

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

THALES CARNEIRO DOS SANTOS ALMEIDA

**O MERGULHO DEPENDENTE NAS OPERAÇÕES DE ENGENHARIA: O
DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE PELO 2º B Fv E PERSPECTIVAS PARA O
FUTURO**

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

THALES CARNEIRO DOS SANTOS ALMEIDA

**O MERGULHO DEPENDENTE NAS OPERAÇÕES DE ENGENHARIA: O
DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE PELO 2º B Fv E PERSPECTIVAS PARA O
FUTURO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais como requisito parcial para a obtenção do grau de especialização em Ciências Militares.

Orientador: Cap Eng THIAGO BUARQUE DE GOMES

Rio de Janeiro

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

THALES CARNEIRO DOS SANTOS ALMEIDA

**O MERGULHO DEPENDENTE NAS OPERAÇÕES DE ENGENHARIA: O
DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE PELO 2º B Fv E PERSPECTIVAS PARA O
FUTURO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Aperfeiçoamento
de Oficiais como requisito parcial para a
obtenção do grau de especialização em
Ciências Militares.

Aprovado em ____ / ____ / ____

Comissão de Avaliação

THIAGO BUARQUE DE GUSMÃO - Cap Eng
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Orientador

RAFAEL MARINS DE SOUZA - Maj Eng
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

RODRIGO ESCHILETTI RODRIGUES SALLES - Maj Eng
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo verificar o emprego do equipamento do equipamento de mergulho dependente nas operações de engenharia do Exército Brasileiro, como esta atividade está sendo desenvolvida pelo 2º Batalhão Ferroviário (2º B Fv) e como o emprego deste equipamento se dá na Marinha do Brasil e nas forças armadas de outras nações. A atividade do mergulho na engenharia do Exército Brasileiro já está bem difundida com regulamentação, amparo legal, execução de planos de prova, etc, porém, de maneira geral, esta atividade se restringe ao emprego do equipamento de mergulho autônomo. Desta forma, a gama de atividades a serem realizadas pelo engenheiro mergulhador são limitadas às capacidades deste tipo de equipamento. Visando aumentar as capacidades da engenharia em trabalhos subaquáticos, foram iniciados investimentos para aquisição do equipamento de mergulho dependente e ferramentas para trabalhos subaquáticos centralizados no Centro de Instrução de Engenharia (CI Eng) do 2º B Fv. Nesta senda, este trabalho buscou através de pesquisa bibliográfica e manuais de outras forças armadas buscando verificar como se dá o emprego deste tipo de equipamento por essas forças, bem como outras informações acerca do assunto, que fossem interessantes para este trabalho. Por fim, foi realizado uma pesquisa com engenheiros mergulhadores visando aumentar a consciência situacional de como a Engenharia está em relação a capacitação desses militares, bem como uma pesquisa com os instrutores que trabalharam e/ou estão trabalhando diretamente com o desenvolvimento desta atividade no 2º B Fv, visando entender as atividades que estão sendo desenvolvidas com este equipamento.

Palavras-chave: Mergulho dependente. Operações de engenharia. Atividades subaquáticas.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo verificar el uso de equipos de buceo dependientes en las operaciones de ingeniería del Ejército Brasileño, cómo esta actividad está siendo desarrollada por el 2º Batallón Ferroviario (2º B Fv) y cómo este equipo es utilizado en la Armada de Brasil y en las fuerzas armadas de otras naciones. La actividad del buceo en la ingeniería del Ejército Brasileño ya está difundida con normativas, soporte legal, ejecución de planes de pruebas, etc. Sin embargo, en general, esta actividad está restringida al uso de equipos de buceo. De esta forma, la gama de actividades a realizar por el buzo se limita a las capacidades de este tipo de equipos. Con miras a incrementar las capacidades de ingeniería en trabajos subacuáticos, se realizaron inversiones para adquirir equipos y herramientas de buceo dependientes para trabajos subacuáticos centralizados en el Centro de Instrucción de Ingeniería (CI Eng) del 2º B Fv. De esta manera, este trabajo buscó a través de investigaciones bibliográficas y manuales de otras fuerzas armadas, verificar cómo este tipo de equipos son utilizados por dichas fuerzas, así como otra información sobre el tema, que sería de interés para este trabajo. Finalmente, se realizó una encuesta a ingenieros de buceo con el fin de aumentar el conocimiento situacional de cómo es la Ingeniería en relación con la formación de estos militares, así como una encuesta a instructores que trabajaron y/o están trabajando directamente con el desarrollo de esta actividad en el 2º B Fv, con el fin de entender las actividades que se están desarrollando con este equipo.

Palabras clave: Buceo dependiente. Operaciones de Ingeniería. Actividades subacuáticas.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 1.1 PROBLEMA..... | 10 |
| 1.1.2 Formulação do Problema..... | 12 |
| 1.2 OBJETIVOS..... | 12 |
| 1.2.1 Objetivo Geral..... | 12 |
| 1.2.2 Objetivos Específicos..... | 13 |
| 1.3 QUESTÃO DE ESTUDO..... | 13 |
| 1.4 JUSTIFICATIVA..... | 14 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA..... | 14 |
| 2.1 A DOCTRINA DO MERGULHO DE ENGENHARIA NO EXÉRCITO BRASILEIRO | 15 |
| 2.2 ESTÁGIOS DE MERGULHOS MINISTRADOS PELO EXÉRCITO BRASILEIRO.. | 16 |
| 2.2.1 Estágio de Mergulho a Ar e Resgate (EMAR)..... | 17 |
| 2.2.2 Estágio de Mergulho a Oxigênio para Operações Especiais (EMOX)..... | 17 |
| 2.3 A FORMAÇÃO DO MERGULHADOR DE ENGENHARIA..... | 17 |
| 2.4 EQUIPAMENTOS DE MERGULHO..... | 19 |
| 2.4.1 Equipamento de mergulho autônomo..... | 19 |
| 2.4.2 Equipamento de mergulho dependente..... | 20 |
| 2.4.2.1 Equipamento de mergulho dependente no Exército Brasileiro..... | 21 |
| 2.4.2.2 Equipamento de mergulho dependente na Marinha do Brasil..... | 23 |
| 2.5 O MERGULHO DEPENDENTE EM DESENVOLVIMENTO NO 2º B Fv..... | 24 |
| 2.6 MERGULHO DE ENGENHARIA EM NAÇÕES AMIGAS..... | 26 |
| 2.6.1 Espanha..... | 26 |
| 2.6.2 EUA..... | 28 |
| 2.6.3 Canadá..... | 29 |
| 2.7 ESTUDO DO GOMES..... | 30 |
| 3. METODOLOGIA..... | 31 |
| 3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO..... | 31 |
| 3.2 AMOSTRA..... | 31 |
| 3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA..... | 32 |
| 3.3.1 Procedimentos para revisão de literatura..... | 32 |
| 3.3.2 Procedimentos metodológicos..... | 33 |
| 3.3.3 Instrumentos..... | 33 |
| 3.3.4 Análise de dados..... | 34 |
| 4. RESULTADOS..... | 34 |
| 4.1 COMPARAÇÃO ENTRE MERGULHO AUTÔNOMO E MERGULHO | |

| | |
|--|-----------|
| DEPENDENTE..... | 34 |
| 4.2 A DOCTRINA DE MERGULHO NO EXÉRCITO BRASILEIRO..... | 36 |
| 4.3 ESPANHA..... | 36 |
| 4.4 ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA)..... | 37 |
| 4.5 CANADÁ..... | 38 |
| 4.6 ESTUDO DO THIAGO BUARQUE DE GUSMÃO GOMES..... | 39 |
| 4.7 PESQUISA..... | 39 |
| 4.8 ENTREVISTAS..... | 44 |
| 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 45 |
| 6. CONCLUSÃO..... | 47 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 48 |

1 INTRODUÇÃO

As operações militares sempre levam os cursos d'água como obstáculos importantes para a tomada de decisão. As dificuldades impostas por este fator, tanto na sua transposição como pelo simples fato de sua existência no teatro de operações, exige um esforço e atenção adicionais na condução das atividades.

Devido a essas condições especiais, cresce de importância a capacitação da Engenharia para a realização de atividades no ambiente subaquático.

