



Artigo Original

CONVENIÊNCIA DO EMPREGO DE SISTEMAS DE SUPRIMENTO DE AR REDUNDANTES NAS OPERAÇÕES SUBMERSAS DO CBMMG

CONVENIENCE OF EMPLOYMENT OF REDUNDANT AIR SUPPLY SYSTEMS IN CBMMG UNDERWATER OPERATIONS

André Felipe dos Anjos Amaral¹, Heitor Aguiar Mendonça¹

DOI: <https://doi.org/10.56914/vigiles.v4i1a3>

¹. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.

RESUMO

Os Sistemas de Suprimento de Ar Redundantes (SSAR) são sistemas secundários de respiração subaquática independentes, utilizados para reduzir os riscos da atividade quanto ao guarneamento de ar. Com intuito de analisar a conveniência operacional da inserção desses sistemas no Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG), o presente trabalho objetivou contextualizar a atividade de mergulho autônomo, apresentando equipamentos e configurações voltadas para esse tipo de redundância. Nessa revisão narrativa de literatura, constataram-se previsões de emprego desses equipamentos nos Corpos de Bombeiros Militares do Espírito Santo, Goiás, Santa Catarina e São Paulo. Buscou-se evidenciar procedimentos de segurança adotados e equipamentos que configuram o mergulho autônomo desenvolvido pelo CBMMG, efetuando-se uma análise comparativa com outros Corpos de Bombeiros Militares. Assim, considerando a existência de similaridades entre as características ambientais e critérios de segurança encontrados nas operações submersas dos estados analisados, induziu-se, operacionalmente conveniente, o emprego dos SSAR no CBMMG.

Palavras-chave: Mergulho Autônomo; Bombeiros; Redundância de Ar.

ABSTRACT

The Redundant Air Supply Systems (RASS) are independent underwater breathing systems, used to reduce air supply activity risks. To analyze the operational convenience of the insertion of these systems in the Military Firefighters Corps of Minas Gerais (CBMMG), the present work aimed to contextualize the scuba diving activity, presenting equipment and configurations focused on this type of redundancy. In this review, it was verified the regulation use of these pieces of equipment in the Military Firefighters Corps of Espírito Santo, Goiás, Santa Catarina and São Paulo. There was an attempt to highlight safety procedures adopted and equipment that configure the scuba diving developed by CBMMG, making a comparative analysis with other Military Firefighters Corps. Thus, considering the existence of similarities between the environmental characteristics and safety criteria found in the underwater operations of the analyzed states, the use of RASS in the CBMMG was found operationally convenient.

Keywords: Scuba Diving; Firefighters; Air Redundancy.

Recebido em: 11/10/2019 - Aprovado em: 30/06/2021

E-mail: andre.amaral@bombeiros.mg.gov.br.



1 INTRODUÇÃO

O Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais (CBMMG) trabalha incessantemente para assegurar à sociedade mineira a prestação de serviços de defesa civil, prevenção e combate a incêndio, busca e salvamento, estabelecimento de normas relativas à segurança da população e de seus bens contra incêndio ou qualquer tipo de catástrofe, conforme Constituição Estadual (MINAS GERAIS, 1989). Esses serviços desempenhados são divididos em grupos, de acordo com suas características, nos termos da Instrução Técnica Operacional nº 25 (ITO-25) (MINAS GERAIS, 2015), que define a padronização de registro de eventos do CBMMG.

Segundo o Centro Integrado de Informações de Defesa Social (CINDS), as ocorrências do grupo Busca e Salvamento, registradas de janeiro a dezembro do ano de 2018, totalizaram 36.537 e representaram cerca de 10% do total de ocorrências atendidas pelo CBMMG nesse período. Tais ocorrências são atendidas em diversos ambientes, cada qual com suas peculiaridades (MINAS GERAIS, 2018a).

Por esse motivo, a área de Busca e Salvamento no CBMMG desmembra-se em classes, que englobam salvamentos envolvendo altura, ambientes terrestres ou aquáticos, conforme discrimina a Diretriz Integrada de Ações e Operações, elaborada pelo Sistema de Defesa Social de Minas Gerais. É nessa última ramificação que se encontram as naturezas de ocorrências em que são desenvolvidas as operações submersas pelas equipes de mergulho das Unidades de Execução Operacional (MINAS GERAIS, 2018b).

As guarnições de mergulho têm por finalidade realizar buscas de corpos de vítimas de afogamento ou mesmo de bens submersos, utilizando-se para isso, principalmente, de equipamento autônomo de respiração e de técnicas específicas de mergulho, consonante à ITO-25. Para isso, é necessário treinamento específico em matéria de mergulho autônomo (MINAS GERAIS, 2015).

Nesse contexto, a Marinha do Brasil (MB) conceitua mergulho autônomo como aquele em que o suprimento de mistura respiratória é transportado pelo próprio mergulhador e utilizado durante a atividade como sua única provisão (BRASIL, 2016). Para além dessa definição, o mergulho autônomo realizado por bombeiros militares possui mais algumas denominações especificadoras.

De acordo com a Instrução Técnica Operacional nº 12 (ITO-12) que rege as Operações Submersas no âmbito do CBMMG, o mergulhador que executa os trabalhos típicos de bombeiros é denominado Mergulhador de Resgate (MR). Ele é dotado de



capacitação técnica e habilidade para realizar buscas a corpos e a bens materiais debaixo d'água, trazendo-os à superfície. Os preparos físico, mental e psicológico devem ser constantes, pois, muitas de suas buscas são realizadas em locais presumivelmente insalubres e que não oferecem condições seguras de mergulho (MINAS GERAIS, 2007).

Além disso, os mergulhadores bombeiros têm recebido, recentemente, outra denominação, a de Mergulhador de Segurança Pública (MSP) (ESPÍRITO SANTO, 2018). Tais profissionais podem ser acionados para atuar sob quaisquer circunstâncias ambientais, sendo que os fatores de risco intrínsecos às condições hiperbáricas do trabalho não são os únicos. Falhas podem ser fatais e, para reduzir sua incidência, são necessários treinamentos e equipamentos próprios com redundância (SOUZA, 2019).

