

USS SQUALUS E USS THRESHER:

o descompasso verificado entre a evolução dos submarinos e do Sistema de Resgate de Submarinos da Marinha Norte Americana

Luiz Paulo Penna de Araújo Lima

RESUMO

A capacidade de resgatar tripulantes de submarinos sinistrados evoluiu sobremaneira com o passar dos anos, porém sabemos que os acidentes com os submarinos USS *Squalus* (1939) e USS *Thresher* (1963) foram os principais responsáveis por essa influência, que resultou na doutrina e nos meios atualmente existentes. Assim, eles foram selecionados como objetos dessa dissertação cujo propósito é responder ao seguinte questionamento: Com relação ao resgate da tripulação de um submarino sinistrado, quais as singularidades e similaridades entre os acidentes com os Submarinos norte americanos *Squalus* e *Thresher*? Para tal, foi realizado um estudo comparativo entre as operações de resgate submarino realizadas para cada acidente. Essa monografia utiliza os preceitos da doutrina de resgate submarino constante do manual ATP/MTP-57. Observamos que os acidentes trouxeram avanços que possuíam um caráter dual, pois não se limitavam apenas a esfera do resgate submarino, pois os estudos e pesquisas que deles tiveram origem, trouxeram avanços na medicina hiperbárica e no mergulho saturado e foram amplamente utilizados pela indústria de petróleo e gás. Essas inovações foram essenciais, pois marcaram o fim do conformismo com o risco percebido no submarinista, pois, anteriormente, serviam à pátria sabendo, resignadamente, que, em caso de acidente, não existiriam meios para salvá-los, restando-lhes uma morte lenta marcada pelo frio e escuridão.

Palavras-chave: Escape Resgate. Submarino *Squalus*. *Thresher*.

INTRODUÇÃO

No início do século XX todas as grandes marinhas voltaram sua atenção para o desenvolvimento de uma arma de imenso potencial: o submarino. Sua importância foi corroborada pela atuação da Marinha Alemã durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918). No entanto, no período entre 1912 e 1939, o desenvolvimento dos submarinos Norte Americanos das Classes F, H e S foi marcado por uma série de acidentes.

Como consequência destes fatos, podemos apontar o desenvolvimento da capacidade de mergulho da Marinha dos Estados Unidos (USN), que, anteriormente, conforme o verificado em seu manual de mergulho, tinha sua profundidade limitada a apenas 18 metros, passando, com o aprimoramento das técnicas, a poder alcançar os 80 metros no ano de 1915. Da mesma forma, as inovações nas atividades de resgate submarino, que, nesse trabalho, consideraremos como aquelas relacionadas tanto à tripulação quanto ao material, conhecidas internacionalmente como *Submarine Escape and Rescue* (SMER), ocorreram em resposta a esses infortúnios. Atualmente, sabemos que muitas marinhas operam submarinos, porém poucas são possuidoras de uma capacidade deresgatá-los.

Inicialmente os salvamentos consistiam na reflutuação dos submarinos sinistrados, juntamente com suas respectivas tripulações utilizando pontões¹. Porém, isso raramente era possível, principalmente, devido ao tempo necessário para realizá-la que era superior ao de sobrevivência dos náufragos. A história tem nos mostrado que os acidentes com submarinos não ocorrem apenas nas Marinhas menos desenvolvidas e, muitos menos, conseguem ser completamente evitados pelos avanços tecnológicos, que ocorrem tanto nos tempos de paz quanto nos de guerra.

O salvamento do submarino USS *Squalus*, ocorrido em 1939, notabilizou-se por ser o primeiro acidente em que componentes da tripulação foram resgatados. Tal fato atraiu a atenção do mundo para o resgate e o acidente permaneceu nas manchetes dos jornais por meses. Esse ocorrido é um dos objetos desse estudo pelo fato de ter sido o primeiro resgate bem sucedido de vítimas de um submarino sinistrado (DISSUB)² e o palco do primeiro emprego da técnica de mergulho com mistura gasosa de Hélio e Oxigênio nesse tipo de operação.

Com o avanço tecnológico desse recurso bélico, surgiram os submarinos de propulsão nuclear que diferem dos convencionais devido ao seu

¹ Pontões são grandes galões metálicos amarrados ao submarino no fundo que, quando carregados com ar comprimido, podem auxiliar no controle da flutuabilidade (GLATTARDTH, 2009).

² Distressed Submarine (DISSUB) é a nomenclatura adotada pela OTAN para submarinos sinistrados.

emprego estratégico e por serem capazes de permanecer longos períodos de tempo submersos e poderem alcançar maiores profundidades.

Esses submersíveis transportavam, além de um maior número de tripulantes, um reator nuclear que necessita de cuidados adicionais, gerando, conseqüentemente, a necessidade de aprimoramento dos recursos e técnicas SMER.

O desastre do USS *Thresher*, ocorrido em 1963, foi o primeiro acidente que resultou na perda de um submarino nuclear da USN, e é considerado, até hoje, o maior acidente com submarinos já ocorrido em função da quantidade de vidas humanas perdidas. Assim, a USN adotou medidas para garantir que esse tipo de tragédia nunca mais voltasse a ocorrer, influenciando, significativamente, o rumo tomado pela tecnologia empregada no resgate, resultando no desenvolvimento de novos equipamentos e técnicas.

Os avanços obtidos não se limitaram à esfera militar, beneficiando também a Indústria do Petróleo e Gás, pois a demanda pela realização de complexas tarefas em grandes profundidades com o emprego de veículos era cada vez maior, à medida que possibilita o acesso às reservas até então eram inexploradas.

Apesar de parecer uma atividade de baixo risco, acidentes com submarinos não se tratam de eventos muito raros, demandando, dessa forma, uma preparação constante para que, na ocorrência de um sinistro, a resposta ocorra de forma rápida e eficaz.

Essa dissertação, por meio de pesquisa bibliográfica e documental tem o propósito de responder à seguinte questão: com relação ao resgate da tripulação de um submarino sinistrado, quais as singularidades e similaridades entre os acidentes com os Submarinos norte americanos *Squalus* e *Thresher*?

A fim de atender ao propósito da corrente dissertação, a abordagem será dividida em seis capítulos, ou seja, essa introdução, uma conclusão e mais quatro capítulos, além de uma lista de ilustrações, visando elucidar e facilitar o entendimento do texto por parte do leitor, apresentando os principais equipamentos mencionados.

No segundo capítulo apresentaremos a doutrina de resgate de submarinos existente.

Nos capítulos três e quatro focaremos nos acidentes com os submarinos USS *Squalus* e USS *Thresher*, respectivamente.

No capítulo cinco realizaremos uma comparação entre os dois.

Por fim, apresentaremos uma conclusão com o desfecho do estudo, que, com base nos argumentos apresentados nos capítulos anteriores, pretende responder a referida questão de pesquisa.

2 A DOCTRINA DE RESGATE SUBMARINO

A Doutrina atual de Resgate Submarino da USN consta do Manual de Busca e Resgate Submarino (NATO, 2017), porém cabe ressaltar que o seu desenvolvimento foi iniciado pelo Comandante *Charles Swede Momsen*, pois ele, diferentemente dos demais submarinistas, não aceitava a ausência de um meio de resgate em caso de necessidade. Suas contribuições foram atinentes, principalmente, ao escape e ao resgate, porém observamos que os equipamentos desenvolvidos por *Momsen*, inicialmente, não receberam o apoio da USN (MAAS, 1999).

Somente após a divulgação pela imprensa, a Marinha Norte Americana tomou conhecimento e, formalmente, autorizou o projeto (MAAS, 1999).

Podemos interpretar esse fato como algo que corroborava a falta de vontade existente nas autoridades competentes em investir no desenvolvimento dessa capacidade, pois, se fosse diferente, talvez não tivesse ocorrido o financiamento dos testes e estudos necessários e, consequentemente, esses importantes avanços talvez demorassem mais a ocorrer.

No referido manual são apresentados os princípios, técnicas e procedimentos possíveis de serem adotados nessa situação. Ele foi confeccionado com base nos preceitos da Convenção Internacional Sobre Busca e Resgate Marítimo (1979) e da Convenção Internacional de Salvaguarda da Vida Humana no Mar (SOLAS 1988) (BEAL, 2016).

Os registros históricos das operações com submarinos no mundo todo são marcados por inúmeros acidentes, porém 90% ocorreram em águas rasas, ou seja, inferiores a cota de colapso³, possibilitando o resgate e, em alguns casos, o escape (BEAL, 2016).

Segundo Albuquerque Júnior em sua palestra proferida por ocasião da abertura do Estágio de Qualificação para Futuros Comandantes de Submarinos (EQFCOS) de 2009:

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

Embora seja de conhecimento do autor⁴ que o resgate é o método preferido a ser adotado em um sinistro envolvendo um submarino, o escape também é uma possibilidade, apesar de ser mais limitado e apresentar maior risco ao tripulante.

³ Cota de Colapso é a profundidade em que ocorre a perda do submarino, pois a pressão externa é superior à pressão de colapso do casco rígido do submarino, ocorrendo a implosão do casco.

⁴ O autor serviu na Seção de Resgate e Segurança do Comando da Força de Submarinos no período de nov 2017 a fev 2019.

O alerta de que um submarino pode haver naufragado tem sua origem por diversos motivos, dentre eles, o não cumprimento do plano de comunicações previsto, em que a ausência de uma mensagem em um determinado horário pode significar o acidente (NATO, 2017).

A última posição conhecida do meio pelo controle em terra é um importante parâmetro para aumentar as chances de sucesso na procura, destarte, recebido o alerta, é iniciada a operação de resgate submarino. Os recursos SMER deverão ser acionados o mais rápido possível, porém a mobilização deverá ocorrer de acordo com o solicitado pelo estado envolvido (NATO, 2017).