Conforme o manual de Campanha EB70-MC-10.237, A Engenharia nas Operações, a missão principal da Engenharia do Exército é apoiar as operações conduzidas pela Força Terrestre, por intermédio das atividades de apoio à mobilidade, contramobilidade e proteção (Ap MCP) e fornecer apoio geral de engenharia (Ap Ge Eng), visando multiplicar o poder de combate das forças amigas e a destruir, neutralizar ou diminuir o poder de combate inimigo. Além disso, tem atuação na função logística de engenharia definida como: “Conjunto de atividades que são executadas, visando ao planejamento e à execução de obras e de serviços com o objetivo de obter e adequar a infraestrutura física e as instalações existentes às necessidades das forças”.

Das missões atribuídas à engenharia, são deduzidas uma gama de atividades e tarefas relativas ao terreno, cursos d'água e infraestrutura que, dependendo da situação, podem exigir o emprego de mergulhadores, conforme afirma Freire (2017, p. 5).

“[...] a atividade de Mergulho se apresenta como uma ferramenta de grande importância operacional para que a Engenharia cumpra bem suas missões em ambientes que envolvam o meio aquático, como em atividades de reconhecimento de cursos de água, lançamento e remoção de obstáculos subaquáticos, trabalhos de destruições e lançamento e remoção de armadilhas subaquáticas, entre outras missões de resgate de material e reconhecimentos especializados feitos pelos mergulhadores.”

Hoje, a Engenharia do Exército realiza o adestramento constante dos seus mergulhadores, através dos Planos de Provas, nas Organizações Militares Específicas de Mergulho (OMEM). Nesse adestramento é empregado o

equipamento de mergulho autônomo. Cabe salientar que conforme consta no Caderno de Instrução EB70-CI-11.418 (ATIVIDADES ESPECIAIS DE MERGULHO, 2018, p. 1-3) “Mergulho Autônomo é a modalidade em que o suprimento de mistura respiratória é levado pelo próprio mergulhador e utilizado como sua única fonte respiratória”, ou seja, em outras palavras, o equipamento de mergulho autônomo possui o tempo submerso (tempo de fundo) limitado pela capacidade de carga dos cilindros conduzidos pelos mergulhadores.

Desta forma, em atividades que exijam maior tempo de fundo, é imperativo que sejam empregados equipamentos de mergulho dependente. Com esse equipamento, o mergulhador tem, conforme consta no Caderno de Instrução EB70-CI-11.418 (ATIVIDADES ESPECIAIS DE MERGULHO, 2018, p. 1-3) “o suprimento de mistura respiratória fornecido diretamente da superfície por meio de mangueiras, tendo como fonte o uso de compressores ou cilindros de armazenamento de alta pressão instalados na superfície”. Nesta modalidade, conforme o manual CIAMA-201 (Manual de Mergulho a Ar, 2007, p. 8-1) tem-se como vantagem “[...]o suprimento ilimitado de ar[...]”.

No entanto, a formação dos mergulhadores de engenharia, de maneira geral, não contempla a capacitação no emprego de equipamento de mergulho dependente. Além disso, as próprias OMEM de engenharia não possuem esse tipo de equipamento, o que impacta, inclusive, nos tipos de atividades desempenhadas pelos mergulhadores, que hoje podemos resumi-las a busca, salvamento, reflutuação e reconhecimento.

Devido às suas características, o emprego do mergulho dependente nas operações de engenharia representaria um ganho de capacidade de trabalho frente ao emprego do mergulho autônomo.

Recentemente, buscando aumentar as capacidades da engenharia na área do mergulho, o 2º Batalhão Ferroviário (2º B Fv), sediado em Araguari – MG, promoveu, por meio do Centro de Instrução de Engenharia (CI Eng), uma capacitação em operação de equipamentos de mergulho dependente visando a utilização de materiais adquiridos pelo Exército Brasileiro, bem como a avaliação de algumas ferramentas para emprego junto a este equipamento.

Nesta ocasião, a capacitação foi ministrada na Divers University, escola de mergulho profissional, homologada pela Marinha do Brasil, sediada em Santos – SP.

Hoje, o 2º B Fv é a única OMEM de Engenharia que possui o equipamento de mergulho dependente, com a missão de, através do CI Eng, desenvolver essa atividade no âmbito da Engenharia do Exército Brasileiro.

Como o emprego do mergulho dependente está em desenvolvimento, ainda não possuímos uma doutrina consolidada no emprego deste material. Partindo da referência das atividades em desenvolvimento no 2º B Fv, será possível verificar quais formas de emprego do material de mergulho dependente estão sendo desenvolvidas pela Engenharia do Exército Brasileiro e, através de pesquisa, identificar como outras forças armadas empregam o mergulho dependente de forma a contribuir com o desenvolvimento doutrinário no emprego do mergulho dependente.

Figura 1: Equipamento de mergulho dependente utilizado na escavação de cavernas para construção da Ferrovia Funicular de Paranapiacaba - SP, iniciada no Séc XIX



Fonte: O autor

1.1 PROBLEMA

A Engenharia do Exército já desenvolve atividades de mergulho com a execução de planos de prova rotineiramente, porém essa atividade se restringe ao emprego do equipamento de mergulho autônomo, uma vez que é o tipo de equipamento que abastece a maioria das OMEM de Engenharia.

O equipamento de mergulho autônomo possui o tempo de fundo limitado pela capacidade de carga dos cilindros conduzidos pelos mergulhadores, além disso, quanto maior a profundidade, menor será o tempo de trabalho útil do mergulhador, devido à necessidade da realização de paradas descompressivas no seu retorno à superfície, situação que é mitigada quando empregado o mergulho dependente, uma vez que podemos considerar que este possui suprimento ilimitado de ar.

Recentemente, conforme o Boletim Técnico EB50-BT-06.026 (2020, p. 8-1), o Exército Brasileiro comprou, através da Diretoria de Material de Engenharia (DME) do Departamento de Engenharia e Construção (DEC), um lote de material de mergulho dependente, juntamente com algumas ferramentas de trabalhos subaquáticos. O desenvolvimento desta atividade ficou a cargo do 2º B Fv, através do Centro de Instrução de Engenharia (CI Eng).

Os manuais da Engenharia do Exército Brasileiro, de maneira geral, não diferenciam o tipo de equipamento de mergulho para o cumprimento de suas missões, citam apenas o emprego de mergulhador ou a “realização de atividades subaquáticas”. Com exceção do C 5-10, O apoio de Engenharia no Escalão Brigada (2000, p. 3-7), que cita, nos “principais equipamentos e materiais” do Pel Eng Ap/Cia E Cmb Mtz, o conjunto de equipamentos para mergulho autônomo.

Já o manual EB60-ME-11.401, Ensino Dados Médios de Planejamento Escolar (2017, p. 5-20 - 5-21), traz a quantidade de equipamentos de mergulho autônomo previstos nas OM de Engenharia, porém não prevê a dotação de equipamento de mergulho dependente nem na Engenharia Orgânica das Brigadas nem na Engenharia de Divisão/Escalões Superiores.

A falta de previsão de equipamento de mergulho dependente no manual de Ensino Dados Médios de Planejamento Escolar é um indicador da falta de doutrina no emprego do equipamento de mergulho dependente.

Outra questão que dificulta o desenvolvimento do emprego de mergulho dependente é a inexistência de curso ou estágio, no Exército Brasileiro, que capacite os militares a operarem esse tipo de equipamento.

Do exposto, surgem os seguintes questionamentos: Quais as capacidades que poderão ser adquiridas com o uso do equipamento de mergulho dependente em prol das operações de engenharia? O que necessitamos para consolidar esta atividade no âmbito da Engenharia do Exército Brasileiro?

1.1.2 Formulação do Problema

Atualmente as atividades dos mergulhadores de engenharia se restringem ao emprego do equipamento de mergulho autônomo, no entanto, está sendo realizado um esforço para desenvolver o emprego do equipamento de mergulho dependente pela arma de Engenharia. Do exposto, formula-se o seguinte problema: qual o ganho operacional que o equipamento de mergulho dependente pode proporcionar à engenharia do Exército Brasileiro e quais as necessidades para que seu emprego seja consolidado.