A utilização de equipamentos específicos e de proteção individual de mergulho autônomo é prevista pela ITO-12 (MINAS GERAIS 2007). Segundo a instrução, são requeridos aparelhos técnicos em mananciais onde se verificam maiores profundidades, devendo as ações serem realizadas dentro de rigorosa segurança e planejamento.

Nesse sentido, o Anexo 6 da Norma Regulamentadora 15, do Ministério do Trabalho, de observância obrigatória pelos órgãos públicos da administração direta, obriga expressamente, como forma de redundância, o emprego de suprimento respiratório de reserva para casos de emergência em profundidades a partir de 20 metros (BRASIL, 2019).

Conforme definição trazida pela *National Fire Protection Association* (NFPA) 1670, os Sistemas de Suprimento de Ar Redundantes são sistemas secundários de respiração subaquática independentes, ou seja, cilindros de volume reduzido dotados de primeiro e segundo estágios para respiração, os quais devem ser empregados por organizações que operam tecnicamente em incidentes envolvendo mergulho, visando dar suporte a emergências de baixa ou falta de ar (NFPA, 2004).

Segundo citado pelo Anexo 2, da NORMERG nº 01, do Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo (CBMES), a previsão de redundância dos equipamentos que são vitais ao suporte de vida do mergulhador é impreterível. O mergulhador que imerge com uma configuração dotada de redundância no sistema de suprimento de ar tem capacidade de dar a resposta adequada em caso de danos ou falhas no sistema principal (ESPÍRITO SANTO, 2018).

Diante disso, baseando-se no risco associado à atividade de mergulho autônomo e na carência de equipamentos que impliquem maior segurança quanto ao guarneecimento de ar no CBMMG, fez-se necessário um estudo para analisar operacionalmente o uso de



suprimentos independentes de ar redundantes, conforme padrões preconizados nacional e internacionalmente.

Dessa forma, com intuito de avaliar a conveniência operacional do emprego dos sistemas de suprimento de ar redundantes no CBMMG, o presente trabalho teve como objetivos contextualizar a atividade de mergulho autônomo e apresentar os equipamentos de redundância de ar independentes e suas configurações adotadas por Corpos de Bombeiros Militares.

2 DESENVOLVIMENTO

Essa pesquisa consiste em uma revisão narrativa de literatura, portanto não sistemática. Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa documental e bibliográfica.

Os artigos desse tipo de revisão são utilizados para descrever o desenvolvimento da área a ser estudada sob o um ponto de vista conceitual ou teórico através de uma análise crítica do autor sobre as literaturas publicadas, fomentando a educação continuada do assunto (ROTHER, 2007).

Nesse contexto, foram feitas buscas por manuais, instruções técnicas e demais normativas na área de mergulho autônomo em acervos internos do CBMMG e em sites oficiais de corporações militares pelo Brasil. Foram realizadas buscas presenciais na biblioteca física da Academia de Bombeiros Militar de Minas Gerais e virtuais em bases de dados eletrônicas sobre artigos, periódicos, livros e demais publicações nacionais e internacionais atinentes aos temas “bombeiro militar” e “mergulho autônomo”, em língua portuguesa e inglesa. Além disso, foram utilizados dados secundários extraídos do Relatório Estatístico Mensal - nº 02/2019 do CINDS para contextualizar a atuação do CBMMG em eventos submersos.

Dessa forma, o presente artigo se propôs a apresentar a atividade de mergulho autônomo e os sistemas de redundância de ar utilizados em Corpos de Bombeiros Militares, mensurando a conveniência operacional de uso desses sistemas no CBMMG através do método de abordagem indutivo. Tal abordagem se desenvolveu aplicando procedimento comparativo com inferência de verdade geral a partir de realidades constatadas em outras corporações, conforme ensinado por Marconi e Lakatos (2003).



2.1 Contexto

2.1.1 Atividade de Mergulho Autônomo

A MB é a instituição responsável pela regulamentação da atividade de mergulho autônomo em âmbito federal. Algumas de suas ordenações se dão através da Norma da Autoridade Marítima para Atividades Subaquáticas (NORMAM) nº 15, cujo propósito é estabelecer regras para a habilitação e cadastramento de empresas prestadoras de serviços de mergulho profissional, bem como disciplinar a formação e emprego dos mergulhadores pelas entidades credenciadas (BRASIL, 2016).

Além disso, outro regramento proveniente da MB é o Manual de Mergulho a Ar. Nesse dispositivo, é possível encontrar diversas conceituações sobre a área de mergulho autônomo, dentre as quais se encontra a de “Equipamento Autônomo de Circuito Aberto” como sendo “[...] todo aquele em que o gás necessário é levado pelo mergulhador em ampolas de alta pressão, sendo exalado após cada respiração, diretamente para o meio ambiente” (BRASIL, 2007). Esse sistema possui o acrônimo “SCUBA” que significa *Self Contained Underwater Breathing Apparatus* (aparelho de respiração subaquático autônomo) e deve ser composto pelos cilindros de gás comprimido principal e reserva e válvulas redutoras de pressão, denominadas primeiro e segundo estágios, como acrescenta Espírito Santo (2018).

Ademais, Espírito Santo (2018) conceitua que o cilindro principal é aquele que supre o MSP com o ar suficiente para que o trabalho submerso seja realizado e padroniza também algumas especificações do equipamento como sua composição em alumínio, sua pressão de trabalho em 200 bar e sua capacidade nominal em 80 pés cúbicos (S80).

Nesse sentido, o Manual de Mergulho da Marinha dos Estados Unidos traz que um cilindro S80 comporta pouco mais de 11,2 litros. Mas, para a Marinha Americana, o cilindro principal utilizado em mergulhos autônomos pode ter um volume interno menor. Ela enfatiza que o menor cilindro que está autorizado a ser empregado como suprimento principal em atividades de mergulho autônomo é o S50 que equivale a cerca de 7,9 litros (EUA, 2016).

Para o Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo (CBPMESP), esse cilindro de gás comprimido possui um nome técnico, aprovado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas que é cromo-molibdênio “cilindro para gases a alta pressão”. Resumidamente, eles são recipientes cilíndricos, geralmente de ligas de aço,



sendo as mais comuns ou de alumínio que não podem possuir costuras ou emendas, pois suportam uma pressão de trabalho normal que varia de 150 a 210 atmosferas (ATM) (SÃO PAULO, 2006).