A *Search and Rescue Authority* (SSRA) e o *Search Mission Coordinator* (SMC) serão ativados para fins de comando e controle durante a operação e irão coordenar o embarque e o emprego das forças que estiverem prestando auxílio de acordo com o definido pela *National Authority* (NA). Utilizando a *International Submarine Escape and Rescue Liaison Office* (ISMERLO), o SSRA e o SMC poderão acessar as informações sobre a disponibilidade de elementos de resgate ao redor do mundo, tornando possível uma coordenação em nível mundial durante a mobilização (NATO, 2017).

As fases desse tipo de operação são busca, localização, e escape ou resgate. Elas serão devidamente descritas a seguir.

2.1 A busca e a localização

A localização de um submarino sinistrado é muito difícil, assim, torna-se mister a veracidade da última mensagem de posição passada ao controle em terra o que, em muitos casos, pode não corresponder à realidade, dificultando o resgate.

O objetivo desse controle em terra é possibilitar que o alarme por parte desses controladores ocorresse o mais rápido possível, aumentando as chances de localização.

A busca e a localização marcam o início da operação, quando, após a divulgação do acidente no site da ISMERLO, os estados membros iniciam a mobilização de seus meios de resgate, incluindo os possíveis meios com alguma capacidade de varredura submarina. Para tal, os submarinos possuem recursos tais como fulmígenos, foguetes, boias, etc.

Após localizado o DISSUB, caso esteja em uma profundidade que possibilite o resgate, será iniciada a intervenção. Esse procedimento visa estabilizá-lo, antes ou durante o resgate para aumentar a possibilidade de sobrevivência da tripulação, mantendo as condições internas adequadas à vida humana. Segundo o manual supracitado, a expectativa de sobrevivência em um submarino sinistrado é de sete dias, cabendo salientar que o tempo preconizado para a chegada do sistema de resgate no local é de 72 horas (PEREIRA, 2009).

Essa tarefa se dá através da passagem de suprimentos, chamados de *emergency life support stores* (ELSS)⁵ dentro de casulos ou *pods*, seja por mergulhadores, seja por veículos de intervenção operados remotamente (iROV)⁶ quando no modo molhado, ou, por meio de um sino de resgate submarino ou de um veículo de resgate submarino, quando no modo seco. Algumas classes de submarino admitem a conexão de uma fonte de ar externa para a renovação da atmosfera interna (NATO, 2017). Todas essas ações possuem a finalidade de possibilitar a espera pelo resgate, que pode levar alguns dias. No entanto, se as condições no interior do submarino não permitirem a permanência da tripulação pelo tempo necessário para o resgate, o comandante do meio deverá considerar a possibilidade de realizar o escape (NATO, 2017).

2.2 O escape

O primeiro equipamento desenvolvido para essa finalidade foi o *momsen lung*⁷. Esse equipamento foi desenvolvido pelo comandante Momsen e foi utilizado até 1957. Ele se baseou nos mineradores, que utilizavam cartuchos de cal sodada para absorver o dióxido de carbono exalado pelo ser humano (MAAS, 1999). No desenvolvimento desse equipamento, notamos que foi utilizado o gás hélio para neutralizar o nitrogênio presente no ar, pois este se torna tóxico em maiores profundidades. Podemos depreender que ele, à época, não imaginava o quanto isso seria importante para a indústria de petróleo e gás dos tempos atuais. Outra observação é que, na concepção do desenvolvedor, esse equipamento serviria como uma boia auxiliando na flutuabilidade do escapista enquanto aguardava o socorro e podemos identificar no traje *Submarine Escape and Surface Survival Personnel* (SESSPE)⁸, utilizado nos dias de hoje, que consiste de um capuz fechado e uma mangueira para conectar ao sistema de ar comprimido do submarino e uma balsa inflável componente do traje capaz de proporcionar proteção térmica e isolar a vítima parcialmente do meio líquido. Cabe ressaltar que a profundidade máxima permitida pelo fabricante do traje para a realização do escape são 185 metros (STEWART, 2008).

Existem dois tipos de escape: o individual⁹ e o coletivo¹⁰.

⁵ ELSS. Anexo, figura nº1.

⁶ iROV são veículos de operação remota de intervenção, possuindo para tal, braços mecânicos equipados com ma- nipuladores. Anexo, figura 2.

⁷ *Momsen lung*. Anexo, figura °3.

⁸ Traje Utilizado para escape de um submarino sinistrado. Anexo, figura nº4.

⁹ O escape individual é efetuado pela torre de escape existente na vela (parte superior onde se localiza o compartimento de manobra do submarino quando na superfície).

¹⁰ O escape coletivo é o efetuado por toda a tripulação pela escotilha principal, após o alagamento do submarino, obtendo dessa forma a equalização entre as pressões internas e externas para que a mesma possa ser aberta.

No escape individual, enquanto a torre de escape é alagada para possibilitar sua abertura, o escapista receberá suprimento de ar respirável ao conectar seu traje no sistema de ar comprimido do referido compartimento. Após isso seu traje estará inflado para que ele adquira flutuabilidade positiva (PEREIRA, 2009). Após a abertura do referido compartimento, o tripulante deverá iniciar seu deslocamento para a superfície exalando constantemente o ar de seus pulmões, visando minimizar as chances de ocorrência de doenças descompressivas (DD)¹¹ ou embolias traumáticas pelo ar (ETA)¹², uma vez que o ar de seus pulmões irão se expandir conforme o previsto na *Lei de Boyle*.¹³

O escape poderá ser realizado antes ou durante o regate, consistindo na saída do tripulante de um submarino sinistrado pousado no fundo do mar através de sua escotilha de escape, porém sem o auxílio externo. O primeiro escape conhecido foi realizado em 1851 no submarino alemão Der Brandtaucher, que havia afundado a cerca de 17 metros. O seu comandante teve a ideia de alagar o submarino sinistrado para que a pressão interna equalizasse com a externa, possibilitando a abertura da escotilha, e, após 5 horas necessárias para convencer os outros dois tripulantes de que eles conseguiriam sobreviver, implementou sua ideia, salvando, com isso, a sua vida e a dos demais (POLMAR, 2001).

Esse relato corrobora a necessidade demonstrada por Momsen de se evidenciar, para o utilizador, a confiabilidade de suas criações, pois, conforme veremos ao longo dessa dissertação, ele sempre era o primeiro a deixar a superfície em seus testes, além de procurar realizá-los da maneira mais realista possível. Isso ficou perceptível durante os testes que realizou com seu *momsen lung*, pois seu teste iniciou com a saída realizada de um sino posicionado na profundidade em questão. Após o sucesso obtido, visando proporcionar ao utilizador uma maior confiabilidade, convenceu a USN a realizar um teste final, porém agora envolvendo o submarino S-4, que já havia sido reflutuado e agora seria posicionado a 10 metros de profundidade.

Além desse teste identificamos uma utilização real ocorrida durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), em um acidente a 60 metros. Dos 13 tripulantes que tentaram, apenas 8 conseguiram escapar, evidenciando que uma melhoria na técnica de escape se fazia necessária (POLMAR, 2001).

¹¹ Doença descompressiva é associada à não descompressão após a exposição de um organismo vivo à pressões diferentes da atmosférica durante um determinado tempo (U.S. NAVY, 2016).

¹² Embolias traumáticas pelo ar causa a destruição parcial ou total dos alvéolos pulmonares devido a uma variação rápida de pressão.

¹³ 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).

Para atender à demanda gerada, o oficial médico George Bond desenvolveu a técnica de subida por flutuabilidade positiva (*Buoyant ascent*), que consistia no escapista exalar o ar de seus pulmões sem utilizar nenhum equipamento durante a subida (U.S. NAVY, 2016). Esse procedimento não demanda uma fonte de renovação de ar e é o consagrado nos dias atuais.

Devemos considerar que a certeza da presença de um meio de superfície para recolher os naufragos é primordial na decisão em utilizar essa técnica, pois o tempo de sobrevivência de um homem na água, seja pela temperatura ou demais fatores, é limitado.

Nas condições em que a água do mar esteja em temperaturas muito baixas ou a tripulação não tenha certeza de que existam navios na superfície para auxiliar os naufragos, o escape não será aconselhável, passando o resgate ser a única alternativa viável.

2.3 O resgate

Swede também foi o pioneiro na busca pela capacidade de se resgatar tripulantes de submarino, tendo, para isso, desenvolvido o sino de resgate submarino (SRC)¹⁴, porém devido a falta de apoio por parte da Marinha, o protótipo ficou abandonado, sendo retomado para servir como um meio de transportar o mergulhador até a profundidade definida para realização de testes com o *momsen lung* (MAAS, 1999), ou seja, indenticamos uma prioridade maior ao escape, demonstrando uma descrença na possibilidade de resgate.

Nessa fase podem ser empregados, além do sino supracitado, o veículo de resgate, *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV)¹⁵, que trata-se de um meio mais recente e com uma maior tecnologia percebida. Assim, o meio disponibilizado para realização do resgate deverá ser conectado ao submarino e as pressões entre eles equalizadas para que a escotilha que os separa seja aberta, permitindo a passagem de suprimentos (cal sodada, comida e material médico) e a transferência dos tripulantes para o sistema empregado e, após isso, para um navio de superfície ou um outro lugar seguro (PIKE, 2009).

Alguns varredores de minas da Primeira Guerra Mundial foram convertidos em navios de socorro submarino (NSS), porém o sistema ainda estava longe do ideal, pois eram muito lentos, desenvolvendo apenas 12 nós. Por esse motivo *Momsen* pressionou a USN para que adquirisse navios específicos para essa finalidade, porém seu pleito não foi atendido (MAAS, 1999).

As embarcações de apoio deverão possuir câmaras hiperbáricas para possibilitar o tratamento dos resgatados que, eventualmente, tenham so-

¹⁴ SRC. Anexo, figura nº6.

