito primário e eventualmente secundário,
- Vazamento de elementos radioativos no ar do compartimento reator, com o aumento da temperatura e da pressão daquele compartimento, podendo finalmente acabar pela contaminação do ar dentro alguns compartimentos.

Outra avaria possível decorrente de um pouso no fundo seria a quebra de alguns elementos combustíveis, contaminando a água primária. Neste caso, não deveria ter contaminação atmosférica.

Enfim, se o submarino chocou fortemente no fundo, pode-se imaginar a perda de estanque das paredes do compartimento nuclear, com vazamento do ar levemente radioativo do compartimento reator nos compartimentos adjacentes.

De qualquer forma, o reator será desligado antes ou imediatamente depois do pouso (inserção automática dos controles do reator). A energia elétrica do bordo será fornecida por uma bateria de capacidade fraca. A perda total da energia elétrica será então muito rápida (algumas horas).

Não se deve esquecer que, além disso, bater no fundo pode danificar a bateria. Entrada de água do mar na bateria pode contaminar a atmosfera com cloro. Também a planta de produção de oxigênio (modelos vigorando nos submarinos franceses) usa produtos químicos perigosos, que poderiam contaminar a atmosfera em caso de choque violento.

4) Tais conseqüências poderiam ser resolvidas com os recursos a bordo?

R: Têm, a bordo, vários dispositivos de refrigeração do reator de socorro, com papel evitarem a fusão do combustível nuclear. Esses dispositivos usam água de tanques dedicados. Se o pouso danifique esses tanques, o bordo não terá meio certo de evitar pelo menos a danificação de alguns elementos combustíveis (depende da potência residual do combustível).

Para se proteger da contaminação do ar, a tripulação pode usar máscaras de ar respirável individuais, ligados ao circuito de ar HP. Esse vai aumentar sensivelmente a pressão interna do submarino e pode comprometer equilíbrio com atmosfera do sino.

Os equipamentos de sobrevivência compõem baterias específicas, para não ser dependente da bateria do submarino.

5) Qual a avaria poderia ser mais grave? Quais as chances desta avaria acontecer?

R: Como já escrito, a avaria mais grave, no que diz respeito ao reator, seria a perda total dos meios de refrigeração. Entretanto, esta avaria fica muito improvável.

6) Alguma avaria poderia contaminar a tripulação?

R: Sim:

Perda dos meios de refrigeração do reator, perda de estanquidade das paredes do compartimento reator: possível contaminação radioativa;

Entrada de água no compartimento da bateria, danificação da planta de oxigênio, vazamento dos tanques de água preta: possível contaminação química.

7) E o meio externo, poderia ser contaminado?

R: O meio externo poderia ser contaminado caso o casco do submarino, ao nível do compartimento reator, tivesse perdido estanquidade. Probabilidade muito fraca.

Deve-se também considerar que, perto do casco do submarino, ao nível do compartimento reator, tem possibilidade de níveis altos de radiações ionizantes. Para os submarinos fran-

ceses, tem uma cama de água proibida para mergulhadores ao nível deste compartimento (de 50 cm a 100 cm quando o reator tiver desligado).

Nesta ocasião, o sistema SAR já estaria sendo acionado, e após a localização do submarino sinistrado, a primeira ação seria via WQC, efetuar algum tipo de comunicação. A partir desse momento, um robo de mergulho faria uma inspeção ao redor no submarino.

8) Nesta inspeção é possível que o robo detete algum tipo de radiação, que contaminaria o meio externo?

R: Com certeza, o robô detectará radiações, sem estar capaz de determinar se estão provas de anomalia a bordo, porque tem radiações em situação normal.

Para avaliar a contaminação do meio externo, terá que coletar amostras de água perto do casco, ao nível do reator, e as levar para o navio de superfície, onde elas poderão ser analisadas.

9) Esta pergunta é porque o próximo passo seria enviar um mergulhador para conectar mangotes de ar de alta de modo que o ar fornecido possa novamete trazer o submarino para a superfície. E neste caso, se o meio externo contaminado poderia também contaminar o mergulhador?

R: Sim.

10) Como vai acontecer?