1.2 OBJETIVOS

Conforme apresentado no Problema, existe uma lacuna na formação do mergulhador no que diz respeito tanto ao mergulhador de engenharia como no emprego do mergulho dependente. Desta forma, serão apresentados os objetivos gerais e específicos de maneira a contribuir com o desenvolvimento da doutrina de emprego do mergulho dependente.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o desenvolvimento do mergulho dependente na Engenharia do Exército Brasileiro, verificar como ocorre o emprego deste tipo de equipamento por

outras forças e identificar o ganho de capacidade para as operações de engenharia com o emprego desse tipo de equipamento.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de nortear os trabalhos para alcançar o desfecho do objetivo geral, foram levantados objetivos específicos que conduziram esta pesquisa, conforme segue:

- a. Verificar as principais diferenças entre o mergulho autônomo e o mergulho dependente;
- b. Analisar as capacidades que estão sendo desenvolvidas pelo CI Eng;
- c. Verificar como o mergulho dependente é utilizado por outras Forças;
- d. Identificar formas de emprego do mergulho dependente;
- e. Levantar as necessidades para a consolidação do emprego do mergulho dependente nas operações de engenharia.

1.3 QUESTÃO DE ESTUDO

Com base nos objetivos apresentados e nos problemas levantados, buscar-se-á estruturar, de forma lógica e coerente, um conhecimento acerca do assunto com a finalidade de responder às seguintes questões de estudo:

- a. Quais as vantagens e desvantagens do equipamento de mergulho dependente, frente ao equipamento de mergulho autônomo?
- b. Com base na doutrina adotada no emprego da engenharia, quais as possibilidades de emprego do mergulho dependente?
- c. Quais as capacidades que estão sendo desenvolvidas pelo 2º BF v?
- d. Em quais atividades o equipamento de mergulho dependente é utilizado por outras forças?
- e. Quais as necessidades para a consolidação do emprego do mergulho dependente nas Operações de Engenharia?

1.4 JUSTIFICATIVA

Conforme o Manual de Campanha EB70-MC-10.237 (A ENGENHARIA NAS OPERAÇÕES, 2018, p. 2-1) “A Engenharia é uma arma de apoio ao combate que tem como missão principal apoiar as operações conduzidas pela Força Terrestre, por intermédio das atividades de Ap MCP e AP Ge Eng”.

Para que a engenharia cumpra sua missão de apoio às operações, muitas vezes, surge a necessidade do emprego de mergulhadores, tendo em vista a grande quantidade de bacias hidrográficas do Brasil.

O equipamento de dotação das Organizações Militares Específicas de Mergulho (OMEM) de engenharia, trata-se do equipamento de mergulho autônomo, que possui algumas limitações em seu emprego que podem ser superadas com o emprego do equipamento de mergulho dependente. Porém, além da falta deste equipamento, também esbarramos na deficiência na formação dos mergulhadores de engenharia que não contempla o emprego do equipamento de mergulho dependente, evidenciando uma lacuna de conhecimento sobre o emprego deste tipo de equipamento.

Recentemente o Exército Brasileiro, comprovando o interesse pelo assunto, adquiriu material para mergulho dependente e coube ao 2º B Fv, através do CI Eng desenvolver esta atividade. Além disso, conforme o Plano de Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre (2023, p. 24) , está sendo realizada a atualização do Caderno de Instrução - Atividades Especiais de Mergulho - EB70-CI-11.418.

Nesse sentido, o presente estudo justifica-se por promover um aprofundamento no tema do mergulho dependente, visando preencher essa lacuna no conhecimento acerca do emprego desse tipo de equipamento, visando complementar o que está sendo desenvolvido pelo CI Eng e apontar necessidades para o desenvolvimento/consolidação do emprego desse equipamento pela engenharia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A DOCTRINA DO MERGULHO DE ENGENHARIA NO EXÉRCITO BRASILEIRO

Segundo o manual EB70-MC-10.237 - A Engenharia nas Operações:

“A Engenharia é a arma de apoio ao combate que tem como missão principal apoiar as missões conduzidas pela Força Terrestre, por intermédio das atividades de Ap MCP e Ap Ge Eng. Estas atividades visam multiplicar o poder de combate das forças amigas e a destruir, neutralizar ou diminuir o poder de combate do inimigo, proporcionando a conquista e neutralização dos objetivos estabelecidos.” (BRASIL, 2018, p.2-1)

Ainda, segundo este mesmo manual, o Apoio à Mobilidade Contramobilidade e Proteção (Ap MCP) e o Apoio Geral de Engenharia (Ap Ge Eng) são realizados através de tarefas que podem ser táticas, técnicas ou logísticas (BRASIL, 2018) e que essas tarefas “podem ser anunciadas valendo-se do acrônimo REPOIA - reconhecimentos, estradas, pontes, organização do terreno, instalações e assistência técnica.” (BRASIL, 2018, p. 2-7).

Ressalta-se que essas atividades, segundo o mesmo manual de campanha, manifestam-se por meio de tarefas, que podem ser reunidas em um acrônimo - REPOIA -, isto é, reconhecimentos especializados de engenharia, estradas, pontes, organização do terreno, instalações e assistência técnica. Assim, na medida em que o mergulho é instrumento comum a vários tipos de operações, essas considerações iniciais são importantes, pois permitem diferenciar a atividade de engenharia de mergulho das atividades de operações especiais e de busca e salvamento, que se utilizam do mergulho como solução de problemas militares a elas peculiares.(GOMES, 2021, p. 15)

O manual EB70-MC-10.245 - A Engenharia de Corpo de Exército e de Divisão de Exército, no Capítulo II, “O Grupamento de Engenharia”, define que Os Gpt E são dotados de todas as capacidades requeridas para prover Ap MCP e Ap Ge Eng, além disso, admite a possibilidade da adoção de subunidades/módulos especializados com o objetivo de executar tarefas específicas (BRASIL, 2020, p.

2-1). Também define que “As SU/módulos especializados poderão ser de pontes, de equipamentos, de camuflagem, **de mergulhadores**, de desminagem, de caminhões basculantes, dentre outros.” (BRASIL, 2020, p. 2-5, grifo nosso).

De acordo com o manual C 5-7 - Batalhão de Engenharia de Combate, a Companhia de Engenharia de Combate (Cia E Cmb) do Batalhão de Engenharia de Combate (BE Cmb) tem a possibilidade de “construir, lançar e remover obstáculos, inclusive subaquáticos” e “executar trabalhos de destruição, inclusive subaquáticos” (2001, p. 7-2).

Já o manual de campanha C 5-10 - O Apoio de Engenharia no Escalão Brigada que orienta e trata da organização, missões, possibilidades e limitações no emprego das companhias de engenharia de combate (Cia E Cmb) das brigadas de infantaria motorizadas (Bda Inf Mtz), pára-quedista (Pqdt), de selva (SI), leve (L), aeromóvel (Amv) e das brigadas blindadas e mecanizadas (Bda Bld/Mec), trata, dentre outras, das capacidades de mergulho dessas unidades.

Em relação à Cia E Cmb Mtz, tem como uma de suas missões a execução de trabalhos subaquáticos necessários à Bda (BRASIL, 2000), para isso contaria com um “Cj de equipamentos para **mergulho autônomo**” (BRASIL, 2000, p. 3-7, grifo nosso).

Segundo o mesmo manual, as demais companhias (Bld/Mec, Pqdt, SI, L) também possuem capacidade de realizar atividades subaquáticas, inclusive de destruições subaquáticas, no entanto, ao contrário do que ocorre com a Cia E Cmb Mtz, não é discriminado o tipo de equipamento de dotação dessas companhias (BRASIL, 2000).

2.2 ESTÁGIOS DE MERGULHOS MINISTRADOS PELO EXÉRCITO BRASILEIRO

Hoje, a instituição do Exército Brasileiro, homologada pela Marinha do Brasil, responsável pela formação dos mergulhadores do Exército, é o Centro de Instrução de Operações Especiais (CIOPEsp), localizado em Niterói, RJ. Lá são ministrados o Estágio de Mergulho a Ar e Resgate (EMAR) e o Estágio de Mergulho a Oxigênio para Operações Especiais (EMOX).