Denominados por Goiás (2018) como “Regulador de Dois Estágios” ou “Regulador de Mangueira Única”, os redutores de pressão são conhecidos também como primeiro e segundo estágios, pois, são compostos por duas peças interligadas por uma mangueira. A primeira peça (primeiro estágio) conecta-se diretamente ao cilindro promovendo a redução da alta pressão existente para cerca de 10 ATM. A segunda peça (segundo estágio) vai presa à boca do mergulhador e tem a função de reduzir novamente a pressão proveniente do primeiro estágio para níveis de pressão que atendam à demanda respiratória do mergulhador de acordo com a profundidade em que ele esteja (GOIÁS, 2018).

Para a *National Association of Underwater Instructors* (NAUI), a configuração mínima a ser adotada por alunos em mergulhos autônomos, além de máscara, nadadeiras, cilindro, colete equilibrador e manômetro submersível, também abarca regulador de segundo estágio adicional ou uma outra fonte alternativa de ar. Ressalta-se que se trata de uma associação recreativa educacional mundial, com propósito de capacitar as pessoas para desfrutarem de atividades subaquáticas de forma segura conforme leis norte-americanas (NAUI, 2017).

Entretanto, conforme Espírito Santo (2018), a atividade de mergulho autônomo desenvolvida pelos Corpos de Bombeiros Militares no país possui alguns diferenciais que ensejam a inserção de aspectos de segurança, como o emprego dos sistemas de fonia sem fio para comunicação subaquática e máscara *full face*, a presença de redundância em ferramentas de corte, roupa seca de mergulho para evitar contaminações e a utilização do cilindro de gás comprimido reserva, tida como obrigatória.

Destarte, o equipamento autônomo de mergulho sobressai-se por sua adequabilidade à maioria das atividades ordinárias de mergulho Bombeiro Militar, tendo em vista sua facilidade de operação. É o que diz Goiás (2018), passando a enumerar como vantagens de seu uso a grande mobilidade, o baixo tempo para preparação, a possibilidade de adentrar em locais confinados, o fácil transporte e a pequena estrutura de apoio necessária, tendo como fator comparativo o sistema de mergulho com suprimento de ar dependente da superfície.

Em contrapartida, ao analisar a NORMAM-15, percebe-se uma limitação de trabalho do aparelho de mergulho autônomo. Para a MB, o sistema para mergulho em águas interiores constituído por equipamentos autônomos dá-se até a profundidade de 20 metros



e somente será empregado para trabalhos leves, nos quais não sejam necessárias paradas para descompressão, não se vislumbrem condições perigosas e cuja corrente máxima não ultrapasse um nó de velocidade (BRASIL, 2016).

Para Brasil (2007), o mergulhador que faz uso deste tipo de sistema deve ser adestrado quanto ao fiel cumprimento dos procedimentos de mergulho e estar munido de alto grau de segurança, tendo conhecimento e confiança absoluta sobre seu equipamento, uma vez que atuará sem comunicação com a superfície, independente de sua equipe de apoio e com suprimento limitado de ar.

2.1.2 Mergulho Autônomo no CBMMG

O estado de Minas Gerais possui grande quantidade de mananciais, com características diversificadas, sendo conhecido como a "caixa d'água" brasileira, em referência à importância das bacias hidrográficas que o banham. Dentre as principais bacias que integram a malha hidrográfica do estado estão as dos rios São Francisco, Grande, Mucuri, Jequitinhonha, Paraíba do Sul, Paranaíba, Pardo e Doce (MINAS GERAIS, 2019a).

Assim, atuando nesses diferentes cenários, dando resposta às demandas de busca e recuperação de pessoas afogadas ou bens submersos, o CBMMG apresenta o maior quantitativo de atendimentos operacionais em rios/riachos e córregos, seguidos por ambientes de lago/lagoa/respresa (MENDONÇA, 2018). Tais locais podem ser considerados como de risco baixo ou alto, onde se verificam grandes profundidades, turbidez e correntezas (COSTA, 2011).

Para alcançar essa capacidade de atendimento operacional, a instituição percorreu um caminho de mais de meio século. A princípio, conforme consta no livro do centenário histórico da corporação, os registros associados à atividade de mergulho autônomo no CBMMG se deram por intermédio do então Tenente Celso Sérgio Ferreira, o qual, em meados 1962, criou a Companhia de Proteção Salvamento e Procura, que culminou na qualificação da tropa mineira e modernização de seus equipamentos (MINAS GERAIS, 2013).

Desde então, esse serviço tem sido aprimorado e, nos últimos anos, a corporação vem traçando estratégias de capilarização pelo território, pautando suas ações no eixo principal do Plano de Comando 2015-2026, 2^a edição, o qual prevê programas de extensão da presença da corporação em mais municípios, dinamizando, dessa forma, sua



capacidade de atuação em ambientes aquáticos com maior agilidade e eficiência (MINAS GERAIS, 2017a).

Atualmente, conforme evidencia o Plano de Articulação do CBMMG, por meio da Resolução 860, o órgão está fisicamente presente em 74 municípios mineiros. Essas unidades são responsáveis pelo atendimento de todas as demandas operacionais típicas de bombeiros dos 853 municípios do estado, desdobrando-se para dar as respostas necessárias à sociedade, inclusive quanto àquelas alusivas à classe de mergulho autônomo (MINAS GERAIS, 2019b).

Como forma de contextualizar a incidência de atuação do CBMMG em eventos submersos, faz-se uso de dados extraídos do Relatório Estatístico Mensal nº 02/2019 do CINDS. Suas informações apontam que, apenas nos meses de janeiro e fevereiro de 2019, foram registradas, em Minas Gerais, 162 ocorrências da classe de natureza Mergulho Autônomo. Esses eventos resultaram em 79 vítimas fatais devido a afogamento em todo o estado no período de referência, sendo 73 vítimas do sexo masculino e seis do sexo feminino (MINAS GERAIS, 2019c). Devido à relevância do assunto, torna-se conveniente avaliar como esse trabalho tem sido realizado.

Nesse sentido, a ITO-12 possui como finalidade o estabelecimento de procedimentos adequados para execução e desenvolvimento da atividade no âmbito do órgão. Dentre seus objetivos, figuram a preocupação com a necessidade de atualizar procedimentos, dar conhecimento aos membros da corporação sobre normas de segurança em trabalhos de mergulho, além de minimizar os seus riscos (MINAS GERAIS, 2007).