R: Os elementos radioativos vão se colar no corpo e equipamentos do mergulhador, que permanecera exposto às radiações durante o tempo da mergulha. Para se proteger, é importante que nenhuma parte do corpo dele seja nua. Com isso, quando se desvestir, ele retirará toda a contaminação (ele terá que ser ajudado, no navio, para equipes também protegidas em roupas específicas de radioproteção). O equipamento dele deverá ser descontaminado depois.

A duração da mergulha dependera do nível de radioatividade da água e devera ser calculada. Não poderá ser antecipada porque depende de muitos fatores. As amostras de água darão a primeira informação para fazer o calculo. O mergulhador também devera ser equipado com dosímetros individuais, calibrados com alarme dando sinal de fim de mergulha quando atingir a dose de radiação autorizada.

Enfim, o navio de superfície devera ter lugar de descontaminação e possuir contadores do corpo inteiro para verificar a não contaminação das pessoas (mergulhadores, tripulantes do submarino, equipes de desvestição). O navio de superfície também deveria ter capacidade de tratar, pelo menos basicamente, tripulantes do submarino radioacidentados.

A seguir o próximo evento é arriar o sino atmosférico para que os tripulantes possam ser resgatados. Neste sino há dois tripulantes e seis resgatados.

11) No caso de contaminação por radiação da atmosfera interna do submarino, os tripulantes do sino conviveriam com os submarinistas contaminados durante o traslado do sino do submarino sinistrado. Haveria risco de contaminação para estes tripulantes? No caso afirmativo, de quanto em quanto tempo deverá haver o rodízio dos tripulantes do sino?

R: Tem risco, sim. Normalmente, os tripulantes de submarinos nucleares são treinados para evitar contaminar-se e criar, a bordo, zonas protegidas, especialmente o compartimento de sobrevivência. Mas jamais se poderá excluir o caso de tripulantes contaminados, seja exteriormente (poeira nas roupas), seja interiormente.

Para os tripulantes do submarino, o mais grave é contaminação interna porque será muito difícil tira-la. Mas para os tripulantes do sino, o mais perigoso é contaminação externa porque ela fica muito móvel e poderá os contaminar.

Caso for estabelecido que o ar for contaminado no compartimento de resgate, os tripulantes deverão ser vestidos com roupas específicas, e respirar por meio de uma máscara totalmente estanque.

O ritmo do rodízio não pode ser calculado antes porque depende muito do nível de contaminação a bordo do submarino e da natureza dos elementos radioativos. O sino deverá ser equipado com aparelhos de monitoração da radioatividade (que permitira calcular a dose recebida pelo pessoal) e os tripulantes do sino deverão também ser equipados com dosímetros individuais, calibrados com alarme dando sinal de ter atingido a dose máxima autorizada.

12) Como funcionam os circuitos de refrigeração? Como é o fornecimento de água salgada para os circuitos primário e secundário?

R: Não tem água salgada nos circuitos primários e secundários porque o sal danificaria muito rapidamente os equipamentos e as barreiras de estanquidade entre o combustível nuclear e o compartimento de máquinas. Esses dois circuitos usam água pura desmineralizada.

A refrigeração principal do reator é feita por meio de um trocador de calor entre o circuito secundário e um circuito de água do mar. Dentro deste trocador, a água secundária, sob forma de vapor, se condensa e transmite suas calorias para a água do mar. Esse circuito possui uma bomba.

Normalmente têm tantos circuitos de refrigeração quantas turbinas vapor. Nos submarinos franceses, têm duas turbinas. Então têm dois circuitos. Mas não sei quantas turbinas terá o submarino brasileiro.

Quando o reator esta desligado, a refrigeração é feita por meio de um pequeno trocador de calor entre um circuito fechado específico (usando água neutra) e um circuito de água do mar diferente dos primeiros acima mencionados. Esse circuito fechado ira depois resfriar o circuito primário (o princípio geral é de não por em contato água primaria e água salgada. Cada vez tem um circuito intermediário, seja o circuito secundário, seja este circuito fechado).

Os circuitos de refrigeração de socorro do reator são simples: têm tanques de água neutra dedicados, e bombas HP, ligadas à bateria, podendo injetar a água diretamente no reator. A evaporação daquela água resfria o reator. Mas isso acaba quando o tanque está vazio.