2.2.1 Estágio de Mergulho a Ar e Resgate (EMAR)

O EMAR foi criado através da Portaria N° 152-EME, de 11 de abril de 2017, com a finalidade:

complementar e desenvolver a qualificação profissional para oficiais e sargentos realizarem atividades de mergulho autônomo no contexto das operações militares desenvolvidas pelo Exército Brasileiro, capacitando militares do Cmdo Op Esp, Bda Inf Pqdt, Unidades de Engenharia, Organizações Militares Específicas de Mergulho (OMEM) e integrantes de Outras Organizações Brasileiras das demais Forças Singulares, das Forças Auxiliares e das Forças Armadas de Nações Amigas. (CIOPESP, 2020, Disponível em: <<http://www.ciopesp.eb.mil.br/>>. Acesso em: 4 março 2023.)

2.2.2 Estágio de Mergulho a Oxigênio para Operações Especiais (EMOX)

O EMOX foi criado através da Portaria N° 150-EME, de 11 de abril de 2017, com a finalidade de:

[...] habilitar o aluno a planejar e executar ações diretas, reconhecimentos empregando a técnica de ataque mergulhado. Nessa modalidade de operação com mergulho de combate é utilizado o equipamento de circuito fechado que permite ações com alto grau de sigilo, discrição, mobilidade segurança e autonomia. [...] complementar a qualificação dos oficiais e sargentos para ocuparem cargos e desempenharem as funções de mergulhador de combate no contexto das operações militares, capacitando militares do Cmdo Op Esp, das outras Forças Armadas e Forças Armadas das Nações Amigas. (CIOPESP, 2020. Disponível em: <<http://www.ciopesp.eb.mil.br/>>. Acesso em: 4 março 2023.)

2.3 A FORMAÇÃO DO MERGULHADOR DE ENGENHARIA

Os militares da Arma de Engenharia, tanto oficiais como sargentos, travam o primeiro contato com o material de mergulho ainda na sua formação, seja na Escola de Sargento das Armas (ESA) ou na Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN). Lá eles realizam as primeiras atividades de instrução com o objetivo de conhecer o material e realizar um mergulho de batismo. No entanto, não são formados mergulhadores militares.

A formação dos mergulhadores militares é realizada, principalmente, no Centro de Instrução de Operações Especiais (CI Op Esp), do Exército Brasileiro, onde os militares realizam o Estágio de Mergulho a Ar e Resgate (EMAR) e no Centro de Instrução e Adestramento Almirante Átilla Monteiro Aché (CIAMA), da Marinha do Brasil, onde os militares realizam o Curso Expedito de Mergulho Autônomo (C-Exp-Maut) e, em alguns casos, em cursos no exterior.

Porém, nos dois primeiros casos, além de estarem restritas ao equipamento de mergulho autônomo, a formação não é voltada ao mergulho técnico de engenharia e sim para a formação básica do mergulhador, com o foco no conhecimento teórico e prático da física do mergulho, fisiologia do mergulho, utilização do equipamento de mergulho autônomo, planejamento e execução do mergulho, orientação subaquática e técnicas de busca, salvamento e reflutuação.

[...] a necessidade de educação está sendo suprida pelo Estágio de Mergulho a Ar e Resgate, o qual prepara diversos efetivos para realizar as atividades básicas de um mergulhador [...] (BASTOS, 2021, p. 12)

Desta forma, podemos considerar que a formação desse mergulhador militar dá subsídios para o desenvolvimento da atividade pela arma de engenharia, tendo somente como atividades análogas às atividades de engenharia a busca e a reflutuação.

Ainda em educação, não existe um curso ou especialização para a realização de reconhecimento especializado seja em leitos de rios, seja em leitos de lagos, ou empregando, ou reduzindo obstáculos subaquáticos, salvando materiais submersos e o emprego de explosivos em ambientes submersos. (BASTOS, 2021, p.12)

2.4 EQUIPAMENTOS DE MERGULHO

2.4.1 Equipamento de mergulho autônomo

Segundo o Caderno de Instrução de Atividades Especiais de Mergulho, EB70-CI-11.418: “Mergulho autônomo é a modalidade em que o suprimento de mistura respiratória é levado pelo próprio mergulhador e utilizado como sua única fonte respiratória.” (BRASIL, 2018, p. 1-3).

Os equipamentos de mergulho autônomo podem ser divididos em dois tipos, sendo eles o equipamento de mergulho autônomo de circuito aberto e o de circuito fechado. A diferença entre eles é que no equipamento de circuito aberto o gás expelido pela respiração é solto no ambiente subaquático provocando bolhas, enquanto que no equipamento de circuito fechado, esse gás permanece dentro do aparelho de mergulho (BRASIL, 2018).

Devido a ausência de bolhas, o equipamento de circuito fechado é mais empregado pelas Forças Especiais, enquanto que a Engenharia utiliza o equipamento de mergulho autônomo de circuito aberto.

O Manual de Mergulho a Ar - CIAMA-201, descreve algumas características do mergulho autônomo:

O mergulhador usando este equipamento, mais do que qualquer outro, deverá possuir um alto grau de segurança. Ele atuará independente de sua equipe de apoio, sem comunicação com a superfície, normalmente sem linha de vida e com limitado suprimento de ar. (BRASIL, 2007, p. 3-1)

Este mesmo manual também define algumas utilizações para este tipo de equipamento e elenca algumas vantagens e desvantagens em relação ao equipamento de mergulho dependente:

3.1.1 - Utilização

- Procuras;
- Inspeções;

- Pequenos reparos; e
- Operações clandestinas.

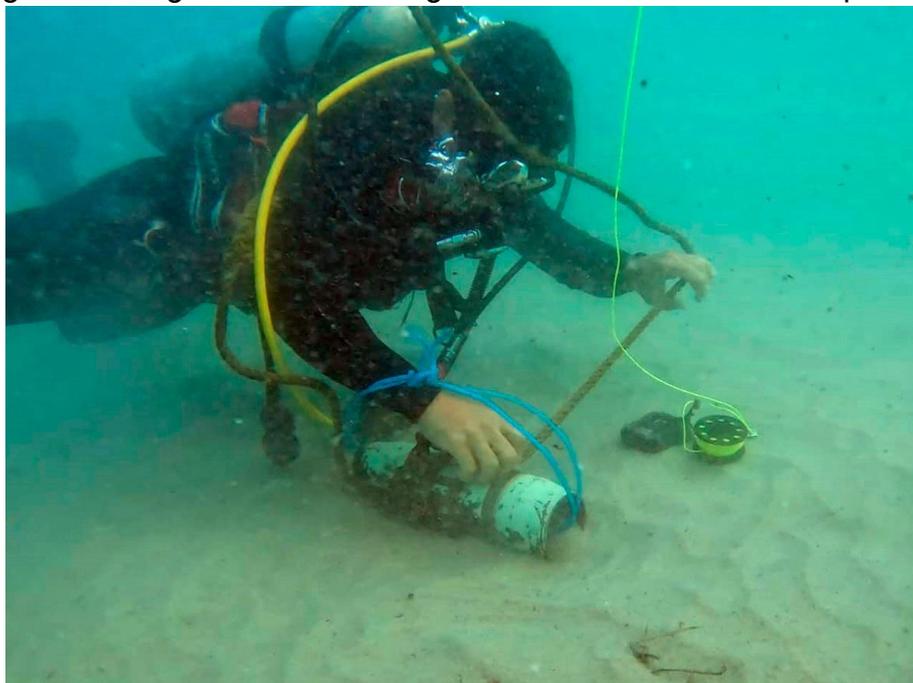
3.1.2 - Vantagens (comparado ao mergulho dependente)

- Rapidez em equipar;
- Portátil;
- Estrutura mínima de apoio;
- Excelente mobilidade; e
- Pouco afetado pela natureza do fundo.

3.1.3 - Desvantagens (comparado ao mergulho dependente)

- Suprimento limitado de gás;
- Resistência à respiração;
- Proteção física limitada; e
- Normalmente sem comunicação oral ou de qualquer espécie com a superfície. (BRASIL, 2007, p. 3-2)

Figura 2: Mergulhador do CI Eng realizando atividades subaquáticas



Fonte: <https://www.facebook.com/2bfvmaua>

2.4.2 Equipamento de mergulho dependente

2.4.2.1 Equipamento de mergulho dependente no Exército Brasileiro

Segundo o Caderno de Instrução de Atividades Especiais de Mergulho, EB70-CI-11.418:

Mergulho Dependente é a modalidade em que o suprimento de mistura respiratória é fornecido diretamente da superfície por meio de mangueiras, tendo como fonte o uso de compressores ou cilindros de armazenamento de alta pressão instalados na superfície (BRASIL, 2018, p. 1-3).