¹⁵ DSRV. Anexo, figura, nº5.

frido alguma exposição ao aumento de pressão e estejam apresentando sintomas (NATO, 2017). Relembrando que, em condições normais, a pressão interna de um submarino é igual à pressão que sofremos na superfície e somente será alterada se ocorrer o comprometimento da integridade física do meio e um consequente embarque de água.

Segundo os dados constates do site da ISMERLO¹⁶, a faixa de profundidade de emprego de um DSRV é entre 80 e 600 metros e, portanto, não é adequado para operar em águas rasas. Provavelmente, por essa razão, a USN não dispensou o SRC após o implemento desse novo recurso, que, apesar de atingir a profundidade de apenas 300 metros, possibilita resgates em profundidades menores que são, inclusive, mais comuns nas derrotas adotadas.

A título de comparação, com base no ofício n. 60-1/2018 do Comando da Força de Submarinos, no apêndice III de seu anexo, verificamos que o SRC possui capacidade de transportar dois tripulantes e seis passageiros e permite uma inclinação máxima de 30° e o veículo possui capacidade de transportar 24 passageiros e 2 tripulantes e inclinação máxima de 60°.

Podemos identificar que a versatilidade do DSRV é a sua grande vantagem, pois permite que ele seja transportado por aeronave, caminhão, navio ou submarino adaptado, facilitando seu emprego no auxílio a outras marinhas dentro de um intervalo de tempo que ainda proporcione a tripulação uma grande possibilidade de sobrevivência. Com o advento do submarino nuclear, a necessidade de resgate mais profundo era premente, uma vez que suas cotas de operação e máxima de operação eram maiores. Cabe ressaltar também que, atualmente, até mesmo o submarino convencional foi sendo aprimorado, possuindo, uma maior capacidade do que os da época da Segunda Guerra Mundial.

2.4 A estrutura de resgate submarino da OTAN

A Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) já havia vislumbrado a necessidade da criação de um serviço internacional para coordenação das ações a serem tomadas no caso de um acidente. Nessa linha de pensamento, um Estado cujo submarino necessitasse de auxílio poderia ter conhecimento de todos os recursos disponíveis em cada Estado detentor dessa capacidade, maximizando os esforços de socorro submarino para serem desempenhados da forma mais rápida possível. Evidenciamos que, nessas operações, o fator tempo é primordial para a sobrevivência das vítimas (SOUZA, 2011).

É importante citarmos que, somente após o acidente ocorrido com o submarino soviético *Kursk*¹⁷, em 2000, onde pouco mais de uma centena

¹⁶ Disponível em: <http://www.ismerlo.org>. Acesso em: 23 mai. 2019.

¹⁷ 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.

de vidas foram perdidas, é que foi formada, em 2003, a ISMERLO, que consiste de um escritório localizado, inicialmente, nos Estados Unidos da América (EUA), em *Norfolk* e, transferido em 2015 para o Reino Unido, em *Northwood*. A função dessa organização é a coordenação da atividade, propiciando maior integração entre os estados que operam esse tipo de meio e, conseqüentemente, sujeitos a acidentes dessa natureza (SOUZA, 2011).

Essa organização padronizou procedimentos através de publicações doutrinárias e estabeleceu um padrão para as escoltilhas as *Standardization Agreements* (STANAG), que são adotadas por todos os seus integrantes, a fim de aumentar as chances de socorro, quando navegando nas águas de seu próprio estado ou em águas estrangeiras. A padronização das escoltilhas permite o acoplamento dos veículos de resgate, possibilitando a utilização dos sistemas nesses submarinos e a conseqüente interoperabilidade entre os sistemas dos estados (SOUZA, 2011).

O ofício n. 60-2/2019 do Comando da Força de Submarinos, no apêndice XII de seu anexo, menciona que, no ano de 2017, durante o acidente com o submarino da Armada Argentina, ARA *San Juan*¹⁸, ocorreu a primeira atuação formal da estrutura da ISMERLO.

Nesse momento podemos identificar claramente os efeitos adversos causados pelo implacável fluxo de informações não só as verdadeiras como também as falsas pelas redes sociais, sendo possível identificar diversas falhas de coordenação, corroborando não só a importância da realização dos exercícios ao longo do ano, como também a necessidade de intensificá-los. Nessa ocasião, a atuação acabou limitada apenas à fase de procura, pois esta não pode ser concluída, impossibilitando a realização das demais.

Dentre os 45 Estados que operaram um total de 597 submarinos, apenas os seguintes possuem alguma capacidade de resgate: EUA, Austrália, China, Cingapura, Índia, Coreia do Sul, Japão, Suécia, França, Noruega, Reino Unido, Brasil, Itália, Rússia e Turquia (ALBUQUERQUE JÚNIOR, 2009).

3 O RESGATE DO USS *SQUALUS*

Em 23 de maio de 1939, o submarino USS SS-192 *Squalus* da USN, suspendeu¹⁹ do estaleiro de *Portsmouth, New Hampshire* após uma série de testes. Tratava-se do meio mais novo da Marinha norte-americana. Possuía 100 metros de comprimento, 10 metros de largura e 1450 toneladas de deslocamento, cota de operação de 75 metros e cota de colapso de 170 metros. Era capaz de desenvolver as velocidades de 16 nós na superfície e 9 nós quando submerso. Para contextualizar sobre a repercussão do acidente nos meios de comunicação, é pertinente informar que sua

¹⁸ O ARA *San Juan* sofreu uma avaria que o levou a naufragar e ultrapassar a cota de colapso.

¹⁹ O termo "suspender" significa desatracar do cais no vocabulário naval.

tripulação era composta por 59 marinheiros, que representavam 28 estados, sendo que a metade era casado, intensificando a repercussão do caso. Seu Comandante era o CT *Oliver Nanquin* (CROSS, 2009).

Ele passava por uma bateria de testes aplicados pelo estaleiro para que pudesse retornar ao setor operativo, obtendo grau satisfatório em todos eles. Porém, o 19º teste consistia na realização de um mergulho de emergência a partir da superfície, durante o desenvolvimento de sua velocidade máxima, até a profundidade de 15 metros (cota periscópica) em apenas 60 segundos, e lá permanecer por uma hora. Essa manobra poderia significar a diferença entre a vida e a morte em combate (MAAS, 1999).

Além da tripulação, encontrava-se embarcado o superintendente de testes do estaleiro. Durante a realização das provas, cada tripulante possuía um posto a ser guarnecido para poder detectar eventuais vazamentos. Em uma situação normal, o mesmo quantitativo era dividido em três quartos (grupos) de serviço, visando proporcionar-lhes momentos de descanso (MAAS, 1999).

Ao chegar na profundidade prevista para o referido teste, o Comandante, ao sentir uma corrente de vento no ambiente, percebeu que algo não estava correto e, logo depois, recebeu a notícia de que a praça de máquinas estava sendo alagada, determinando, por esse motivo, o fechamento da porta estanque para limitar o alagamento apenas à parte de ré (MAAS, 1999).

Após alguns instantes, o submarino afundou no Atlântico Norte até a profundidade local de 75 metros, levando, para isso, um total de 5 minutos. O submarino possuía sete compartimentos, sendo que os quatro localizados a ré ficaram completamente alagados, causando a morte dos 26 tripulantes que se encontravam em seu interior. Os dois compartimentos localizados a vante não sofreram alagamento e possibilitaram a sobrevivência dos 33 tripulantes que lá estavam. A seguir será enquadrado o acidente nas fases previstas em uma operação de resgate submarino (MAAS, 1999).

3.1 A busca e a localização

Os militares em *Portsmouth* não deram a devida atenção ao fato do *Squalus* ter deixado de reportar sua chegada à superfície no horário previsto no cronograma de controle em terra, pois isso, apesar de errado, era comum entre os submarinos. Porém, conforme o tempo foi passando, o atraso de minutos passou para uma hora. Nesse momento, os militares responsáveis pelo referido controle iniciaram uma insistente tentativa de estabelecer comunicações via rádio com o submarino durante 20 minutos, porém, sem o retorno esperado, perceberam que algo pior pudesse ter ocorrido (MAAS, 1999).

O controle precisa estar atento a qualquer ocorrência fora da normalidade para que a procura pudesse ser iniciada o quanto antes e, em uma área o mais delimitada possível, visando aumentar as chances de localização dentro do tempo preconizado.

Na tentativa de pedir socorro, os sobreviventes começaram a lançar foguetes de fumaça, que representavam o sinal de desastre submarino e lançaram uma boia marcadora com um telefone em seu interior conectado ao DISSUB por um fio. Essa boia possuía escrito em seu corpo que um submarino estava afundado e que havia um telefone em seu interior. Como não sabiam se existia algum meio na superfície para receber o sinal, decidiram economizar os recursos (MAAS, 1999).

A fase de localização foi finalizada quando o Submarino *Sculpin*²⁰ o encontrou, empregando, inclusive, seu sonar. Sua chegada elevou o moral da tripulação que conseguiu ouvir o som de suas hélices, pois essa situação se torna muito mais assustadora quando imaginamos que não há ninguém que sabia do acidente, pois, assim, ninguém estaria procurando por sobreviventes (KERR, 2017).

Ao avistar a boia, a comunicação foi iniciada, porém, a única mensagem que havia sido passada foi informando que havia ocorrido um alagamento e que estariam bem, mas o frio estava intenso. Porém, o canal de comunicação acabou sendo interrompido, pois o cabo telefônico havia se rompido devido a um movimento brusco da embarcação causado pelas ondulações (KERR, 2017).

Conforme o tempo ia passando, os homens iam exalando dióxido de carbono, causando a deteriorização da atmosfera. Assim, para evitar que ela se tornasse inadequada à vida humana, *Nanquin* determinou que uma lata de cal sodada fosse espalhada no chão e separou um cilindro de oxigênio para ser empregado futuramente (MAAS, 1999). Os atributos do comandante ficaram ainda mais evidentes pelo equilíbrio emocional que demonstrou em todas as suas decisões, inclusive em sua decisão de não utilizar equipamentos que analisavam o ar, pois, naquela situação, apenas serviriam para impressionar a tripulação.