13) Na pergunta nº 3, o Sr mencionou que o pouso no fundo poderia entupir os circuitos de refrigeração. Pelo o que entendi a admissão ficaria na parte mais inferior do submarino, isso para aproveitar a circulação de água por convecção, presumo eu e assim não precisar de nenhuma bomba que certamente será o gerador de mais um ruído a bordo. Mas não existe mais nenhum circuito de emergência, seja desta vez com a utilização de bombas e admissão de água salgada por outros caminhos?

R: Na construção de submarinos, tem um princípio forte: minimizar o numero de circuitos de água do mar, para minimizar o risco de vazamento de água.

Todos os circuitos de água do mar têm admissão em parte baixa:

- porque a admissão deve ser abaixo da saída (evitar aspirar de novo água quente)

- talvez para beneficiar do princípio de convecção (entretanto é muito pouco usado)

- mas a razão maior é para que a admissão fique abaixo da água quando o submarino está em superfície, qualquer estado do mar tiver.

Nos submarinos franceses, não tem circuito de emergência com admissão em parte superior, para respeitar o princípio de minimização dos circuitos de água salgada. Isso não pressupõe que o projeto brasileiro respeite a mesma regra.

14) É possível que o sistema de resfriamento possa ser suprido por um navio de superfície, com a utilização de mangotes? ( similarmente como é feito quando conectamos ar HP no piano externo)

R: É possível, sim. Quando o submarino ficar em obras e que as bombas de refrigeração estiverem fora do bordo, mantemos a refrigeração por meio de mangotes e de uma bomba no cais.

Então se pode imaginar fazer a mesma coisa a partir de um navio de resgate. A dificuldade será de armazenar mangotes rígidas de grande diâmetro a bordo, com comprimento pelo menos duas vezes a profundidade do submarino. Para os mergulhadores, será um trabalho difícil coloca-las porque essas mangotes não são leves (talvez fosse melhor usar um ROV). E será necessário de dispor de uma bomba a bordo, assegurando um fluxo suficiente para assegurar atender as necessidades de refrigeração para qualquer cota do submarino.

15) Existe algum equipamento SAR em um Sb nuclear que seja diferente do Sb convencional? Se houver, quais seriam e como funcionam?

R: Não existe equipamento SAR específico. Usamos os mesmos do que para Sb convencionais.

16) Como é feita a renovação de ar a bordo de um Submarino nuclear? Quais os sistemas em emergência?

Nos submarinos com propulsão nuclear franceses, renovação do ar é feita normalmente por meio de duas plantas:

- Produção de oxigênio: hidrólise de uma solução de água com potassa. O oxigênio sai do ânodo e é difundido no bordo, hidrogênio sai do catodo e vai para fora. A pressão de funcionamento da planta permite fazer sair o hidrogênio sem uso de compressor.
- Absorção de CO<sub>2</sub>: usina de absorção usando um catalisador com base de alumina. O princípio é simples: frio, o catalisador absorve o CO<sub>2</sub> (e também um pouco de CO e de H<sub>2</sub>). Quente, o catalisador libera o CO<sub>2</sub> (e também um pouco de CO e de H<sub>2</sub>). A usina funciona com duas garrafas de catalisador. Enquanto a primeira, fria, esta absorvendo o CO<sub>2</sub>, a segunda, aquecida, libera o CO<sub>2</sub>. Um compressor de CO<sub>2</sub> o expulsa fora do bordo. Em caso de avaria da planta de oxigênio ou de absorção, voltamos ao sistema dos submarinos convencionais: seja fazendo períodos de esnorquel para renovar o ar, seja usando caixas de cal sodada e velas (ou candeias?) de oxigênio. Ambas as usinas exigem intensidade elétrica muito alta. Quando pousado no fundo com reator desligado, é impossível alimentá-las com a bateria. Então os sobreviventes vão usar somente cal sodada e velas de oxigênio. Tem a bordo a quantidade suficiente para a tripulação inteira sobreviver 7 dias. Fizemos um exercício em condições quase reais em 2006 (eu organizei o exercício) e provamos que uma tripulação poderia conservar parâmetros atmosféricos certos durante pelo menos 4 dias.

## APÊNDICE B – Entrevista: CF Robson Conde de Oliveira

O Capitão-de-Fragata Robson foi o Imediato do NSS Felinto Perry, nos anos 2009 e 2010 e atualmente é o encarregado da Seção de Socorro e Salvamento Submarino do Comando da Força de Submarinos.