O Boletim Técnico Nº 26 - Material de Engenharia Notícias e Normatizações - EB50-BT-06.026- fala sobre o emprego deste tipo de equipamento:

O equipamento de Mergulho Dependente é empregado nos trabalhos técnicos em que o deslocamento do mergulhador não seja prioridade. No Exército, é destinado prioritariamente à realização de trabalhos de Engenharia onde não se faz necessário grandes deslocamentos, e nos quais seja necessário maior tempo de permanência no fundo em relação ao equipamento de mergulho autônomo, ou ainda haja necessidade de utilização de equipamentos de proteção especial, como para trabalho de soldagem, etc (DIRETORIA DE MATERIAL DE ENGENHARIA, 2020, p. 8-1).

Este mesmo boletim técnico classifica o equipamento de mergulho dependente em dois grupos, sendo os equipamentos de mergulho pesados e os leves:

8.3.1 Equipamento de Mergulho Pesado

Concebido para trabalhos de Engenharia de características estáticas, que requeiram pouquíssimos ou nenhum deslocamento submerso, que impossibilitem o controle da flutuabilidade pelo mergulhador ou ainda que exijam proteção individual para utilização de ferramentas de corte e solda.

8.3.2 Equipamento de Mergulho Leve

Concebido para trabalhos de Engenharia que permitem o controle de flutuabilidade, que imponham pequenos deslocamentos submersos ou que requeiram a mobilidade do mergulhador.

Na composição do equipamento de mergulho leve, o Boletim Técnico N° 26, define o uso de máscara full face leve, modelos Kirby Morgan EXO e OTS Guardian; já para o equipamento de mergulho pesado, define o capacete, modelo Kirby Morgan, e uma máscara mais robusta que a máscara full face modelo KMB-BandMask 18, mais robusta que as máscaras full face leve do equipamento de mergulho dependente leve.

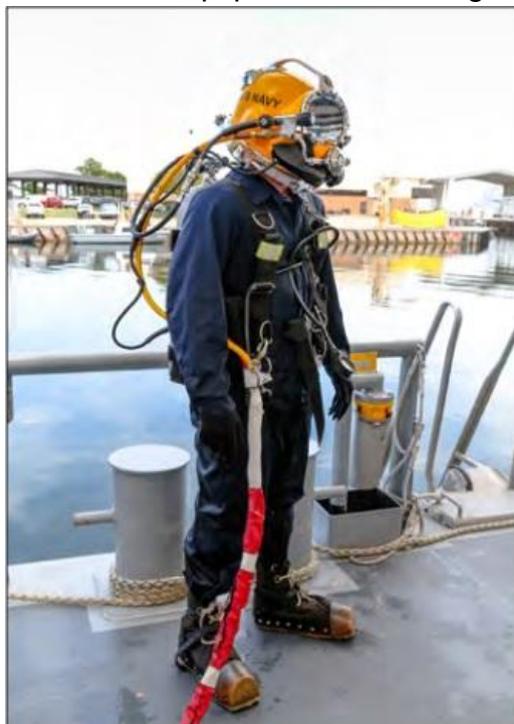
Também define que para a operação dos equipamentos de mergulho dependente, o militar deverá realizar capacitação específica no Centro de Instrução de Engenharia ou em escola de mergulho homologada pela Marinha do Brasil.

Figura 3: Mergulhador com equipamento de Mergulho Dependente Leve



Fonte: EUA, 2016, p. 8-15

Figura 4: Mergulhador com Equipamento de Mergulho Dependente Pesado



Fonte: Fonte: EUA, 2016, p. 8-9

2.4.2.2 Equipamento de mergulho dependente na Marinha do Brasil

Segundo o Manual de Mergulho a Ar - CIAMA-201:

Os equipamentos dependentes são classificados em: máscaras faciais e capacetes. As máscaras faciais completas possuem capuz de neoprene e selo facial que mantém seco o rosto do mergulhador. O capacete é totalmente rígido e mantém completamente seca a cabeça do mergulhador, através de vedação proporcionada pelo colar (BRASIL, 2007, p. 8-1).

Este manual também define sua utilização, algumas vantagens e desvantagens:

8.3 UTILIZAÇÃO

Esses equipamentos são utilizados nos trabalhos de mergulho onde a mobilidade não seja prioridade. Constituem, por excelência, o equipamento do mergulhador profissional.

8.4 VANTAGENS

[...]

- suprimento ilimitado de ar;
- comunicação oral ou por sinais de mangueira com a superfície;
- contato físico do mergulhador com a superfície, que impede sua deriva e permite seu recolhimento em emergência;
- boa estabilidade; e
- excelente proteção física e térmica.

8.4 DESVANTAGENS

- mobilidade limitada pelas mangueiras;
- requer fontes de ar de dimensões normalmente grandes, reduzindo a portabilidade; e
- possibilidade de enrosco. (BRASIL, 2007, p. 8-1 - 8-2)

Quanto à escolha entre a máscara facial completa é comumente utilizada em mergulhos de pequena profundidade ou que exijam uma longa natação, como em uma inspeção de tubulação. Já o capacete deverá ser utilizado quando for necessário prover maior proteção a cabeça do mergulhador, como no mergulho em locais confinados, ou difícil acesso e, preferencialmente, quando o mergulho for em águas poluídas. Com o capacete as comunicações são consideravelmente melhores que na máscara facial completa. (BRASIL, 2007)

2.5 O MERGULHO DEPENDENTE EM DESENVOLVIMENTO NO 2º B Fv

Em 2020, o Exército Brasileiro iniciou o investimento no mergulho dependente com a aquisição, através da DME/DEC, de um primeiro lote do equipamento de mergulho dependente. Este material foi destinado para o Centro de Instrução de Engenharia, localizado no 2º Batalhão Ferroviário (CI Eng/2º B Fv). (DIRETORIA DE MATERIAL DE ENGENHARIA, 2020).

Este centro de instrução recebeu os equipamentos e iniciou a capacitação dos militares de engenharia para a operação desse novo equipamento. Inicialmente foi

realizada a capacitação em uma escola de mergulho profissional homologada pela marinha.

A capacitação ocorreu no período de 25 de janeiro a 05 de fevereiro do corrente ano, na *Divers University*, escola de mergulho profissional homologada pela Marinha do Brasil, localizada na Guarnição de Santos-SP. Ela ocorreu no contexto da obtenção de uma nova capacidade ao apoio de engenharia às operações militares, com o uso desses equipamentos especializados. Participaram da atividade 08 (oito) mergulhadores, entre oficiais e sargentos, sendo 04 (quatro) instrutores do CI Eng. (2º BATALHÃO FERROVIÁRIO, 2021. Disponível em: <<http://www.2bfv.eb.mil.br/>>. Acesso em: 4 março 2023.)

Atualmente, conforme o 2º B Fv está confeccionando um manual técnico de mergulho, além de desenvolver a atividade de mergulho com o equipamento de mergulho dependente na inspeção de pontes e trabalhos de organização do terreno (OT).

No dia 3 de setembro, o 2º Batalhão Ferroviário (2º B Fv), “Batalhão Mauá”, sediado em Araguari/MG, Organização Militar Específica de Mergulho (OMEM) do Comando Militar do Planalto, realizou um exercício de inspeção de ponte ferroviária. A atividade consistiu na verificação visual e tátil das partes submersas dos pilares da Ponte da EF-50 (Ferrovia Centro Atlântica), localizada sobre o Rio Araguari, no Estado de Minas Gerais.

Sob coordenação do Centro de Instrução de Engenharia (CI Eng), o exercício teve as seguintes finalidades: subsidiar a elaboração de um capítulo do Manual Técnico “Mergulho de Engenharia”, constante no Plano de Desenvolvimento de Doutrina Militar Terrestre (PDDMT); testar a Organização de uma Equipe de Mergulho de Engenharia; adestrar os mergulhadores da OM em trabalho de reconhecimento de ponte; empregar novas ferramentas, equipamentos de mergulho dependente e autônomo e materiais especializados para trabalhos subaquáticos [...] (DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CONSTRUÇÃO, 2021. Disponível em: <<http://www.dec.eb.mil.br/>>. Acesso em: 4 março 2023.)