Ao perceberem que estavam sem comunicação e não se tratava de um problema temporário no telefone, começaram a utilizar marteladas no costado como forma de manutenção da comunicação. Uma vez localizado o DISSUB, deve-se optar pelo escape ou pelo resgate (MAAS, 1999).

3.2 O escape

Após o acidente, o Comandante precisou decidir entre permanecer no interior do submarino e aguardar pelo resgate ou tentar o escape (MAAS, 1999). Podemos compreender a complexidade desse dilema, pois, apesar de imediato, o escape possui um risco inerente, tratando-se de uma maior exposição do escapista, que, possivelmente, não estaria sendo

transferido, pelo menos não imediatamente, para um sistema de resgate ou algum outro local que lhe garanta sua integridade física.

Nesse período já existiam o SRC e o *momsen lung*, porém esses equipamentos, apesar de terem sido submetidos a testes em condições o mais próximo da situação real possível, ainda não haviam sido empregados em um acidente real e, por esse motivo, juntamente com a temperatura da água que beirava o congelamento, fez com que o escape fosse classificado como a última alternativa.

Ressaltamos que o emprego do *momsen lung* era limitado a cerca de 30 metros (KERR, 2017). A seguir discorremos sobre a fase de resgate.

3.3 O resgate

Essa fase era a mais importante e, para tal, o nome do Comandante *Momsen* foi levantado. Ele chegou ao local em uma aeronave juntamente com sua equipe da *Navy Experimental Diving Unit (NEDU)*²¹. Cabe salientar que, nesse período, a USN já possuía cinco sinos desenvolvidos por ele, sendo o localizado no convés do NSS *Falcon*, o mais próximo do local do acidente (TRANCHEMOTAGNE, 2003).

A fase de resgate foi iniciada com o referido NSS fundeando a quatro pontos, formando um quadrado em volta da última posição conhecida do *Squalus*. Dessa forma, o sino foi arriado por um cabo guia conectado à estrutura do submarino para ir de encontro à escoltilha de salvamento. A partir desse momento, iria iniciar a primeira viagem para resgatar a primeira parcela dos 33 sobreviventes (MAAS, 1999). Fazendo um paralelo com as tecnologias da atualidade, percebemos que o referido fundeio era uma maneira mais primitiva de executar o que hoje é realizado pelos sistemas de posicionamento dinâmico, que por meio dos hélices, incluindo os laterais (*thrusters*), mantém o navio em posição, proporcionando a segurança necessária às operações de mergulho.

Após 40 horas, tendo o último tripulante sido retirado alguns minutos após a meia noite do dia 25 de maio de 1939, foram totalizadas quatro viagens. Esse foi um marco na história como a primeira vez que um tripulante de um submarino sinistrado foi trazido com vida à superfície (KIMSAY, 2014).

Não demorou muito para a mídia descobrir que 26 tripulantes ainda se encontravam perdidos e, provavelmente, sem vida (MAAS, 1999).

Após o sucesso no socorro às vítimas que haviam sobrevivido, a próxima tarefa assumida pela Marinha dos EUA foi iniciar a elaboração de um plano para refletir o meio. Essa tarefa acabou se tornando palco do desenvolvimento de importantes descobertas sobre a fisiologia do mergulho.

3.4 A operação de reflutuação do USS *Squalus*

Para essa operação de salvamento, foram empregadas embarcações de diversos tamanhos, sendo o Navio de Socorro Submarino *Falcon* o que desempenhou o papel principal. Tratava-se de um navio varredor que havia sido convertido em um NSS. Ele já havia sido empregado em algumas operações de reflutuação e foi equipado com câmaras hiperbáricas para que ele pudesse ser utilizado tanto como plataforma de mergulho quanto como um local para o tratamento dos eventuais acidentados.

Após 113 dias da ocorrência do desastre, o submarino já se encontrava no dique para que o devido reparo fosse executado. Ao final, 53 mergulhadores arriscaram suas vidas durante os 640 mergulhos realizados durante as seis tentativas de reflutuá-lo. Nessas operações foi utilizada a mistura de hélio e oxigênio para mergulho profundo, que ainda estava em caráter experimental e teve seu primeiro emprego real nesta empreitada.

Diversos foram os episódios de DD, narcose²² e outros acidentes relacionados ao mergulho. Nessa profundidade esses militares sofreram intenso estresse físico e mental, como nunca antes experimentado. A água era extremamente fria e escura e ainda havia a presença de correntes marítimas. Para proteção contra o frio foi desenvolvida uma roupa aquecida eletricamente para mergulho pela mesma empresa que fornece trajes dessa natureza para pilotos de grandes altitudes onde o frio também é intenso. Esses efeitos foram potencializados pela falta dos equipamentos adequados e pela utilização de materiais com os quais não estavam familiarizados (MAAS, 1999).

Identificamos, nesse momento, o referido traje, de maneira semelhante ao *momsen lung*, como mais uma inovação na área de resgate submarino desenvolvida a partir de equipamentos utilizados em outros segmentos, pois foram incorporados da aviação e da mineração, respectivamente.

Um grande número de mergulhadores retornou do fundo sem cumprir a tarefa que lhe fora atribuída, o que justifica a grande duração da operação que, apesar de tudo, foi um sucesso, e, até os dias de hoje, é considerado o maior salvamento submarino de todos os tempos (MAAS, 1999). Interpretamos esse relato como um processo de tentativa e erro que, apesar de perigoso, possibilitou importantes inovações.

Na reflutação, o procedimento planejado envolvia a colocação de pesadas correntes e slings por baixo de seu casco nas seções de vante e de ré. Em seguida pontões seriam presos às correntes (CROSS, 2009).

Mangueiras de ar comprimido foram conectadas aos compartimentos alagados na parte de ré e aos tanques de lastro para expulsar a água, e

²² Na narcose o nitrogênio dissolvido na corrente sanguínea pode causar uma sensação de estar drogado, apresentando dificuldade de raciocínio. Desorientado, se o mergulhador subir muito rápido o nitrogênio dissolvido irá re-tornar ao estado gasoso abruptamente, causando desde dores nas articulações até graves doenças descompressivas, podendo levar a morte se não forem rapidamente tratadas.

também foram conectadas mangueiras para esgotar o óleo existente nos tanques, tornando-o mais leve (CROSS, 2009).

Somando-se a isso o emprego de pontões, possibilitaria seu reboque em direção a *Portsmouth* de forma que ele atolasse em águas rasas onde a equipe poderia trabalhar com longos tempos de fundo e melhores condições para concluir o processo de reflutuação. Concluído esse processo, os 26 corpos foram retirados com sucesso (CROSS, 2009).

Esse episódio se configurou como teste real para o capacete de mergulho desenvolvido para operações com mistura gasosa (*helium hat*), roupa aquecida eletricamente, utilização de mistura *heliox* (mistura de hélio e oxigênio) e utilização de oxigênio na descompressão, tratando-se de significativos avanços da área em questão.

Após o processo de investigação do naufrágio do USS *Squalus*, concluiu-se que o seu afundamento ocorreu devido a uma falha de uma válvula do motor. Após sua reflutuação, ele foi reparado e recomissionado, em 1940, com o nome de *Sailfish* e continuou prestando significativos serviços à USN (MAAS, 1999).

4 USS SSN-593 THRESHER

No período da Guerra Fria (1947-1989), podemos perceber a mudança em relação à Primeira Guerra Mundial, quando os submarinos alcançavam pouco mais de 100 metros e naquele momento, com advento do submarino nuclear, passaram a alcançar 250 metros. Porém, ao longo da pesquisa, percebemos que não houve um correspondente avanço no sistema de resgate.

O submarino USS SSN-571 *Nautilus* foi o primeiro submarino norte americano dessa natureza e ele havia provado para o mundo que o único limite de alcance para esse tipo de meio seria a quantidade de comida a bordo (LA GRONE, 2013a). No entanto, o risco inerente ao trabalho submerso continuava.

Nessa época, a maior ameaça que existia eram os submarinos nucleares lançadores de míssil balístico. Esses meios, devido às suas características de operação, eram um alvo difícil de se engajar, aparentando serem imunes a quase todos os meios de detecção e destruição. Face ao exposto, concluíram que o melhor meio para se contrapor a essa ameaça seria um outro submarino nuclear e, nesse contexto, foi construído o USS SSN-593 *Thresher* em 1960 (POLMAR, 2001).

A arma submarina se destacava entre os demais meios militares e, cada vez mais, se tornava captador de investimentos, porém não era possível identificar um correspondente aporte financeiro no desenvolvimento dos meios de resgate, pois, aparentemente, a prioridade nesse período bipolar eram os meios ofensivos.

Construído no estaleiro de *Portsmouth* como o *Squalus*, ele foi idealizado para ser ainda melhor, alcançando maiores velocidades e com capa-

cidade de atingir maiores profundidades, podendo, por essas razões, ser classificado como o submarino de maior capacidade do mundo em sua época (LA GRONE, 2013a), e concebido para fazer frente aos soviéticos. Possuía 85 metros de comprimento e sua profundidade de teste era de 400 metros.

Em 1963, de forma semelhante ao USS SS-192, Harvey, seu segundo comandante, se fez ao mar para a realização de testes, após um período de manutenção em que novos equipamentos haviam sido instalados. Cuidados adicionais eram necessários, pois, mesmo os submarinistas já formados há algum tempo, ainda estavam em fase de familiarização com os novos sistemas (POLMAR, 2001).

O *Thresher* deixou o cais com 129 homens a bordo, ou seja, 25 acima dos 104 que normalmente o tripulavam, pois, entre eles, estavam membros do estaleiro e do Comando da Força de Submarinos, bem como representantes de algumas empresas fabricantes de importantes equipamentos de bordo (POLMAR, 2001).