Nesse ínterim, um assunto relacionado aos procedimentos de segurança do mergulho autônomo desenvolvido pelos bombeiros militares de Minas Gerais é a composição da equipe mínima de mergulho. Para locais com profundidades inferiores a 12 metros, a guarnição será composta por quatro mergulhadores. Porém, sob condições inseguras ou profundidades superiores a 12 metros, o efetivo mínimo a ser empregado é de cinco militares, sendo duas duplas de mergulho e um supervisor, havendo, necessariamente, um mergulhador especializado (MINAS GERAIS, 2007).

Complementarmente, Minas Gerais (2007) ressalta que, havendo mergulhadores submersos, deverá constar um “mergulhador reserva”, figura devidamente equipada e em condições de imersão imediata a qualquer sinal de emergência para realizar o resgate do mergulhador em apuros.



Em tempo, Minas Gerais (2007) apresenta taxativamente como situações perigosas/inseguras, nas quais a atenção deve ser redobrada, aquelas em que os trabalhos submersos envolvem corte ou solda, uso e manuseio de explosivos, correntezas superiores a dois nós, manobras com pesos que interferem na flutuabilidade do mergulhador, ambientes confinados como cavernas e naufrágios, e, por fim, mergulhos noturnos. Esses devem acontecer somente quando houver possibilidade de resgate de vida humana, ou seja, em situações em que a submersão comprovada se deu por tempo inferior a uma hora, sem sinais evidentes de morte (MINAS GERAIS, 2017b).

Ademais, outro ponto chave que norteia as operações submersas desenvolvidas pelos bombeiros militares em Minas Gerais diz respeito às profundidades máximas de trabalho. A regra é que os mergulhos com equipamento autônomo a ar comprimido não excedam 30 metros. Não obstante, caso autorizado pelo Comandante Operacional de Bombeiros, poderão ser realizados mergulhos em profundidades maiores, após estudo de situação (MINAS GERAIS, 2007).

Por fim, cita-se a configuração de mergulho adotada no CBMMG. Conforme ITO-12 os equipamentos obrigatórios para atuação são máscara facial com snorkel, colete equilibrador, roupa de neoprene, nadadeiras, profundímetro, relógio, faca, além do conjunto de respiração constituído com apenas uma válvula de estágio único e cintos com lastros em alguns casos (MINAS GERAIS, 2007).

2.1.3 Riscos da Atividade de Mergulho Autônomo

Para compreender alguns riscos associados à atividade de mergulho autônomo, torna-se relevante a inserção de alguns conceitos da física aplicada ao mergulho. Silva (2017) cita resumidamente as leis de Boyle, Dalton e Pascal e suas relações com o mergulho. Quanto à primeira lei, ele afirma “[...] está ligada ao volume pulmonar do mergulhador que sofre redução ao descer e que volta ao volume normal ao subir [...]”. Em relação à Lei de Dalton, insere que o princípio é “[...] conhecido como a lei da pressão parcial dos gases, esta lei está diretamente ligada à mistura gasosa que o mergulhador vai usar, pois o oxigênio é tóxico a grandes profundidades [...]”. E sobre a lei de Pascal, ele confirma que a pressão atua em todas as partes do corpo do mergulhador, podendo causar-lhe barotraumas. Nesse sentido, para citar os efeitos da pressão sobre o corpo humano, proporcionados pela atividade de mergulho autônomo, faz-se uma divisão entre efeitos diretos e indiretos, conforme ITO-12. Os diretos ou primários são aqueles que



resultam da ação mecânica da pressão sobre as células e cavidades corporais, cujas consequências são basicamente a embolia traumática pelo ar e os barotraumas como os de ouvido, seios da face, pulmões e dental. Existem também os efeitos indiretos ou secundários, aos quais estão associadas alterações fisiológicas decorrentes das pressões parciais dos gases absorvidos pelo organismo. Esses se subdividem em duas naturezas, a biofísica onde se enquadra a doença descompressiva; e as bioquímicas, onde se inserem as intoxicações por oxigênio, gás carbônico e outros gases, bem com a narcose pelo nitrogênio (MINAS GERAIS, 2007).

Além desses riscos de doenças e acidentes relacionados à pressão, existem outros fatores ligados às fatalidades no mergulho. Conforme a 8^a edição do PHTLS (2017), a maioria das mortes associadas ao mergulho não mudou com o passar dos anos, sendo a insuficiência ou falta de ar durante a operação o evento mais frequente, culminando em *causa mortis* por afogamento ou asfixia.

Além disso, como forma de minimizar ocorrências de insuficiência ou falta de ar no mergulho autônomo, Espírito Santo (2018) impõe que é necessário realizar um cálculo que estime o volume de ar respirável contínuo no cilindro, prevendo uma reserva de segurança. Essa medida consiste em deixar 50 bar de pressão do cilindro principal como reserva no momento de calcular. Goiás (2018) exemplifica através de um cilindro com volume interno de 11 litros e pressão de trabalho de 200 bar, em que o planejamento da capacidade do cilindro se dará multiplicando 150 bar por 11 litros (150X11), que resulta em 1650 litros. Acrescenta que, para estimar tempo de autonomia, deve-se dividir esse valor pelo consumo de ar na profundidade da atividade.

Ademais, outra forma recomendada por Minas Gerais (2007) para agregar segurança e que pode ser útil em emergências de falta de ar é realizar o mergulho preferencialmente em duplas. Para Goiás (2018), sendo necessário o compartilhamento de ar, o mergulhador que estiver com o problema sinalizará à sua dupla a emergência, momento em que lhe será fornecido o gás através de um segundo estágio reserva, caso o mergulhador socorrista possua esse sistema alternativo de suprimento, passando ambos a iniciar a ascensão até a superfície. Em casos extremos, não havendo um sistema alternativo de ar, ou seja, quando os mergulhadores estão equipados apenas com um segundo estágio, realizar-se-á o compartilhamento de bocal entre os mergulhadores, abortando a operação e iniciando a subida.