Figura 5: Equipamento de mergulho dependente pesado do CI Eng



Fonte: O autor

Figura 6: Mascaras de mergulho dependente leve do CI Eng



Fonte: O autor

2.6 MERGULHO DE ENGENHARIA EM NAÇÕES AMIGAS

2.6.1 Espanha

O manual espanhol PD4-400 - Buceadores del Ejército de Tierra trata das missões a que os mergulhadores de maneira geral são capacitados para cumprir. Os mergulhadores de engenharia são chamados de “zapadores” ou sapadores.

As unidades de engenheiros, pelo caráter global de suas ações, devem atuar frequentemente em massas de água e requerem, por consequência, dispor em seus quadros de pessoal especializado em técnicas de emprego e manejo de materiais específicos para esse meio. É por isso que contam com sapadores anfíbios capacitados para a execução de trabalhos subaquáticos ou na superfície da água. (ESPANHA, p. 1-2, tradução nossa)

Boa parte deste manual é dedicada ao mergulho de engenharia nos Reconhecimentos de Engenharia, Apoio à Mobilidade, Apoio à Contramobilidade e Apoio Geral de Engenharia.

Principais tarefas das Unidades de Mergulho de Engenheiros

Os mergulhadores dos batalhões de sapadores realizarão trabalhos de apoio a unidades de combate, preferencialmente reconhecimentos anfíbios, cujas técnicas de emprego se baseiam em infiltrações e emprego de equipamento de mergulho para realizar trabalhos submersos de pequena envergadura, tais como:

- Reconhecimento de pontos de passagem em cursos de água.
- Segurança em transposições de cursos de água.
- Construção de obstáculos em cursos de água.

Os mergulhadores de unidades de pontes realizam tarefas com foco em apoio anfíbio, tais como:

- Reconhecimentos fluviais.
- Segurança durante montagem e transposição.
- Construção de suportes e estribos.
- Demolição de obstáculos submersos.
- Busca e recuperação de materiais submersos. (ESPANHA, p. 1-8, tradução nossa)

Quanto ao material, o manual afirma que:

As dotações de material com que as equipes de sapadores anfíbios devem contar, lhes permitirá a cabo trabalhos que requeiram o emprego das seguintes técnicas:

[...]

- mergulho com equipamento de mergulho dependente, que é aquele em que o mergulhador recebe o suprimento de ar através de um cordão umbilical, o “narquilé”, da superfície. [...] (ESPANHA, p. 1-7, tradução nossa)

2.6.2 EUA

O manual norte-americano TM 3-34.83 - Engineer Diving Operations que trata das operações de mergulho de engenharia, fala sobre como acontece o apoio dos mergulhadores na mobilidade, contramobilidade e proteção.

Os mergulhadores de engenharia fornecem suporte para garantir a mobilidade para o avanço de tropas e equipamentos. Os mergulhadores também fornecem suporte para operações gerais de engenharia dentro e ao redor da água. [...] Os mergulhadores aumentam a proteção ao realizar mergulhos de proteção de força e colocação de obstáculos subaquáticos e barreiras. Os mergulhadores também permitem a logística das operações, fornecendo informações precisas sobre vias navegáveis, levantamentos e reparos de instalações existentes na água. As missões de mergulho do engenheiro auxiliam na construção de capacidade por meio de operações de suporte e manutenção de infraestrutura. (EUA, 2013, p. 1-1, tradução nossa)

Este manual fala que o mergulhador de engenharia trabalha tanto com o equipamento de mergulho autônomo como equipamento de mergulho dependente, podendo trabalhar com veículos remotamente controlados e com apoio de equipamentos pesados para obras de maior porte. Também destaca as missões principais do mergulho de engenharia:

Mobilidade/contramobilidade:

- Transposição de cursos de água.
- Inspeção e reparo de pontes.
- Reconhecimentos
- Colocação e redução de obstáculos.

Construção e reabilitação de portos:

- Planejamento e inspeções.

- Desativação de explosivos.
- Reparos.
- Construções.
- Inspeções de qualidade.

Salvamento. Reflutação e preparação para reboque.

Busca e recuperação:

- Lift-bags e pontões infláveis.
- Apoio a investigações subaquáticas.
- Pessoal e equipamento.
- Sonar de varredura lateral.

Proteção da Força (segurança física).

- Segurança subaquática de pontes, portos, eclusas e represas;
- Sistema de segurança física e buscas

Apoio à embarcações.

- Inspeções no caso
- Manutenções.
- Controle e reparo de danos.

[...] (EUA, 2013, p. 1-1, tradução nossa)

Este manual fala sobre o emprego do mergulho dependente, definindo que esse tipo de equipamento deverá ser usado em missões de resgate pesado que necessitem de maior tempo de fundo ou quando o ambiente exigir maior proteção física para o mergulhador.

Também classifica o equipamento de mergulho dependente em dois principais tipos: o equipamento de mergulho dependente leve e o equipamento de mergulho dependente padrão.

2.6.3 Canadá

Segundo o manual canadense B-GL-361-007/FP-001 - Combat Diving existem dois tipos de regimento de engenharia, o Engineer Support Regiment e o Combat Engineer Regiment. Sendo que ambas possuem mergulhadores de combate que podem executar ou apoiar as seguintes missões:

- a. busca recuperação e reparação de equipamento militar, como veículos afundados, pontes, pontes de equipagem ou pontes flutuantes danificadas;
- b. limpeza da área do campo de batalha para remover minas e explosivos e munições não deflagrados;
- c. realizar inspeções e avaliações de danos;
- d. ajudar a remover detritos e entulhos de hidrovias; e
- e. auxiliar em trabalhos de reparo em infraestrutura civil, como entradas da estação de tratamento de água. (CANADÁ, 2002, p. 85, tradução nossa)

Segundo este manual os mergulhadores de combate podem usar os equipamentos de mergulho autônomo de circuito aberto, equipamento de mergulho de circuito fechado e o equipamento de mergulho dependente leve (Light Weight Surface-supplied Diving-system - LWSSDS), definindo o equipamento de mergulho dependente leve como:

Este é um equipamento de ar comprimido, de circuito aberto, com sistema umbilical, fornecido pela superfície. Os mergulhadores de combate podem usar este equipamento para acessar veículos afundados, espaços confinados, ou para tarefas de manutenção onde o sigilo na superfície não é importante. [...] Este sistema foi projetado para a espera de segurança na travessia de anfíbios pela água fora de contato com o inimigo. É um equipamento com limitações e pouca flexibilidade. (CANADA, 2002, p.14, tradução nossa)

2.7 ESTUDO DO GOMES

O Cap Eng Thiago Buarque de Gusmão Gomes apresentou como Trabalho de Conclusão de Curso à ESAO, um estudo sobre “A Companhia de Engenharia de Mergulhadores: Uma proposta de Organização e Emprego”, abordando pontos importantes para o presente estudo, como por exemplo a importância da capacitação dos militares para o emprego de equipamento de mergulho dependente:

Em uma primeira análise, na medida em que as tarefas de Engenharia podem variar sobremaneira em escopo e amplitude, é importante que os mergulhadores estejam em condições de operar em ambos os sistemas de

mergulho, ou seja, mergulho autônomo e mergulho dependente. A título de exemplo, missões de lançamento de obstáculos subaquáticos podem requerer tanto a flexibilidade proporcionada pelo mergulho autônomo quanto o “tempo de fundo” fornecido pela modalidade dependente. (GUSMÃO, 2021, p.46)

3. METODOLOGIA

3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO

Este trabalho visa aprofundar o conhecimento acerca do emprego do equipamento de mergulho dependente nas operações de engenharia. Neste contexto, será verificado como os mergulhadores de engenharia estão capacitados em relação ao emprego deste equipamento, além de verificar como outras nações o empregam e o que está sendo desenvolvido, nesta área, no CI Eng, objetivando levantar necessidades para a consolidação desta atividade no âmbito da Engenharia do Exército Brasileiro.