O NSS USS *Skylark* ASR-20²³ acompanhou esses testes para ser empregado como ponte de comunicações com o controle em terra e, logicamente, auxiliar em caso de emergência. Inicialmente, apenas pequenas falhas ocorreram, sendo rapidamente sanadas, não impedindo o prosseguimento para as maiores profundidades previstas (LA GRONE, 2013a).

O referido navio de socorro possuía 6 ferros (âncoras) para se posicionar acima de um DISSUB em caso de necessidade, pois ainda não existia o Sistema de Posicionamento Dinâmico presente hoje em dia nas operações de mergulho saturado.

Entre seus tripulantes haviam mergulhadores para a realização de inspeções e, quando viável, realizar a instalação mangueiras de ar para renovação de sua atmosfera ou, até mesmo, reflutuá-lo. O navio era equipado com um SRC que, conforme anteriormente apresentado, terá utilidade somente até os 300 metros de profundidade.

Os mergulhos iniciais foram realizados em águas rasas para a verificação inicial quanto a existência de vazamentos. O último teste seria realizado na profundidade de teste de 400 metros. Os submarinos não foram concebidos para operar nessa profundidade a não ser em uma situação de emergência, pois, quando imediatamente abaixo dela, suas redes e conexões começariam a ceder, e, caso prosseguisse para o fundo, a enorme pressão começaria a exercer uma grande força no costado, rompendo sua estrutura, permitindo um embarque rápido de água (POLMAR, 2001).

Diferentemente do que muitos poderiam pensar, esse fato não provocava medo na tripulação, pois, antes de seu último período de manutenção, ele já havia realizado mergulhos à essa profundidade mais de 40 vezes

²³ O navio de socorro submarino USS *Skylark*, navio da Classe Penguin, foi transferido para a Marinha do Brasil em 1973 onde foi designado como NSS Gastão Moutinho, permanecendo em operação até 1996.

sem problemas (POLMAR, 2001). Isso pode corroborar a quantidade de acidentes e o ritmo com que ocorrem, que demonstram que o risco está sempre presente.

Visando a segurança durante os testes, quaisquer mudanças de rumo, velocidade e profundidade deveriam ser reportadas ao navio de superfície, bem como a realização de checagens de posição a cada 15 minutos.

Após um certo tempo, o submarino transmitiu uma mensagem informando que passava por problemas, porém a comunicação acabou sendo perdida e a probabilidade de que algo grave pudesse ter ocorrido foi aumentada, quando o meio deixou de cumprir o cronograma de comunicações previstas.

A esse fato, foi acrescentada a informação dada pelo operador que havia escutado um som que, pela sua experiência adquirida na Segunda Guerra Mundial, parecia ser o de um submarino colapsando e, por isso, a posição de onde foi transmitida a última mensagem foi cuidadosamente registrada para servir como referência nas buscas. Com a perda de comunicações o navio controlador começou a lançar granadas na água, pois esse era o sinal para informar uma perda de comunicações (POLMAR, 2001).

Segundo o Almirante *Rickover*, uma falha mecânica causada pelo rompimento de uma solda prata de uma rede (tubulação) de água salgada, havia causado num curto-circuito, ocasionando o desligamento das bombas de resfriamento apagando o reator. A tentativa de “dar ar aos lastros” por parte da tripulação para tentar trazê-lo à superfície foi dificultada pela formação de gelo no interior das redes, ocorrida em função da umidade presente no ar (LOBO, 2014).

A providência imediata decorrente do acidente foi limitar a profundidade de operação dos submarinos norte americanos até que fossem esclarecidas as causas do acidente, pois ainda existiam dois submarinos idênticos, o USS *Permit* e o USS *Plunger*. Um dos objetivos era identificar possíveis necessidades de mudança nos procedimentos operacionais (POLMAR, 2001). Esse procedimento se assemelha ao que verificamos atualmente com as aeronaves, que suspendem vôos em caso de acidentes com meios semelhantes, até o esclarecimento de suas causas e determinação de eventuais mudanças e correções a serem efetuadas.

Como a profundidade atingida pelo DISSUB era superior a máxima alcançada pelos recursos de resgate existentes à época, acabou tornando-se de conhecimento público que a Marinha não possuía condições plenas de resgatar seus novos meios e, devido a intensa pressão sofrida, apenas 14 dias após o acidente, foi estabelecido o *Deep Submergence Systems Review Group* (DSSRG) para examinar toda a capacidade existente para águas profundas, especialmente, resgate e escape (POLMAR, 2001). Apesar de algumas décadas haverem passado entre os acidentes, a ausência de pesquisas para o aprimoramento dos meios existentes para realizar socorro de uma forma proporcional ao desenvolvimento dos submarinos era uma realidade.

Em junho de 1963, apenas dois meses após o acidente, a Marinha Norte Americana adotou o *SUBSAFE* para estabelecer padrões de construção de submarinos marcados por rígidos requisitos de construção e manutenção. Após sua criação, não um houve registro de perda dos meios construídos nesse padrão (LA GRONE, 2013b).

O seu principal objetivo era evitar que um submarino alagasse, mas caso ocorresse um alagamento, garantir que ele pudesse ser levado à superfície em segurança. Cada peça utilizada deveria ser catalogada pelo programa, atestando estarem nos padrões necessários (LA GRONE, 2013b). Mais uma vez podemos nos questionar se esses programas teriam sido criados se não houvesse um acidente motivador.

O trabalho do DSSRG foi concluído em 1964 com a recomendação de que fossem envidados esforços para ampliar a capacidade de resgatar tripulantes de submarinos sinistrados, investigar o fundo do mar, bem como, recuperar objetos de seu leito e possibilitar que o homem possa trabalhar a, pelo menos, 200 metros (POLMAR, 2001).

Como consequência, foi criada a agência *Deep Submergence Systems Project* (DSSP) para desenvolver estas capacidades, dentre as quais a prioridade era o projeto e aquisição de um DSRV.

Seus programas se dividiam em: localização de submarinos, escape e resgate; localização e recuperação de objetos; desenvolvimento de técnicas de mergulho saturado, sistemas de mergulho saturado e salvamento de grandes objetos. Os resultados dos grupos serão relacionados nas fases correlatas.²⁴

Apresentaremos os resultados dos estudos mencionados dentro de sua respectiva fase da operação, conforme o disposto nos itens a seguir.

4.1 A busca e a localização

Com a constatação da ocorrência do sinistro, foi iniciada a fase de busca e a USN enviou mais meios em apoio ao *Skylark*, acrescentando, inclusive, aeronaves e um submarino nuclear (SBN).

A procura foi iniciada com base na última informação conhecida do SSN-593. Após cerca de 1,5 hora do início da busca, a notícia sobre o acidente foi transmitida oficialmente por um representante da Marinha. Essa transmissão foi marcada pela preocupação em deixar claro que, caso a profundidade de colapso tivesse sido alcançada, não haveria sobreviventes, além de não existir um recurso de resgate com tamanha capacidade (POLMAR, 2001).

Posteriormente, foi descoberto que ele havia afundado a 220 MN de *Cape Cod* aos 2560 metros, ou seja, superior a sua cota de colapso. Ape-

²⁴ Disponível em: <<http://web.archive.org/web/20140325165020/http://www.navalunderseamuseum.org/media/6c06204b6731dd48ffff833effffe906.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2019.

sar dos submarinos serem desenvolvidos para suportar 1,5 a pressão da sua profundidade de teste de 600 metros, os 900 metros correspondentes não seriam suficientes. Tal informação levava a conclusão de que já não haveriam vítimas com vida (POLMAR, 2001).

Durante essa fase, foi empregado o Navio Oceanográfico *Atlantis II* devido ao seu excelente equipamento de varredura, rebocando, inclusive, câmaras fotográficas posicionadas entre 5 e 10 metros acima do fundo, programadas para tirar uma grande quantidade de fotografias por segundo. Ao identificar algo fora do normal, o batiscafo *Trieste*²⁵ seria enviado para fazer uma identificação visual, possibilitando identificar a causa do ocorrido, porém não estavam obtendo sucesso (POLMAR, 2001).

Devido ao ambiente desfavorável em que opera um submarino, a identificação positiva de objetos suspeitos é muito importante para evitar a aplicação de esforços sem necessidade.

Entre as fotografias capturadas haviam imagens do que se acreditava se tratavam de *o-rings* do *Thresher*, evidenciando que ele poderia ter quebrado e alagado ou desintegrado ou, até mesmo, estar enterrado. Porém, peritos consideraram que não seria possível confirmar se os detritos em questão seriam dele (POLMAR, 2001).

Para averiguar do que se tratava, enviaram o *trieste* para realizar uma observação mais próxima e precisa. O emprego desse recurso se assemelha ao que hoje é realizado com os modernos iROV (POLMAR, 2001).

O veículo supracitado utilizou um manipulador para coletar uma suposta rede (tubulação) do *Thresher*, para que fosse analisada e possibilitasse a identificação positiva do submarino procurado, encerrando a fase de busca e localização (POLMAR, 2001).

Devido às dificuldades encontradas na procura, foi solicitado que a Marinha do Canadá se preparasse para auxiliar nas buscas no Norte dos Estados Unidos caso necessário (POLMAR, 2001). Assim, depreendemos que, o engajamento multilateral já era visto como uma forma de ampliar as chances de sucesso e era uma necessidade até mesmo para a marinha mais poderosa do mundo.²⁶

²⁵ O Batiscafo Trieste era um veículo utilizado para pesquisas, que já havia realizado mergulhos de mais de 10.000 metros de profundidade e havia sido adquirido pela USN em 1958, pesava 50 toneladas e demandava 3 tripulantes. Ele era equipado com equipamentos científicos, câmeras fotográficas externas, um sonar capaz de detectar até 120 metros, porém, a dificuldade para seu emprego era que ele apresentava dificuldade para se deslocar horizontalmente, pois seus propulsores eram pequenos e acionados por baterias, assim, era preciso arriá-lo, a partir de um meio de superfície em cima do local onde seria empregado, minimizando os deslocamentos indesejados. Este veículo, apesar de sua natureza de pesquisa, inspirou a Marinha dos EUA a desenvolver o veículo de resgate submarino (POLMAR, 2001).