Dessa forma, é importante ressaltar que essa fonte alternativa de ar poderá servir tanto para uso do próprio mergulhador quanto para doação à dupla em emergências, sendo



um equipamento tido como obrigatório na configuração de mergulho, conforme dispõe o Corpo de Bombeiros Militar de Rondônia em sua regulamentação interna da atividade. Esse segundo estágio reserva, ou simplesmente *octopus*, geralmente de cor amarela e com mangueira de cerca de 100 cm, fica disponível e com fácil soltura em uma posição lateral ao corpo do bombeiro (RONDÔNIA, 2016).

De acordo com Espírito Santo (2018), o sistema de duplas, amplamente ensinado em cursos de mergulho autônomo recreativos com finalidade de agregar segurança aos seus praticantes, pode ser perigoso e desajeitado quando aplicado em operações de mergulho de segurança pública. A regra básica de nunca mergulhar sozinho torna-se inconveniente quando o local dos trabalhos apresenta correnteza, restrição de visibilidade e obstáculos na rota de fundo dos MSP. Para suprir tal ausência, é necessária a existência de um mergulhador de emergência em condições de atuar, bem como o porte de equipamentos de redundância de ar e corte pelo mergulhador principal.

Ainda se tratando dos riscos associados ao MSP, outro risco relacionado por Araújo (2018) é a possibilidade da ocorrência do enroscô, que pode culminar no aprisionamento do mergulhador por diversos obstáculos como rochas, vegetações submersas e redes de pesca, neste último caso sendo definido como enredamento. Para Espírito Santo (2018), Anexo 2, essa possibilidade de retenção do mergulhador possui maior incidência em rios, lagos e lagoas devido às suas áreas alagadas com presença de vegetações que complicam o deslocamento subaquático, onde a pesca é explorada economicamente e são encontrados descartes de utensílios como de anzóis, redes e tarrafas, bem como a proximidade de centros urbanos, propiciando a presença de lixo doméstico e consequente poluição do curso d'água. Souza e Pacheco (2018) ressaltam ainda que 77,8% das buscas subaquáticas realizadas pelo CBMES ocorrem em rios, lagos e lagoas e apenas 12,7% no mar, conforme levantamento realizado no ano de 2017.

O Anexo 2 supracitado continua afirmando que os mergulhadores, mesmo com a presença do risco do enroscô, devem trabalhar com cordas que sirvam como guia em águas que, muitas vezes, apresentam restrição ou privação de visibilidade. Salienta que, para reduzir tais riscos e dar chances de resposta ao mergulhador, é imperativo que o bombeiro esteja equipado com sistema de fonia subaquática sem fio, para relatar problemas à equipe de superfície, portar duas ferramentas de corte, sendo uma convencional e outra do tipo “Z”, específica para corte de cabos e redes e possuir suprimento de gás extra. Mesmo portando esses mecanismos de redundância, existe a possibilidade de complicações da situação, sendo que “[...] o pior cenário possível gerado



pelo enroscômetro é o esgotamento do suprimento de gás antes que o mergulhador de segurança pública possa se libertar ou receber ajuda levando-o ao afogamento” (ESPÍRITO SANTO, 2018).

Por fim, apresenta-se o estudo de Denoble *et al.* (2008), em que foram revisados 947 casos de mortes acidentais durante as atividades de mergulho autônomo, entre 1992 e 2003. O estudo foi dividido em etapas que incluíam o “fator desencadeador”, “circunstância incapacitante” e “causa da morte”. Quanto ao fator desencadeador, os eventos mais constatados foram 41% de gás insuficiente, 20% de aprisionamento e 15% de problemas de equipamento. Em relação às circunstâncias incapacitantes, os eventos mais notados foram que 55% das mortes ocorreram durante a subida de emergência e 27% quando da insuficiência de ar. Sobre a etapa em que se avaliava a causa da morte, o resultado foi que em 70% dos casos se dava por afogamento.

2.2 Sistemas de Suprimento de Ar Redundantes e sua utilização em Corpos de Bombeiros Militares do Brasil

As buscas por artigos científicos, manuais, instruções técnicas e demais normativas na área de mergulho autônomo identificaram a utilização dos SSAR nos Corpos de Bombeiros Militares dos estados do Espírito Santo, Goiás, São Paulo e Santa Catarina.

O CBMES utiliza a nomenclatura *bail out* para tratar do cilindro de SSAR e disciplina sua utilização como sendo exclusivamente para contingência em casos emergenciais de falta de ar no cilindro principal do mergulhador, seja por falha no cálculo de consumo do gás, seja por vazamentos ou problemas no sistema. Em situações assim, quando o bombeiro passar a respirar com a reserva do *bail out*, deve-se abortar imediatamente os trabalhos de mergulho, iniciando o retorno à superfície adotando a velocidade máxima de subida preconizada (nove metros por minuto), valendo-se do cabo guia para orientação e realizando a parada de segurança, se possível (ESPÍRITO SANTO, 2018).

O *bail out* é considerado “sagrado”, e, em nenhuma hipótese, pode ser utilizado para que o mergulhador permaneça por mais tempo nos trabalhos submersos. Ademais, orienta que, caso ocorra também o esgotamento do SSAR e estando o mergulhador ainda submerso, este deve dar início à subida de emergência, que consiste em nadar ou boiar até a superfície exalando continuamente o ar dos pulmões, pronunciando o som da vogal “U” durante todo o trajeto, mantendo as vias aéreas périvas (ESPÍRITO SANTO, 2018).



Quanto ao volume interno dos cilindros de ar redundantes, a agência de treinamento internacional *Emergency Response Diving International* (ERDI, 2000, 2012) aconselha que sejam de no mínimo três litros (S18), recomendando fortemente a utilização do cilindro de 4,3 litros (S30) para que mergulhador possa realizar uma subida com segurança e sem pressa.

Conforme relatado por Magrini e Tibola (2016), o 12º Batalhão do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina (CBMSC) utiliza, desde 2013, um SSAR de volume menor para casos de necessidade de abandono do equipamento de mergulho no fundo e subir em fuga ou ofertar para a sua dupla. Com nome comercial *Spare Air* modelo 300 *Standard*, o sistema redundante é denominado como *Backup* pela referência. Dimensionado com 34 cm de comprimento e 5,7 cm de diâmetro, seu volume interno é de 3 pés cúbicos, cerca de 0,44 litro, sendo capaz de comportar 85 litros de ar quando carregado a 200 bar, sua pressão máxima de trabalho, proporcionando 53 respirações na superfície, baseando-se em inspirações de 1,6 litro por vez (SPARE AIR®, 2018).