3.2 AMOSTRA

Serão utilizados como amostra a doutrina de emprego de mergulhadores extraídas dos manuais dos:

- Exército Espanhol
- Exército dos Estados Unidos da América
- Exército Canadense
- Exército Brasileiro
- Marinha do Brasil

Também será realizada uma pesquisa com mergulhadores de engenharia e instrutores do CI Eng objetivando trazer uma consciência situacional de como estão os mergulhadores da engenharia em relação ao equipamento de mergulho

dependente, além de poder verificar quais as capacidades que estão sendo desenvolvidas no centro de instrução de engenharia.

3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A pesquisa se desenvolveu a partir do método de pesquisa bibliográfica no intuito de reunir informações acerca da atividade do mergulho no Exército Brasileiro, Marinha do Brasil e nações amigas, além de uma pesquisa exploratória visando reunir documentações que sejam importantes para a solução do problema.

Também foi realizado um questionário restrito aos mergulhadores da arma de Engenharia, com vistas a obter consciência situacional de como estão capacitados os mergulhadores de engenharia em relação ao equipamento de mergulho dependente.

Para complementar a pesquisa, foram realizadas entrevistas com instrutores do CI Eng que participam e/ou participaram do desenvolvimento das atividades com o equipamento de mergulho dependente recentemente adquirido, no intuito de obter informação das novas capacidades que estão sendo desenvolvidas.

3.3.1 Procedimentos para revisão de literatura

Serão realizadas pesquisas bibliográficas no manual do Exército Brasileiro visando identificar a doutrina existente para emprego de mergulhadores e nos manuais dos exércitos canadense, americano e espanhol, além da Marinha do Brasil visando identificar a forma de emprego do mergulho dependente nessas forças.

Os critérios de inclusão para os manuais foram: manuais em português, inglês e espanhol que estejam em vigência nas respectivas forças e que se refiram ao mergulho de engenharia ou mergulho dependente, excluindo os manuais que tenham sido substituídos por outros mais novos.

Além disso, serão reunidos documentos e publicações do exército sobre o assunto mergulho e que tenham relevância para a pesquisa.

Também serão estudadas pesquisas relevantes sobre o mergulho publicadas na Biblioteca Virtual do Exército.

Serão realizados fichamentos dos principais argumentos para todas as pesquisas.

Serão utilizados para a pesquisa os seguintes descritores: “mergulho”, “buceo”, “diver”, “mergulho dependente”, “surface supplied diving”, “suministro desde superficie”.

3.3.2 Procedimentos metodológicos

Será verificado dentro da doutrina existente no Exército Brasileiro, como se daria o emprego do equipamento de mergulho dependente.

Também serão descritas as formas de emprego de mergulhadores feito por forças de outras nações, verificando como que elas realizam o emprego do equipamento de mergulho dependente.

Será realizado uma comparação com o desenvolvimento desta atividade pelo CI Eng, buscando verificar se há pontos a serem incorporados pela engenharia do Exército Brasileiro.

Além disso, serão realizados questionários com os mergulhadores de engenharia do Exército Brasileiro, buscando explorar suas experiências e opiniões em relação ao emprego do mergulho dependente, bem como realizar um levantamento de como esses mergulhadores estão em relação à essa vertente do mergulho.

Por fim, serão levantadas necessidades para a consolidação da atividade do mergulho com o equipamento de mergulho dependente pela engenharia do Exército Brasileiro.

3.3.3 Instrumentos

Serão utilizados:

- pesquisa bibliográfica em manuais militares, a fim de levantar formas de emprego do equipamento de mergulho dependente
- questionários para os mergulhadores de engenharia, visando obter informações acerca da capacitação desses militares, bem como opiniões e experiências desses militares
- entrevista para os instrutores do CI Eng, buscando obter informações em relação às capacidades que estão sendo desenvolvidas naquele centro.

3.3.4 Análise de dados

Serão coletados dados por força armada/nação, em forma de textos, e quanto aos questionários, serão realizados através da plataforma Formulários Google e apresentados em gráficos e/ou textos.

4. RESULTADOS

4.1 COMPARAÇÃO ENTRE MERGULHO AUTÔNOMO E MERGULHO DEPENDENTE

Conforme levantado na Revisão de Literatura, as duas modalidades de mergulho possuem características bastante distintas, para simplificar esta comparação foi confeccionado um quadro conforme segue:

| Merg AUTÔNOMO | Merg DEPENDENTE |
|---|---|
| Suprimento de ar limitado à capacidade de carga dos cilindros | Suprimento de ar ilimitado, fornecido através de mangueiras |
| Excelente mobilidade | Mobilidade restrita |
| Deficiência na comunicação com a superfície | Boa comunicação com a superfície |

| | |
|--|--|
| Rapidez para equipar | Equipagem mais lenta |
| Estrutura mínima de apoio | Estrutura considerável de apoio |
| Maior exposição física ao ambiente subaquático | Maior proteção física e térmica ao mergulhador |

Quadro 1 - Quadro comparativo
Fonte: O autor

É importante salientar que o suprimento ilimitado de ar do mergulho dependente oferece uma grande vantagem frente ao equipamento de mergulho autônomo para atividades que, dependendo da profundidade, ultrapasse 2 (duas) horas de tempo de fundo, tendo em vista o tempo destinado às paradas descompressivas, conforme tabela que se segue:

Tabela 1 - Profundidade/Tempo de fundo

| Profundidade (m) | Tempo Total de Fundo | Tempo total de subida (incluindo o tempo das paradas descompressiva) |
|------------------|----------------------|--|
| 15 | 120 min | 8 min |
| 18 | 120 min | 29 min |
| 21 | 120 min | 55 min |

Fonte: O autor

Tomando como exemplo um mergulho de 21m de profundidade, em 120 minutos de tempo de fundo, 55 minutos serão destinados somente ao tempo de subida e paradas descompressivas, ou seja, quase metade do tempo de fundo não será destinado a trabalhos úteis, restando apenas 65 minutos para essas atividades. Neste caso, sendo empregado o equipamento de mergulho dependente, não existirá a preocupação com o suprimento de ar acabar durante o retorno a superfície, podendo, desta forma, dar continuidade aos trabalhos.

Em relação aos tipos de trabalhos, o equipamento de mergulho dependente é ideal para trabalhos mais complexos, devido ao maior tempo de fundo possibilitado pelo suprimento ilimitado de ar e para trabalhos estáticos, ou trabalhos em que a mobilidade não seja prioridade. Além disso, a complexidade do trabalho deve ser suficiente para justificar a estrutura que deve ser mobilizada para sua operação.

4.2 A DOCTRINA DE MERGULHO NO EXÉRCITO BRASILEIRO

Conforme o Manual C 5-10, com exceção da Cia E Cmb Mtz que explicita a dotação de equipamento de mergulho autônomo, as Cias E Cmb de outras naturezas não têm especificado qual seu equipamento de dotação. No entanto, este manual elenca como aspecto comum às Companhias de Engenharia de Combate de Brigada lançar e remover obstáculos subaquáticos.

Em relação ao Batalhão de Engenharia de Combate, o Manual C 5-7 define que esses batalhões têm a possibilidade de lançar e remover obstáculos subaquáticos e executar trabalhos de destruição subaquáticos, também não especificando o tipo de equipamento.

Já em relação a Engenharia de Corpo de Exército e de Divisão de Exército, o Manual EB70-MC-10.245 não deixa claro as possibilidades dos trabalhos subaquáticos, nem o equipamento de dotação, no entanto admite a possibilidade da adoção de subunidades/módulos especializados de mergulho, dentre outros.

4.3 ESPANHA

O manual de mergulhadores do exército espanhol, PD4-400, fala da importância de manter mergulhadores aptos a atuar no ambiente subaquático, além de destacar que pelas características que a engenharia possui de atuar em massas d'água, torna-se necessário ter em seus quadros pessoal especializado no mergulho.

Em relação às atividades da engenharia este manual divide em dois tipos de batalhão: os batalhões de sapadores que possuem capacidade de trabalhos subaquáticos de pequena envergadura, como reconhecimentos, segurança em transposições e construção de obstáculos; já as unidades de pontes possuem uma maior capacidade, como construções de pilares de pontes, demolição de obstáculos e busca e recuperação de materiais submersos.

Apesar de citar o emprego de equipamento de mergulho dependente, este manual não define atividades a serem realizadas especificamente com o emprego deste equipamento.