²⁶ Atualmente, podemos considerar isso consagrado pelas convenções internacionais voltadas para a salvaguarda da vida humana no mar (SOLAS, 1975), para o direito do mar (CNUDM, 1982) e para a busca e salvamento marítimo (HAMBURGO, 1979), sendo que essa última definiu as áreas de jurisdição SAR (*Search and Rescue*) pelo mundo (BEAL, 2016).

Os destroços foram encontrados a 2500 metros, excedendo a capacidade de resgate do SRC limitado a 300 metros, corroborando a necessidade que motivou a criação dos grupos de estudo para ampliação da capacidade de resgate existente a época (KIMSAY, 2014).

Dentre os resultados, podemos identificar também os aplicados a fase de busca e localização, tratavam-se de marcadores eletrônicos e beacons com flutuabilidade positiva, permitindo que o auxílio ocorresse independentemente das condições do mar na superfície para onde iriam flutuar e enviar um sinal pré-gravado de pedido de socorro (POLMAR, 2001).

4.3 O resgate

Conforme podemos constatar nos relatos históricos, o submarino afundou abruptamente, permitindo, apenas, que a tripulação trabalhasse no sentido de tentar interromper a descida, porém os esforços não foram bem-sucedidos e o *Thresher* acabou atingindo a profundidade de colapso, causando a morte de toda a tripulação, não permitindo, nem mesmo, que o escape fosse tentado.

Nesse período, vale ressaltar que o escape já não era realizado com o *momsen lung*, pois já haviam constatado que a subida livre, ou seja, sem portar uma fonte de ar ou de renovação de ar era mais vantajosa. Nessa linha de raciocínio, os estudos realizados apontavam como ideal o traje de escape utilizado pela Marinha do Reino Unido em 1946, que proporcionava flutuabilidade positiva e proteção térmica.

Cabe salientar que a USN implementou esse modelo em 1962, porém ainda faltava uma proteção térmica adequada na superfície²⁷ (STEWART, 2008).

4.3 O resgate

Conforme mencionado anteriormente, o avanço percebido nos submarinos gerou a demanda por um meio capaz de resgatar em maiores profundidades, ou seja: o DSRV (KIMSAY, 2014).

A ideia, provavelmente motivada pelo *Trieste*, era desenvolver pequenos submersíveis tripulados e possíveis de serem transportados por navios, aeronaves ou por um submarino nuclear adaptado. A sua profundidade operacional seria de cerca de 1200 metros.

O protótipo do veículo de resgate, objetivo principal da DSSP, foi o *Deep Quest* desenvolvido pela empresa *Lockheed Missiles and Space Company*, que era uma empresa envolvida no projeto espacial, permitindo a dedução de que as complexidades envolvidas nas duas atividades não são muito diferentes, porém, apesar dessa semelhança, as visibili-

²⁷ Nos anos 90, a maioria das marinhas aderiram ao SESSPE ou modelos similares, pois essa versão proporcionava a proteção térmica adequada, permitia o escape até 185 metros e ainda possuía uma balsa para proteção térmica na superfície (STEWART, 2008).

dades e prioridades de cada uma delas não poderiam ser comparadas. Sua profundidade de operação de 1200 metros era muito superior à de colapso do *Thresher* (POLMAR, 2001).

Inicialmente, os veículos seriam para transportar 12 sobreviventes por viagem, porém, posteriormente, se modificaram para 24. O desejado, a princípio, seria colocar dois veículos na Costa Oeste e dois na Leste em Pearl Harbor, porém, devido aos excessivos gastos com a guerra do Vietnã (1964 -1975), não foi possível, sendo adquiridas apenas duas unidades: os DSRV *Mystic* (1971) e o *Avalon* (1972)²⁸. A justificativa da redução estaria no fato de que 77% das águas do mundo são mais profundas do que as cotas de colapso, assim, o resgate não seria algo frequentemente realizado (RYAN, 2011). Podemos concluir que, analisando sistematicamente a questão, o contribuinte talvez considerasse um desperdício canalizar grandes quantias para essa finalidade. Isso corrobora o papel significativo exercido pela mídia como formadora de opiniões.

Esses veículos eram capazes de atingir maiores profundidades, transportar um número maior de resgatados por vez, sofreriam menos influência do meio ambiente que o sino e ainda possuíam capacidade de operar em águas congeladas, além de proporcionar uma resposta mais rápida em grandes distâncias.

Uma vez resgatados, os sobreviventes poderiam ser transferidos para um navio ou para um submarino adaptado. O objetivo de se possuir dois era manter a disponibilidade, pois, quando um dos minissubmarinos iniciasse em seu período de manutenção, o outro estaria pronto para ser aerotransportado para qualquer local. Apesar da quantidade inicial idealizada ter sofrido uma considerável redução, acreditavam que duas unidades manteriam a disponibilidade desejada.

4.4 Consequências do acidente

Com esse aprimoramento da estrutura de resgate submarino, percebeu-se a necessidade de existir uma área para se estabelecer uma base a ser utilizada para efetuar o lançamento dos esforços de resgate, nascendo, então, a *Submarine Recue Unit* (SRU) cujos meios eram o DSRV *Avalon*, o DSRV *Mystic* e os SRC modulares (modificados) (KIMSAY, 2014). Essa organização é muito importante, pois, ao tratarmos sobre esse tipo de resgate, podemos perceber o quão complexa é a logística envolvida, demandando até a realização de exercícios multilaterais, onde o material é realmente transportado com os meios disponíveis para chegar ao local mais próximo possível a um acidente. Durante a sua execução, diversas

²⁸ Disponível em: <<http://web.archive.org/web/20140325165020/http://www.navalunderseamuseum.org/media/6c06204b6731dd48ffff833effffe906.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2019.

pendências restritivas são identificadas para que soluções sejam criadas, mantendo a prontidão necessária do sistema deresgate.

O DSRV *Avalon* foi desativado no ano 2000 e o *Mystic* encerrou suas atividades em 2008, quando foi substituído pelo SRDRS²⁹ em 2008. Esse sistema era configurado de forma que apenas seriam transportados pela aeronave os componentes necessários para operar a partir de um navio mãe ou para operar a partir de um submarino mãe, economizado, consequentemente, espaço e trazendo mais flexibilidade ao sistema, que agora poderia ser transportado tanto por aeronaves comerciais quanto militares, encerrando a necessidade existente no sistema anterior, de se deixar uma aeronave de transporte militar disponível constantemente para um eventual acionamento (RYAN, 2011).

Em 1989 a Marinha mudou o nome do SRU para *Deep Submergence Unit* (DSU), mantendo esse nome até 2012, quando passou a ser conhecida como *Undersea Rescue Command* (URC), permanecendo até os dias de hoje (KIMSAY, 2014).

A função dessa unidade era manter os sistemas prontos para que, em até 24 horas após a comunicação de um sinistro, pudessem ser transportados por aeronaves para qualquer lugar do mundo e estar acoplado ao DISSUB em até três dias, atendendo, inclusive, a emergências de outros estados que não os EUA.

É interessante observar que esse comando é dividido em resgate em águas rasas, regate em águas profundas e intervenção. Para águas rasas o SRC será o meio recomendado e para águas profundas será o *Pressurized Rescue Module* (PRM) *Falcon* que é parte do SRDRS, tratando-se de um veículo de regate submarino que substituiu o DSRV *Mystic* em 2008. O novo sistema foi projetado para resgatar em profundidades de até 600 metros e transportar 16 pessoas por vez e possuía a capacidade de inclinação de 30°, mantendo o veículo na horizontal mesmo que o submarino estivesse em uma posição desfavorável (KIMSAY, 2014).

O acidente resultou em um inquérito que não pode afirmar o que causou o sinistro, mas suspeitaram que um abrupto alagamento não teria permitido aos operadores alcançar os recursos de emergência para informar o ocorrido (POLMAR, 2001).

No período seguinte ainda ocorreram outras perdas de submarinos nucleares dos EUA e da ex-URSS.

5 COMPARAÇÃO ENTRE OS ACIDENTES

²⁹ A Marinha dos Estados Unidos (U.S. NAVY) possui um sistema de resgate de submarinos próprio, conhecido como Submarine Rescue Diving and Recompression System (SRDRS) que contém um veículo de resgate de submarino sinistrado, o PRM Falcon, um SRC do tipo Mc Bell e um iROV (BEAL, 2016).

Entre 1915 e 1963, 16 submarinos foram perdidos em situações que não eram de combate (STEWART,2008), porém é inegável que os dois acidentes, objetos do corrente estudo, provocaram reflexões e avanços na área de resgate submarino, podendo ser considerados como pontos de referência para as mudanças que conduziram a USN para sua atual capacidade nessa área.

Pela reação da mídia no segundo acidente abordado nesse trabalho, ficou evidente que, para o público, após o sucesso do *Squalus*, caso um acidente com qualquer submarino viesse a ocorrer, as vidas humanas envolvidas estariam resguardadas pela invenção de *Momsen*, pois demonstraram uma certa decepção ao perceberem o contrário (POLMAR, 2001).

Como o propósito desse estudo é apontar as similaridades e singularidades entre os acidentes envolvendo os submarinos *Squalus*, na década de 30, e *Thresher*, na década de 60, iremos realizar a devida análise comparativa.

Nos itens a seguir serão relacionadas as semelhanças e as peculiaridades de cada um.