1) O Brasil assinou um contrato com a França para desenvolver projetos de submarinos. Quantos serão construídos pelo Brasil e de que modelos?

R: O Brasil vai construir quatro unidades de submarinos convencionais, cuja planta básica é o Scorpène francês, mas com algumas modificações que pretendem atender aos requisitos básicos estabelecidos pela MB. Após esse acúmulo de experiência, será desenvolvido o projeto para o submarino que irá abrigar o reator desenvolvido pelo Brasil.

2) A que profundidade esses novos Navios operarão?

R: Esses dados são confidenciais, mas podemos raciocinar com o seguinte: Os atuais IKL mergulham até 300 metros, os novos Scorpène, assim como os nucleares, até 400 metros.

3) O que significa, em termos de área de SARSUB, esse incremento na profundidade?

R: Na realidade quando falamos em diferença entre um submarino convencional e um com propulsão nuclear, não é a diferença de profundidade entre eles que afeta o tamanho da área SARSUB, mas sim o raio de ação do submarino proporcionado por sua autonomia.

Mas o aumento de profundidade vai forçar a atualização do sistema atual ou a aquisição de um outro que possa resgatar tripulações a maiores profundidades.

4) O sistema atual consegue atingir essa profundidade?

R: O sistema atual foi projetado e testado para atingir 300 metros, nossa outra limitação é o emprego dos mergulhadores. O mergulho na MB está limitado a 300 metros, em virtude dos riscos de acidentes fisiológicos graves aos quais os mergulhadores estariam submetidos. Seria necessário se substituir os mergulhadores, responsável pela conexão do cabo de tração do SRS ao olhal da escotilha do submarino.

5) Existem sistemas que atingem tais profundidades?

R: Claro. Há vários sistemas e o mais moderno é o NSRS (Nato Submarine Rescue System). É um sistema multinacional de 3 países: Reino Unido, França e Noruega, que resiste até 610 metros de profundidade.

6) Como os submarinistas acompanhavam a evolução das operações SARSUB no mundo e aqui no Brasil?

R: Obviamente a operação evoluiu muito com o passar do tempo. Inicialmente, os submarinistas, sejam estrangeiros ou brasileiros, não tinham nenhuma credibilidade no socorro e o escape direto para a superfície era a única opção. Mas o escape em si tem vários riscos, dentre eles a possibilidade de causar uma doença descompressiva e o sobrevivente na superfície estari entregue à própria sorte.

Os acidentes ocorriam e tripulações inteiras pereciam no fundo do mar, e, finalmente em 1939, com o resgate de 33 tripulantes do USS Squalus, essa mentalidade estava prestes a mudar.

O submarinista brasileiro ainda estava discrente, pois os meios que poderiam salvá-lo estavam muito longe e certamente ao chegarem, seria tarde de mais. A MB, portanto precisava ter um sistema confiável e próprio.

O NSS Felinto Perry e o sino de resgate submarino são uma realidade e mesmo com várias limitações, realizou SARSUB com todos os nossos submarinos e certamente, a credibilidade aumentou. O ideal é manter o sistema em uma crescente de modo que não hajam dúvidas quanto à eficácia do sistema.

7) Como começou o interesse pela operação SARSUB aqui no Brasil?

R: Esse interesse remonta à época dos primeiros submersíveis italianos, mas até então nada era mencionado sobre operações de Socorro, apesar de serem noticiados alguns acidentes com esses Navios e serem feitas inúmeras tentativas de salvaguardar as tripulações. O submarinista acreditava que ao suspender, dependeria somente de seu conhecimento sobre os Navios e de sua coragem.

As Duas Grandes Guerras se sucederam e pelo esforço de Guerra e as hostilidades, a opção era o escape, ou seja, a fuga do submarino utilizando equipamentos que aumentavam a fluabilidade dos tripulantes e fazia com que chegassem rapidamente à superfície. Esses equipamentos evoluíram e hoje são macacões que além de retirar rapidamente o tripulante do submarino, funcionam como proteção ao meio externo até que sejam socorridos por alguma unidade de superfície.

Outro grande problema era a falta de padronização dos sistemas de Socorro, dentre eles as escotilhas de acoplamento, dificultando assim qualquer tentativa de desenvolver algum sistema de Socorro compatível com todos os modelos de submarinos existentes.