Além do volume reduzido, Magrini e Tibola (2016) trazem outras especificações técnicas que constam do manual do *Backup* de ar (SPARE AIR®, 2018). O primeiro e segundo estágios são integrados diretamente ao cilindro, inexistindo mangueiras que os conectem, permitindo que o bocal de respiração se encontre junto ao corpo do próprio cilindro. Sua constituição é de alumínio com cor amarelo luminoso, pesando menos de um quilo quando completo. Para recarregá-lo, faz-se o uso de um adaptador que o conecta a um cilindro convencional e permite a transferência de gás por diferença de pressão, em 30 a 60 segundos (Figura 1).

Ainda de acordo com Magrini e Tibola (2016), foram realizados testes de autonomia no *Spare Air* 300 em piscina a profundidade de 1,5 metros e em represa a seis metros de profundidade, avaliando, em ambos os casos, a autonomia em mergulho estático e dinâmico. Em piscina, o mergulho estático “[...] com organismo totalmente descansado, o equipamento teve uma autonomia de 3min45s. Se levarmos em consideração as diferenças entre cada organismo humano podemos considerar uma autonomia entre 3 e 5 minutos” e em mergulho dinâmico na piscina “[...] o *Spare Air* teve uma autonomia de 2min28s, levando em consideração a velocidade máxima de 18 m por minuto, seria possível realizar uma subida de 44 metros, sem comprometer a segurança no quesito velocidade de subida” (MAGRINI e TIBOLA, 2016).

No teste de mergulho estático em represa, “[...] com organismo totalmente descansado, o equipamento teve uma autonomia de 3min32s. Se levarmos em



consideração as diferenças entre cada organismo humano podemos considerar uma autonomia entre 3 e 5 minutos” e em mergulho dinâmico na represa “[...] o Spare Air teve uma autonomia de 2min16s, levando em consideração a velocidade máxima de 18 m por minuto, seria possível realizar uma subida de 40 metros, sem comprometer a segurança no quesito velocidade de subida” (MAGRINI e TIBOLA, 2016).

Figura 1 - À esquerda o *Backup* de ar Spare Air® e à direita o sistema sendo carregado



Fonte: Magrini e Tibola (2016).

Retomando a apresentação dos volumes dos SSAR, evidencia-se o *bail out* padronizado por Espírito Santo (2018). No CBMES, o sistema de fornecimento de ar do mergulhador conta com a redundância de um cilindro de 4,3 litros (S30) feito de alumínio, pressão de trabalho de 200 bar e dotado de registro (torneira) de fluxo de ar independente do sistema principal e que deve estar sempre aberto durante a operação. Conectado a esse registro vai o segundo estágio reserva que servirá também como fonte alternativa de ar.

Em consonância, Goiás (2018) cita como referência a ser adotada em seu manual de mergulho os mesmos padrões de SSAR disciplinados pelo CBMES supracitados. Destaca ainda que o uso de um segundo estágio reserva é obrigatório na configuração e que sua montagem se dá diretamente no cilindro reserva quando se adota o *bail out* e não no cilindro principal (Figura 2).



Figura 2 - Cilindro Principal com Redundância



Fonte: Adaptado de GOIÁS (2018) *apud* Dop/ESPÍRITO SANTO (2017).

Já para o CBPMESP, o SSAR se dá através do chamado “cilindro de emergência” e possui volume diferenciado dos demais apresentados. Segundo São Paulo (2006), o cilindro mais indicado para casos de eventualidade tem de seis a oito litros, também de torneira com registro independente onde se conectam os 1º e 2º estágios.

Passando para o posicionamento do SSAR na configuração adotada pelos MR, verifica-se a existência, basicamente, de dois padrões. A primeira forma de montagem é a afixação do cilindro redundante ao cilindro principal, nas costas do mergulhador (Figura 3). A segunda forma é a amarração ou clipagem na parte frontal do mergulhador, geralmente afixado ao colete equilibrador (Figura 4), facilitando, nesse caso, que o mergulhador seja capaz de remover o cilindro redundante debaixo d’água e entregá-lo para outro mergulhador que precise de ar em uma situação de emergência (ERDI, 2000, 2012).

Figura 3 - Cilindro *bail out* (S30) afixado ao Cilindro principal (S80)

Fonte: Espírito Santo (2018).

Figura 4. Cilindro *bail out* S30 afixado ao Colete Equilibrador

Fonte: ERDI (2000).

Dentre os Corpos de Bombeiros Militares supracitados, depreende-se que, nos estados do Espírito Santo e Goiás, a configuração de montagem do *bail out* é a fixação ao cilindro principal, conforme Espírito Santo (2018) e Goiás (2018). Além de um encaixe com trava de alumínio maciço, o sistema conta com uma correia de nylon reforçada própria para fixação em cilindro S80 (*Cam Band*) e um par de abraçadeiras de aço inoxidável para envolver o cilindro S30. No CBMSC, conforme trazido por Magrini e Tibola (2016), não há engessamento quando posicionamento do *Spare Air*, sendo exemplificada apenas uma forma de utilização, qual seja, fixado frontalmente ao colete equilibrador. Por fim, São Paulo (2006) apresenta as duas formas de montagem do SSAR, preso ao cilindro principal e preso ao colete equilibrador, ressaltando a importância de o mergulhador estar treinado e habituado a, mesmo sem visibilidade, tatear e abrir a sua torneira e acessar o segundo estágio reserva.