5.1 Similaridades

Na época dos dois acidentes, o principal meio de localização de um DISSUB era através de suas duas boias marcadoras, localizadas a vante e a ré, porém no caso do *Thresher* verificamos que nem sempre isso será possível. Existia ainda a fonia submarina e a primitiva mertelada no costado, ou seja, não identificamos uma preocupação em se aprimorar essa etapa, cujo êxito pode aumentar muito as chances de realização do resgate no tempo necessário.

Entre as similaridades observadas, podemos perceber que existia uma certa tolerância ao risco por parte da Marinha dos EUA, por isso, verificamos o papel significativo da pressão exercida pela mídia e opinião pública através dos meios de comunicação existentes em cada período, que acabaram impulsionando os avanços na área.

Até poucos anos antes do primeiro acidente abordado, todos os submarinistas eram conformados com o fato de que, caso fossem vítimas de um acidente, estariam condenados a morte, pois não existia a possibilidade de resgate. Essa situação foi amenizada com o desenvolvimento do *momsen lung*, que possibilitava, ao menos, a tentativa de realizar o escape.

No segundo acidente estudado, a opinião pública estava com a certeza de que a segurança plena dos tripulantes desses meios havia sido alcançada, pois, provavelmente, não se atentaram que os progressos verificados nos meios dessa natureza, ao longo dos anos, demandavam um correspondente avanço dos meios engajados na atividade de resgate (POLMAR,2001).

Podemos inferir que a pressão exercida pela imprensa foi mais intensa no segundo acidente, pois, nessa época, já existia a televisão, capaz de abranger mais pessoas e em uma velocidade muito superior à dos jornais, principal meio de comunicação existente na década de 30.

Em cada um deles observamos inovações na doutrina e nos equipamentos utilizados para essa finalidade, principalmente os relacionados a fase de resgate.

Quanto ao escape, apesar de desde o primeiro acidente, os submarinos já estarem equipados com equipamentos para essa finalidade, no caso do *Thresher* a tripulação não teve tempo para realizá-lo, pois o submarino colapsou antes, e no caso do *Squalus* o Comandante optou por não tentar o escape devido ao frio extremo no ambiente externo.

Outra semelhança era a negligência por parte do pessoal responsável pelo controle em terra, que aparentemente, apresentava uma certa resistência para assimilar que um sinistro pudesse ter ocorrido. Consequentemente, a demora para se disseminar a situação de emergência, impactava diretamente na probabilidade de sucesso da busca necessária e, portanto, no sucesso da operação.

5.2 Singularidades

Além do sucesso obtido no resgate dos sobreviventes do primeiro e o fracasso no segundo, podemos apontar como a principal singularidade as características distintas dos meios, pois um era um submarino convencional e o outro se tratava de um submarino nuclear, e esta diferença se refletia diretamente nos sistemas desenvolvidos para o resgate, que podem ser facilmente diferenciados pela complexidade tecnológica envolvida.

O acidente com o SBN nos leva a refletir que a probabilidade de se resgatar submarinos nucleares é consideravelmente menor, pois eles alcançam maiores distâncias onde estão as maiores profundidades, ou seja, as capazes de levá-los ao colapso e, conseqüentemente, sem a possibilidade de efetuar um resgate, nem mesmo pelo sistema existente que opere mais profundo.

Outro aspecto observável é que, no caso do *Squalus*, apesar das ideias de *Momsen* terem sido inicialmente concebidas sem o apoio das autoridades, por ocasião do acidente já existiam navios de socorro equipados com o SRC. No caso do *Thresher*, a Marinha ainda não havia se empenhado no desenvolvimento de um sistema de resgate para fazer frente às novas características de operação desses meios, não existindo até aquele momento, um sistema capaz de resgatar o submarino, caso ele tivesse pousado no fundo a uma profundidade inferior a sua cota de colapso.

Essa lacuna acabou fazendo com que a USN estabelecesse os grupos de estudo para que fosse desenvolvida essa capacidade, ou seja, as autoridades apoiaram e a pesquisa não foi realizada por um único homem. Assim, podemos depreender que o primeiro acidente foi um teste real do

que já existia e o segundo funcionou como um impulsionador do avanço nessa área.

Swede sempre idealizou que a Marinha se equipasse com navios de socorro submarino concebidos para essa finalidade, ao invés dos adaptados existentes em sua época, porém, por maior que fosse a pressão exercida por ele, apenas no segundo acidente verificamos a presença de tais meios.

Uma importante singularidade do acidente da década de 30, foram os importantes avanços na área do mergulho profundo, pois, devido a sua menor profundidade, o sistema de resgate utilizado contava com o emprego de mergulhadores para efetuar a conexão do cabo guia do sino de resgate e, principalmente, na operação de reflutuação realizada posteriormente, que trouxe muitos avanços inclusive relativos ao desenvolvimento das tabelas de descompressão a à medicina hiperbárica, conhecimentos esses que também foram amplamente utilizados no meio civil e contribuíram para o desenvolvimento da técnica de Mergulho Saturado na década de 60.

Benefícios de programas como o SUBSAFE, consequência do *Thresher*, podem ser comprovados pelo fato de cerca de 50 anos depois, o USS SSN-711 *San Francisco* ter sofrido um acidente durante a realização de um teste semelhante ao que acarretou a perda do SSN-593, que também incluía uma imersão em alta velocidade, porém, dessa vez, sem evoluir para um de grandes proporções. Isto só foi possível, pois ele estava dentro dos parâmetros preconizados pelo programa (LA GRONE, 2013b).

Contrariando a ideia que a maioria das pessoas fazem de que o meio ambiente poderia estar em risco com o advento de submarinos nucleares, o Almirante *Rickover*, chefe do Programa de Propulsão Nuclear da USN, afirmou publicamente que os reatores foram construídos para resistirem por tempo indeterminado quando submersos sem riscos ao ecossistema (POLMAR, 2001).

Após o *Thresher*, a USN depreendeu que a estrutura existente até então composta por um navio de socorro submarino equipado com um SRC, empregado no USS *Suqualus*, não estaria mais adequada a uma Marinha moderna (KIMSAY, 2014). O sino sofria forte influência das condições ambientais, podendo tornar inviável sua utilização, pois, em uma condição severa, a embarcação não conseguiria fundear a 4 pontos para que o dispositivo pudesse ser arriado sobre a escoltilha e, em alguns casos, nem a operação de mergulho necessária para fixação dos cabos guia seria factível.

O comandante *Andy Kimsey*, Comandante do Comando de Resgate Submarino afirmou que:

A Marinha reconheceu que nossa antiga ideia de possuir navios de socorro submarino com Câmaras de Resgate Submarinas não fun-

cionou muito bem em uma Marinha moderna (KIMSAY, 2014. p. 10. Tradução nossa).³⁰

As duas ocorrências serviram para a realização de experiências de campo das inovações da NEDU, que possuíam um caráter dual, ou seja, possuem aplicação no mundo militar e no mundo civil.

No capítulo seguinte apresentaremos a conclusão do estudo.

6 CONCLUSÃO

O propósito dessa dissertação foi responder à seguinte questão: com relação ao resgate da tripulação de um submarino sinistrado, quais as singularidades e similaridades entre os acidentes com os Submarinos norte americanos *Squalus* e *Thresher*?

Para o atingimento do referido propósito, a pesquisa foi realizada em seis capítulos.

No primeiro capítulo discorremos sobre a importância atribuída à arma submarina, o perigo inerente à atividade e uma introdução sobre os acidentes objetos do estudo. No segundo, buscamos elementos da doutrina de resgate submarino para nortear a pesquisa. No terceiro e no quarto, estudamos os acidentes ocorridos com os submarinos *Squalus* e *Thresher*, respectivamente. No quinto procuramos identificar nos fatos relatados nos dois capítulos anteriores, as singularidades e as similaridades entre eles. No corrente capítulo, apresentaremos a conclusão do estudo e também as possíveis sugestões para pesquisas futuras.

A seleção desses acidentes como objetos do estudo decorreu do fato de se tratarem, respectivamente, do primeiro resgate de sobreviventes de um submarino sinistrado da história e do pior acidente com um submarino já ocorrido, além, desse último, também ser o primeiro acidente envolvendo um submarino nuclear estadunidense.

Foi observado que, após a Segunda Guerra Mundial, o advento dos submarinos nucleares e, até mesmo, o avanço verificado nos submarinos convencionais, agora com cotas de colapso significativamente maiores, havia se tornado premente o avanço na capacidade de resgate.

Consideramos como elemento orientador da análise realizada, a Doutrina de Resgate Submarino adotada pelos países detentores dessa capacidade, relacionando os equipamentos e procedimentos nela previstos com as lições aprendidas nos dois sinistros.

Em resposta à questão proposta, ao observar os dois objetos, podemos identificar como similaridade a tolerância ao risco demonstrada pela USN em relação a esse tipo de atividade, pois, inicialmente, até os tripulantes

³⁰ No original: “The Navy recognized our old idea of having submarine rescue ships with submarine rescue chambers didn’t work out very well for a modern navy” (KIMSAY, 2014, Submarine Rescue: anytime anywhere).

dos submarinos aceitavam a ausência de socorro, e as autoridades norte americanas apenas se dedicaram ao incremento da capacidade de resgate submarino, após a pressão exercida pela mídia e pela opinião pública.

Salientamos que, nessa época, já se realizava a reflexão sobre os efeitos negativos gerados por uma situação em que homens estariam condenados a morrer na escuridão de forma lenta e sofrida, devido à gradual degradação da atmosfera e ao frio extremo. Em um mundo globalizado uma situação como essa não seria aceita nem pela sociedade e nem pela comunidade internacional e, portanto, o desgaste político causado pela ausência ou indisponibilidade de um meio para atender a essa finalidade deveria ser evitado. Destarte, uma resposta inicial efetiva precisaria ser apresentada o mais rápido possível. Sobre esse aspecto, apontamos como singularidades os meios de comunicação existentes em cada uma das situações, jornal e televisão, relembrando a maior velocidade e abrangência do último.