O pouco desenvolvido pelos Estados Unidos e Europa na tentativa de Socorro de Submarinos, esbarrava na distância até o hemisfério sul e tornava uma tentativa de Socorro por esses países, quase impossível.

Porém um acidente em especial ajudou em muito para que essas barreiras comessem a cair, inclusive aqui no Brasil. O acidente com o USS Squalus em 1939, com 26 mortos e 33 tripulantes resgatados pelo recém comissionado SRC McCann, fez com que a possibilidade de um resgate completo se tornasse possível.

Até os anos 50, o Brasil não possuía nenhuma ferramenta de Socorro Submarino e o início da construção de alguma mentalidade se iniciou com a aquisição da Corveta Imperial Marinheiro e depois com a aquisição do NSS Gastão Moutinho, o K10. Esse Navio sim já incorporava equipamentos específicos para a SARSUB, como por exemplo, o sistema de fundeio a 4 pontos e o mais importante, um sino aos moldes do SRC McCann. Infelizmente esse sino foi perdido em um adestramento, causado por uma avaria no cabo de aço que portava o sino.

Esse fato deu uma “congelada” no desenvolvimento da atividade de SARSUB aqui no Brasil.

Os acidentes com Navios nas Marinhas Amigas continuavam a acontecer e o que fez ressurgir na MB a tentativa de se realizar uma SARSUB foi a aquisição do K11, NSS Felinto Perry. Um navio norueguês de mergulho, que foi muito utilizado no Mar do Norte e famoso até por ter sido usado na descoberta de um tesouro nas proximidades da Dinamarca.

O Navio tinha sistemas ainda desconhecidos pela MB, como o sistema de posicionamento dinâmico, em que um computador manobra com as máquinas a fim de manter uma posição específica, independente das condições atmosféricas.

Esse sistema era essencial para que o mergulhador pudesse realizar suas fainas em segurança sem que fosse arrastado pelo Navio. Infelizmente o avanço tecnológico estava sem suporte de sobressalentes e com o passar do tempo o Navio estaria condenado a ser subutilizado, pois as avarias se sucediam e a aquisição de sobressalentes era muito lenta. Isso devido à aquisição de oportunidade.

Porém, o aquecimento da indústria *off shore* por aqui, trouxe várias firmas para o Brasil e dentre elas, a que era responsável pela manutenção do Navio. Graças a esse aquecimento, a MB pôde manter o Navio operando. Nesta mesma época, a MB deu o passo mais importante no desenvolvimento de seu potencial para socorro submarino, ofereceu à firma CONSUB, especializada em tecnologia de mergulho, o desafio de construir um sino nos moldes do McCann, aqui no Brasil. A CONSUB aceitou esse desafio e o sino foi entregue em 1996.

O Brasil estava, portanto, pronto para dar início à realização de operações SARSUB. Após 82 anos operando submarinos, a MB possuía em sua mãos um Navio capaz de realizar esse tipo de operação.

O sino foi instalado, inicialmente utilizando o Big Crane, guindaste de 30 TON do próprio navio e depois o sino passou a ser lançado na água por um “A-Frame”, um tipo de pórtico que permite lançar o sino com mais segurança.

A Petrobrás acabou participando, indiretamente dessa história, devido a carência de mergulhadores saturados que reinava no mercado. O mergulho saturado é a técnica de mergulho que permite ao mergulhador chegar a profundidade de 300 metros e realizar serviços de longa duração. Foi assinado um convênio da Petrobras com a MB, que previa a construção de um centro hiperbárico, que seria utilizado para qualificar novos mergulhadores, ficando a MB encarregada de fornecer o corpo docente.

Com isso, dava-se início a uma série de evoluções nas operações SARSUB e hoje o K11 já realizou SARSUB com todos os nossos submarinos, inclusive com a passagem de tripulantes do submarino para o sino de resgate.

8) O afundamento do Kursk, seguido do afundamento do Tonelero tiveram alguma influência para a SARSUB na MB?

R: Sem dúvida. O afundamento do submarino russo Kursk teve uma grande repercussão mundial, pois foi constatado que uma tripulação inteira de um dos maiores submarinos do mundo foi perdida. Independente do envolvimento político, a Marinha Russa não estava preparada para realizar uma SARSUB, pois seus equipamentos estavam obsoletos e canibalizados, mesmo que afirmassem o contrário.