Tabela 1 - Resumo dos SSAR adotados pelos Corpos de Bombeiros Militar (CBM)

CBM	Nomenclatura	Modelo	Volume (L)	Configuração
Espírito Santo	<i>Bail Out</i>	S30	4,3	Preso ao cilindro principal
Goiás	<i>Bail Out</i>	S30	4,3	Preso ao cilindro principal
São Paulo	Cilindro de Emergência	Variável	6,0 a 8,0	Preso ao cilindro principal ou colete equilibrador
Santa Catarina	<i>Backup de Ar</i>	<i>Spare Air</i>	0,44	Preso ao colete equilibrador

Fonte: Elaborado pelos autores.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS



Dentre os achados da pesquisa, verifica-se, inicialmente, que a maioria das causas de mortes relacionadas ao mergulho autônomo se dão por fatores relacionados à falta de ar e culminam em morte do mergulhador por afogamento, conforme estudos apresentados por Denoble *et al.* (2008) e PHTLS (2017). Por isso, o desempenho da atividade em condições perigosas insere os bombeiros militares em situações de vulnerabilidade que poderiam ser evitadas com a complementação de um SSAR à configuração de mergulho adotada.

Em relação aos padrões de segurança estabelecidos pela ITO-12 do CBMMG para suas operações submersas, constatou-se a ausência de parâmetros de redundância por suprimentos de ar independentes e a não obrigatoriedade de se garantir uma reserva de emergência no momento do cálculo de tempo de autonomia do cilindro principal. Além disso, nota-se que não está expressa a obrigatoriedade da presença de um segundo estágio reserva como fonte alternativa de ar nos mergulhos da corporação. A recomendação da ITO-12 quanto à execução do mergulho autônomo em duplas pode ser entendida como uma forma alternativa para suprir a necessidade de um dos mergulhadores em uma emergência de falta de ar. Entretanto, para que ocorra o compartilhamento de ar por bocal em uma situação como essa é imprescindível que o militar tenha elevado preparo técnico, tranquilidade no momento da dificuldade e uma grande experiência, atributos que nem sempre poderão ser exigidos dentre os executantes do serviço.

Considerando a configuração de equipamentos estabelecida pela mesma ITO, ficou comprovada uma similaridade com aquela estabelecida para mergulhos autônomos recreativos pela NAUI. Essa certificadora ainda acrescenta, por segurança, um segundo estágio reserva ou outra fonte alternativa de ar como obrigatoriedade. Comparando-se a configuração mineira àquela disposta pelo CBMES, detectou-se uma grande disparidade, mormente no que tange ao uso de itens como SSAR, roupa seca de mergulho, máscara *full face* com sistema de fonia subaquática sem fio, além dos convencionais. Isso se evidencia nessa corporação pelo afloramento de uma identidade própria denominada MSP para os mergulhos realizados por bombeiros militares, como uma ramificação/especialização da atividade normatizada precipuamente pela MB, tendo em vista as particularidades ambientais encontradas em rios e lagos, onde estatisticamente se atendem a maioria das ocorrências dessa natureza.

Foi constatado, dentre os quatro CBM onde foram encontradas previsões normativas de uso de SSAR, que dois deles, CBMES e Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, oferecem às suas operações submersas os padrões de segurança sugeridos pela certificadora



internacional ERDI, com a utilização do *bail out* de 4,3 litros e configuração presa ao cilindro principal. Isso sugere uma adaptabilidade dessas tropas a essa configuração e uma preferência de tais instituições ao uso do volume supracitado como forma de redundância.

Quanto ao SSAR que tem sido empregado pelo CBMSC, apesar de sua capacidade volumétrica limitada, depreende-se que se propõe com eficácia a suprir mergulhadores em situações emergenciais de aprisionamento e necessidade de abandono dos demais equipamentos, podendo evitar acidentes como apagamento e afogamento durante a fuga. Tal inferência se dá baseando-se nos testes realizados por Magrini e Tibola (2016), mesmo adotando a velocidade de subida de nove metros por minuto.

Nesse sentido, portabilidade e facilidade de posicionamento do *Spare Air* se tornam interessantes quando observados aspectos da configuração “*hogarthiana*” de mergulho, proposta pelo norte-americano Willian Hogarth, que pregava a simplicidade e minimalismo como forma de prevenir possibilidades de falhas e acidentes. Em contrapartida, a configuração de redundância de ar sugerida pelo CBPMESP pode gerar desconforto e prejudicar a ergonomia em ambientes de mergulho com espaço limitado, uma vez que prevê a utilização de cilindros maiores. Ademais, a configuração utilizada pelo CBPMESP pode despertar no mergulhador uma possibilidade equivocada de continuar os trabalhos no fundo após passar a utilizar o cilindro reserva ao invés de iniciar imediatamente a subida para finalizar a operação.

Quanto às características das atividades de mergulho desenvolvidas pelas corporações supracitadas, ficou evidenciada a existência de similitudes quanto ao serviço realizado, qual seja, busca, resgate e recuperação de pessoas e bens submersos e quanto aos ambientes onde majoritariamente se desenvolvem os eventos (rios e lagos).

Nesse contexto, tendo como fundamento o empreendimento de esforços em prol de políticas de atualização trazido pelo Plano de Comando, por meio do programa de modernização tecnológica que visa à adequação às demandas operacionais e valorização de pessoas, torna-se conveniente a inserção de um SSAR como forma de prevenir acidentes de mergulho relacionadas ao guarnecimento de ar e proteger os militares que arriscam suas vidas em prol do cumprimento da missão constitucional do CBMMG. Todavia, torna-se essencial a realização de estudos futuros que objetivem saber por testes práticos qual SSAR e configuração mais se adaptam, operacionalmente, ao CBMMG.

Portanto, apresentados o contexto atual do mergulho autônomo e os Sistemas de Suprimento de Ar Redundantes e suas configurações utilizadas, considerando-se as similaridades entre os ambientes e serviços executadas pelos Corpos de Bombeiros



Militares, infere-se, por indução, que esses sistemas também são operacionalmente convenientes à realidade do CBMMG, podendo contribuir para que os riscos intrínsecos à atividade sejam minimizados de forma técnica e eficiente.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Thompsom Thauzer Rodrigues de. **Ferramentas de Corte Adicionais no Mergulho Bombeiro Militar do 1º BBM.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) - Comando da Academia e Ensino Bombeiros Militar, Corpo de Bombeiros Militar de Goiás, Goiânia, 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 15 – Atividades e Operações Insalubres.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2019.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Manual de Mergulho a Ar.** Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átila Monteiro Aché - CIAMA - 201. Rio de Janeiro: 2007.

BRASIL. Marinha do Brasil. Diretoria de Portos e Costas. **Normas da Autoridade Marítima para atividades Subaquáticas – NORMAM-15/DPC.** 2. Rev., 2016. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/normam15.pdf>. Acesso em: 16 de mar. 2019.