Não apenas similaridades negativas podem ser mencionadas, pois, em ambos, os casos, foi notório o progresso fomentado, culminando com o desenvolvimento de equipamentos e técnicas, inéditos em suas épocas.

Cabe salientar que os processos de desenvolvimento possuíam suas peculiaridades, já que, no primeiro caso, praticamente não houve comprometimento das autoridades, tratando-se de uma iniciativa de um empreendedor submarinista, inicialmente até repreendido por eles, e no segundo podemos identificar um envolvimento do governo, atuando inclusive como formador e coordenador de equipes.

Uma importante singularidade é que, no *Squalus*, já existia o sino de resgate que acabou passando pelo seu teste real durante a operação de resgate, e no *Thresher* o que ocorreu foi a constatação pela Marinha ou, pelo menos, pela opinião pública da inexistência de um meio capaz de resgatar, nas novas e maiores profundidades alcançadas pelos SBN.

Hoje podemos concluir que todos os equipamentos e a doutrina existente de resgate submarino no mundo foi fortemente influenciada por esses dois importantes acidentes. Não podemos deixar de mencionar que, mesmo após toda a evolução percebida, não podemos considerar que todos os meios sinistrados poderão ser resgatados, pois se a profundidade de colapso do meio for atingida, nada mais poderá ser feito, mas os DSRV deverão sempre ser capazes de alcançar profundidades superiores às profundidades limites dos submarinos, provendo o socorro em caso de necessidade. Ou seja, se faz mister que a evolução dos submarinos seja acompanhada de correspondentes incrementos na capacidade de resgate.

Observando de uma maneira holística, podemos afirmar que os legados deixados por essas inovações possuem um caráter dual, pois as tecnologias não se limitam apenas aos meios militares, pois o programa *SUBSAFE*, criado como uma das consequências do desastre do *Thresher* produziu aprendizados que extrapolaram o mundo subaquático. Como exemplo, pode ser citado o desenvolvimento de mergulho com mistura *heliox*, produzindo

benefícios sob o aspecto econômico, ampliando em milhões de milhas quadradas as áreas marítimas que agora poderiam ter suas riquezas exploradas em benefício da humanidade, tais como o petróleo.

Algumas constações realizadas naquela época continuaram válidas até hoje, independente do progresso tecnológico que possa ter ocorrido. Como exemplo podemos mencionar o acidente relativamente recente com o submarino soviético *Kursk*, pois, após sua ocorrência foi implementada uma organização mundial para essa finalidade. Podemos constatar, no entanto, que, desde o acidente com o USS *Thresher*, cerca de 40 anos antes, já era possível perceber a necessidade de recebimento de auxílio de outros estados em suas áreas adjacentes ou de responsabilidade, hoje coordenado pela ISMERLO, pois os Estados Unidos da América, durante esse sinistro, solicitaram ao Canadá que se preparasse para uma possível apoio na área em sua proximidade.

Fazendo uma comparação entre os dois períodos e a atualidade, podemos notar que o desgaste político cresce e tende a crescer cada vez mais, pois no primeiro acidente os jornais foram os grandes meios de pressão nas autoridades, já o segundo, foi marcado por um novo fator complicador: o aparelho de televisão que naquele período começou a fazer parte das casas das famílias americanas e, em um caso mais atual, como foi com o do submarino ARA *San Juan*, observamos ainda mais efeitos adversos com o surgimento da internet e das redes sociais que possibilitam que notícias (falsas, verdadeiras ou meras especulações) atinjam todas as partes do mundo em segundos.

Recomendamos estudos futuros sobre o recente acidente com o submarino ARA SAN JUAN da Armada Argentina, primeira ação global da ISMERLO, analisando como foram os efeitos adversos provocados pelos poderosos meios de comunicação da atualidade, agora incluindo a internet e, em particular, as redes sociais na coordenação da operação.

Não podemos encerrar este estudo sem prestar as devidas homenagens e nossos agradecimentos ao obstinado Comandante *Charles Swede Momsen*, que permitiu que mergulhadores pudessem salvar seus colegas submarinistas de uma outrora condenação à morte em caso de sinistro.

As atividades complementares e interdependentes dos mergulhadores e dos submarinistas devem estar suficientemente preparadas para trabalharem em perfeita harmonia e sincronia de forma a não só zelarem pelo caro patrimônio nacional dos meios, mas principalmente protegerem o inestimável valor das vidas desses bravos militares.

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, 2009.

BEAL, Marcos Paulo. PARCERIA PÚBLICO-PRIVADA: uma proposta alternativa de financiamento para os sistemas de socorro e salvamento de submarinos da Marinha do Brasil. 2016. 53f Monografia (Curso de Estado Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2016.

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

BRASIL. Marinha do Brasil. Comando da Força de Submarinos. Estudo Sobre Sistemas de Socorro de Submarinos, Niterói, 2018. Apêndice III do anexo ao Ofício 60-1/2018 do COMFORS. Disponível na Intranet da Marinha do Brasil: <<http://www.comfors.mb>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

BRASIL. Marinha do Brasil. Comando da Força de Submarinos. Estudo Continuação Sobre Sistemas de Socorro de Submarinos, Niterói, 2019. Apêndice XII do anexo ao Ofício 60-2/2019 do COMFORS. Disponível na Intranet da Marinha do Brasil: <<http://www.comfors.mb>>. Acesso em: 14 jun. 2019.

CAMELIER, Álvaro Acatauassú. Uma breve história do escape e do resgate submarino. O Periódico. Rio de Janeiro, Ano XLIV, n. 60, p. 74-78, 2006.

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.

CROSS, E. R. The Salvage of the USS Squalus. The Journal of Diving History. v.17, issue 2. 2009. Disponível em: <<http://aquaticcommons.org/1579/1/the-journal-of-diving-history-59-2009.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

PIKE, John. Deep Submergence Rescue Vehicle. 2009. Disponível em: <<http://fas.org/man/dod-101/sys/shn/dsrv.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FRANÇA, Júnia Lessa, VASCONCELOS, Ana Criatina de Manual para normalização de publicações técnico-científicas. 8. ed. Belo Horizonte. UFMG, 2007.

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

KERR, Allan. Heroism Marked Rescue of Sunken USS Squalus. Disponível em: <<https://www.fosters.com/news/20170521/heroism-marked-rescue-of-sunken-uss-squalus>>. Acesso em: 22 maio 2019.

KIMSAY, Andy. Submarine Rescue: Anytime Anywhere. Fall. Disponível em: <http://www.public.navy.mil/subfor/underseawarfaremagazine/issues/pdf/usn_fall_2014.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2019.

LA GRONE, Sam. 50 years later: The legacy of Uss Thresher, 2013a. Disponível em: <<http://news.usni.org/2013/04/04/50-years-later-the-legacy-of-USS-Thresher>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

LA GRONE, Sam. After Thresher: How the navy made subs safer, 2013b. Disponível em: <<http://news.usni.org/2013/04/04/after-thresher-how-the-navy-made-subs-safer>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

LOBO, Thadeu Marcos Orosco Coelho. Acidentes com submarinos. O Periscópio. Rio de Janeiro, Ano XLIX, n. 67, p. 100-118, 2014.

MAAS, Peter. The Terrible Hours: The Greatest Submarine Rescue in History. 1. ed. New York, NY, U.S.A. HarperTrade, 2001. 272 p.

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. NATO. The Submarine Search and Rescue Manual (ATP/MTP-57). C ed. (inglês). v. 2. 2017. 275 p.

PEREIRA, Frederico Rolla. OPERAÇÕES DE SOCORRO E SALVAMENTO SUBMARINO NO SÉCULO XXI: Possibilidades e perspectivas para a Marinha do Brasil. 2009. 61f . Monografia (Curso de Estado Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2009.

POLMAR, Norman. The Death of the USS Thresher: The Story Behind History's Deadliest Submarine Disaster. 1. ed. United States of America. Lyons Press, 2004. 208 p.

RYAN, Mary. Rescuing Submariners: From DSRVs to the SRDRS. Summer quarter, 2011. Disponível em: <<http://web.archive.org/web/20140325/65015/http://www.underseamuseum.org/midia/343fd5624cd3398ffff80d6ffffe905.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

SOUZA, Rogério Resende de. Análise das necessidades de aprimoramento da capacitação SARSUB para um submarino nuclear. 2011. 53f . Monografia (Curso de Estado Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2011.

STEWART, Neck. Submarine Escape and Rescue: A Brief History. v.17, n. 1. Out, 2008. Disponível em: <<http://aquaticcommons.org/1579/1/the-journal-of-diving-history-59-2009.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2019.

TRANCHEMOTAGNE, Marc. Nedu Celebrates 75 years. Disponível em: <<https://www.navsea.navy.mil/Portals/103/Documents/SUPSALV/faceplate/April%202003.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2019.

UNITED STATES NAVY. SS521-AG-PRO-010: U.S. NAVY DIVING MANUAL, 2016 REVISION 7. Naval Sea Systems Command, 2016. 992p. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/8162578/US-Navy-DivingManual-Revision-7-PDF>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

Anexo

Ilustrações

FIGURA 1 – Representação gráfica e dois exemplares do *Emergency Life Support Stores* (ELSS ou pod)



Fonte: JAMES FISHER DEFENCE, 2008.

FIGURA 2 – Veículo de Operação Remota de Intervenção ou *Intervention Remotely Operated Vehicle* (iROV)



Fonte: disponível em: <<http://www.underwaterengineering.net>>

FIGURA 3 – *Monsen Lung*

Fonte: Revista O Periscópio, 2006, p. 75

FIGURA 4 – Traje utilizado para a realização do escape submarino



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

FIGURA 5 – DSRV (*Deep Submarine Rescue Vehicle*)

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

FIGURA 6 - Representação gráfica do sino tipo *McCann*

Fonte: Revista O Periscópio, 2006, p. 78.