O afundamento do Tonelero no cais, pelo viés da SARSUB, foi extremamente positivo, pois mesmo operando submarinos a tanto tempo sem acidentes, foi comprovado que mesmo com todos os esforços para evitá-los, o afundamento poderia acontecer. Isso garantiu um aporte de verbas considerável e permitiu que o NSS Felinto Perry, assim como todo o sistema SARSUB, pudessem operar plenamente.

**Anexo A**  
**Ilustrações**

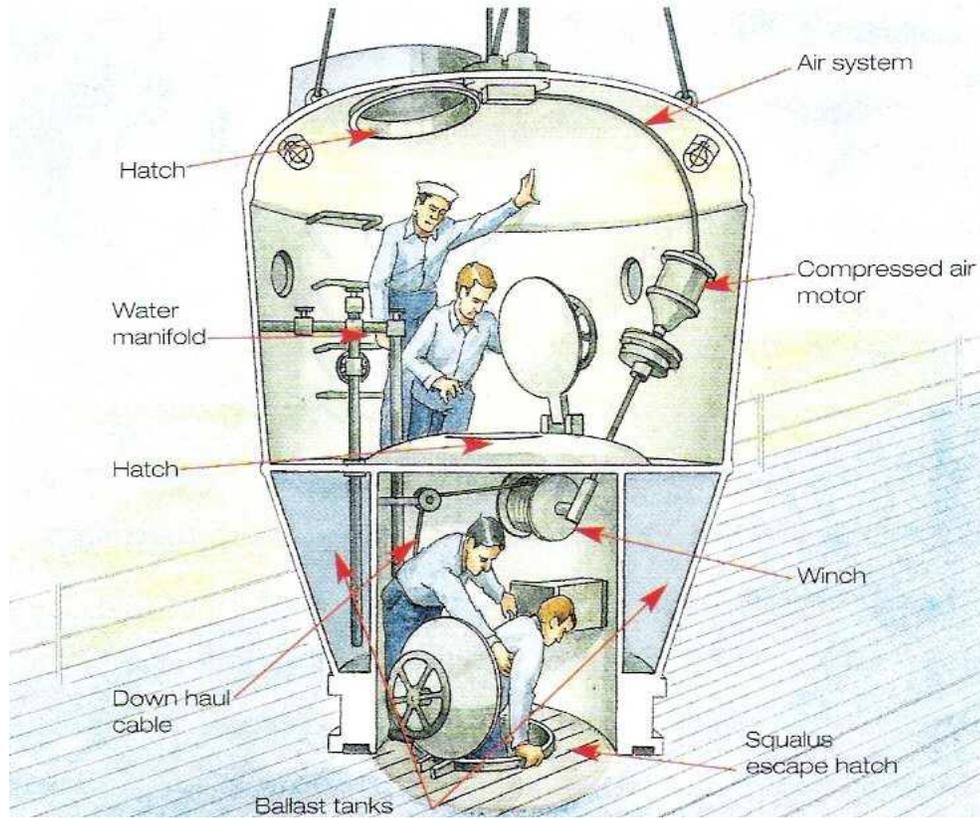


FIGURA 1 - Representação gráfica do sino tipo *McCann*.



FIGURA 2 - Sino de Resgate Submarino (SRS) e o pórtico tipo “A-Frame”

Fonte: Disponível em: <<http://www.naval.com.br/NGB/F/F011/F011-f20.htm>>.



FIGURA 3 - Veículo Submarino de Operação Remota (VSOR)

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



FIGURA 4 – Representação gráfica e dois exemplares do *Emergency Life Support Stores* (ELSS ou *pod*). Fonte: JAMES FISHER DEFENCE, 2008.



FIGURA 5 – Disposição dos sistemas componentes do NSRS na popa de um NDO.

Fonte: JAMES FISHER DEFENCE, 2008.



FIGURA 6 –SRV(*Submarine Rescue Vehicle*), *NATO Submarine Rescue System (NSRS)*

Fonte: Disponível em: <[http://www.ismerlo.org/assets/NSRS/nato\\_srs.htm](http://www.ismerlo.org/assets/NSRS/nato_srs.htm)>.



FIGURA 7 - Navio do tipo *supply*. Um possível NDO.

Fonte: Disponível em:

<<http://www.vallensbaekmodelskibsklub.dk/arrang/offshore/osv%20esbjerg.htm>>