COSTA, Thales Gustavo de Oliveira. **Utilização da Roupa Seca de mergulho por Profissionais do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais:** estudo sobre a viabilidade operacional. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Formação de Oficiais) - Academia de Bombeiros Militar de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

DENOBLE, Petar J.; CARUSO, James L.; DEAR, Guy de L.; PIEPER, Carl F.; VANN, Richard. D. Common. Causes of Open-Circuit Recreational Diving Fatalities. **Undersea and Hyperbaric Medical Society**, v. 35, n. 6, 2008.

ERDI. Emergency Response Diving International. **International Training and Emergency Response Diving International Manual.** v. 1.0, 2000.

ERDI. Emergency Response Diving International. **Emergency Response Diver I Operations Manual.** Introdução aos protocolos e requisitos necessários para o Mergulhador de Respostas a Emergências na Função de Segurança Pública. v. 1112, 2012.

ESPÍRITO SANTO. Corpo De Bombeiros Militar do Espírito Santo. Diretoria de Operações. **Norma de Mergulho n. 1/NORMERG.** Regras de segurança e procedimentos para Operações de Mergulho de Segurança Pública no âmbito da Corporação. Vitória: CBMES, 2018.



EUA. Estados Unidos da América. Marinha dos Estados Unidos. **U.S. Navy Diving Manual.** Direction of Commander, Naval Sea Systems Command. 7. Rev., 2016.

GOIÁS. Corpo de Bombeiros Militar de Goiás. **Manual Operacional de Bombeiros: Mergulho Bombeiro Militar.** Goiânia: CBMGO, 2018.

MAGRINI, Michael; TIBOLA, Maycon. Utilização de Backup no Mergulho de Segurança Pública: Um Sopro Na Vida Dos Mergulhadores. **IGNIS - Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina**, Florianópolis, Ed. Especial XVI SENABOM, p. 69-83, 2016.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MENDONÇA, Heitor Aguiar. **Mergulho Autônomo no CBMMG:** Análise da Demanda Operacional em Minas Gerais no período de 2015 a 2017. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (CEGEDEC) - Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2018.

MINAS GERAIS. [Constituição (1989)]. **Constituição do Estado de Minas Gerais.** 16. ed. Belo Horizonte: Assembleia Legislativa do Estado de Minas Gerais, 2016.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica Operacional n. 12/2007:** Operações Submersas. Belo Horizonte: CBMMG, 2007.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar De Minas Gerais. **CBMMG: Cem Anos de História e Reflexão 1911 - 2011.** Belo Horizonte: Editora Rona, 2013.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica Operacional n. 25/2015:** Registros de Evento de Defesa Social. Belo Horizonte: CBMMG, 2015.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Plano de Comando 2015-2026 2ª edição.** Belo Horizonte, 2017a.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Instrução Técnica Operacional n. 23/2017:** Protocolo de Atendimento Pré-Hospitalar. 2. ed. Belo Horizonte: CBMMG, 2017b.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Relatório Estatístico Mensal - nº 12/2018.** Centro Integrado de Informações de Defesa Social – CINDS. Belo Horizonte: CBMMG, 2018a.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Segurança Pública. **Diretriz Auxiliar de Operações (DIAO).** Belo Horizonte, 2018b.

MINAS GERAIS. Site Oficial do Executivo - **Governo de Minas Gerais.** Disponível em: <https://www.mg.gov.br/conteudo/conheca-minas/geografia/bacias-hidrograficas>. Acesso em: 26 de mai. 2019a.



MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. Resolução n. 860, de 08 de agosto de 2019. **Regulamenta o Plano de Articulação do Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais.** Belo Horizonte, 2019b.

MINAS GERAIS. Corpo de Bombeiros Militar de Minas Gerais. **Relatório Estatístico Mensal - nº 02/2019.** Centro Integrado de Informações de Defesa Social – DIAO. Belo Horizonte, 2019c.

NAUI, National Association of Underwater Instructors. **Manual de Regras e Padrões.** Edição 2017, versão 1.0. Riverview: 2017.

NFPA. National Fire Protection Association - **NFPA 1670 Standard on Operations and Training for Technical Search and Rescue Incidents.** Reno: 2004.

PHTLS, Prehospital Trauma Life Support. **Atendimento Pré-Hospitalar Traumatizado.** National Association of Emergency Medical Technicians and American College of Surgeons. 8. ed. Burlington: Ed Jones & Bartlett Learning, 2017.

RONDÔNIA. Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Rondônia. Resolução n. 90, de 01 de julho de 2016. Diretoria de Legislação e Controle de Recursos Humanos: **Regulamenta os Procedimentos para a Realização das Atividades de Mergulho de Resgate, no Âmbito do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Rondônia.** Porto Velho: CBMRO, 2016.

ROTHER, Edna Terezinha. Revisão Sistemática x Revisão Narrativa. **Acta Paulista de Enfermagem – Escola Paulista de Enfermagem,** São Paulo, v. 20, n. 02, 2007.

SÃO PAULO. Corpo de Bombeiros da Polícia Militar do Estado de São Paulo. **Coletânea de Manuais Técnicos de Bombeiros 27:** Manual de Operações de Mergulho. São Paulo: CBPMESP, 2006.

SILVA, Roberto Calábria Guimarães da. **Identificação do Nível do Estresse da Atividade de Mergulho Profundo, a partir da Percepção do Mergulhador.** 2017. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Industrial) - Escola Politécnica UFBA, Salvador, 2017.

SOUZA, Carlos Alberto Mendes de; PACHECO, Fabiano José de Aguilar. Especialização do Mergulho de Segurança Pública no Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo – CBMES. **Revista FLAMMAE - Revista Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco,** v. 04, n. 10, 2018.

SOUZA, Carlos Alberto Mendes de. O Risco de Contaminação na Atividade de Mergulho de Segurança Pública no Corpo de Bombeiros Militar do Espírito Santo – CBMES. **Revista FLAMMAE - Revista Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco,** v. 05, n. 12, 2019.

SPARE AIR®. Submersible Systems LLC. **Spare Air 300 Owner's Manual: Saving Lives For Over 35 Years.** Huntington Beach. 2018.