4.4 ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA)

O Manual de Operações de Mergulho de Engenharia, TM 3-34.83, fala do trabalho dos mergulhadores de engenharia no apoio à MCP, à logística e às operações de suporte e manutenção de infraestrutura.

Este manual prevê o emprego do equipamento de mergulho dependente no resgate pesado, ou quando exigir maior tempo de fundo ou proteção física para o mergulhador. Além disso, ele especifica algumas atividades que podem ser desempenhadas com o emprego deste tipo de equipamento, como por exemplo: limpeza de áreas submersas, inspeção de estruturas subaquáticas, salvamentos leves ou pesados, manutenção de navios e estruturas portuárias, construção e reabilitação de portos e colocação ou remoção de obstáculos.

São elencados como vantagens e desvantagens o seguinte:

| VANTAGENS | DESVANTAGENS |
|----------------------------------|---|
| Fornecimento ilimitado de ar | Necessidade de maior suporte logístico |
| Máxima proteção física e térmica | Maior área de implantação necessária em comparação ao mergulho autônomo |
| Capacidade de comunicação | - |

Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens
Fonte: Manual TM 3-34.83

Em relação à capacidade de trabalho em águas com correnteza, este manual afirma que em correntezas maiores que 0,5 m/s o mergulhador utilizando equipamento de mergulho autônomo pode cansar e esgotar o suprimento de ar rapidamente, nestes casos o mergulhador se beneficia do mergulho dependente tendo em vista ele ser baixado até o leito e poder caminhar até o local do trabalho,

isto dá ao mergulhador melhor capacidade de enfrentar a correnteza, conforme tabela de limitações de trabalho a seguir:

| Tipo de equipamento | Correnteza máxima (m/s) |
|----------------------------|--------------------------------|
| Merg Dependente | 1,3 |
| Merg Autônomo | 0,77 |

Quadro 3 - Correnteza máxima (EUA)
Fonte: Manual TM 3-34.83

4.5 CANADÁ

O manual canadense B-GL-361-007 restringe o emprego do equipamento de mergulho dependente na configuração “leve”, empregando a máscara full face. Também caracteriza esse equipamento de mergulho quanto à uma boa mobilidade, limitada pelo cordão umbilical; boa flutuabilidade; limitação quanto à qualificação dos mergulhadores e maiores procedimentos pré e pós mergulho; e maior proteção para mergulho em águas contaminadas devido ao traje seco emborrachado, que também permite melhor controle em correntezas fortes.

Este manual é bem específico quanto às velocidades de correnteza limites para o emprego do equipamento de mergulho dependente leve e autônomo, conforme segue:

| Técnica/Tipo de equipamento | Correnteza máxima (m/s) |
|------------------------------------|--------------------------------|
| Nadando/Mergulho autônomo | 1,0 |
| Assistido/Mergulho autônomo | 1,2 |
| Nadando/Mergulho dependente | 2,0 |
| Caminhando/Mergulho dependente | 3,0 |

Quadro 4 - Correnteza máxima (Canadá)
Fonte: Manual B-GL-361-007

Para este manual, em trabalhos de busca em águas com correntezas fortes, deve ser considerado o emprego de meios de comunicação com a superfície, o uso de máscara full face e o uso do equipamento de mergulho dependente leve.

Também deve ser considerado o emprego do equipamento de mergulho dependente leve em dispositivo de espera, durante certos tipos de atividades, tendo em vista sua facilidade de entrar em aeronaves e veículos, além de sua comunicação com o supervisor de mergulho.

4.6 ESTUDO DO THIAGO BUARQUE DE GUSMÃO GOMES

Quanto ao emprego do equipamento de mergulho dependente, o Gomes define que é importante que os mergulhadores de engenharia estejam capacitados a operar tanto o equipamento de mergulho autônomo como o equipamento de mergulho dependente, tendo em vista uma atividade exigir tanto a mobilidade do equipamento de mergulho autônomo como o tempo de fundo proporcionado pelo equipamento de mergulho dependente.

Neste estudo, ele propôs o organograma de uma Companhia de Engenharia de Mergulhadores contendo dois pelotões executivos, sendo o Pelotão de Mergulho Leve e o Pelotão de Mergulho Pesado, bem como suas capacidades.

No caso do Pelotão de Mergulho Pesado, este estaria vocacionado a realizar tarefas que exijam maior tempo de fundo, cumprindo missões de Organização do Terreno, Instalações Aquáticas e outras missões de Apoio Geral de Engenharia e tendo em vista esses tipos de missão, o equipamento ideal para essas atividades seriam o equipamento de mergulho dependente.

4.7 PESQUISA

Foi realizado uma pesquisa tendo como público alvo os mergulhadores de engenharia, sendo oficiais ou sargentos, conforme Gráfico 1:

Qual sua escola de formação?

48 respostas

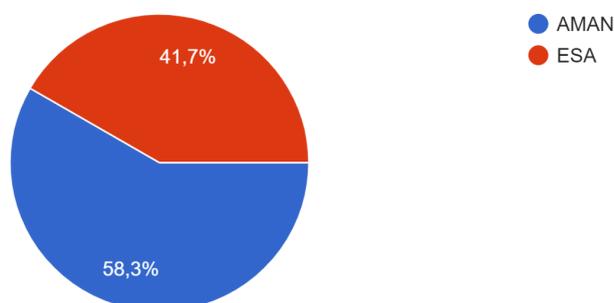


Gráfico 1 - formação dos mergulhadores de engenharia

Esse público, foi capacitado ao mergulho nos anos conforme o Gráfico 2:

Em que ano você realizou o Curso/Estágio que o habilitou ao mergulho?

48 respostas

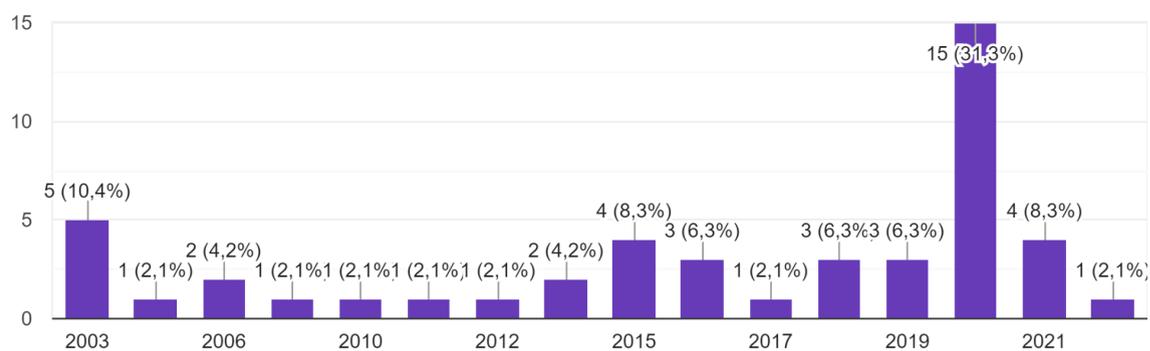


Gráfico 2 - Ano de formação dos mergulhadores

E nos seguintes Cursos/Estágios, conforme Gráfico 3:

Qual Curso/Estágio de mergulho você realizou?

48 respostas

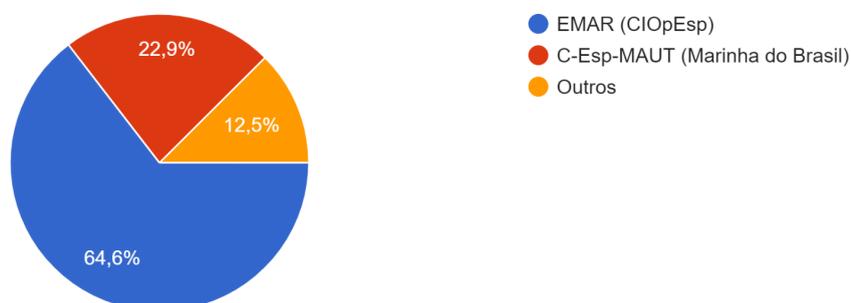


Gráfico 3 - Cursos e Estágios realizados

Os militares que responderam “Outros”, em sua maioria foram capacitados nos cursos oferecidos pelos Bombeiros Militares de diversos estados, além de cursos na Argentina.

Em relação a capacitação para emprego do equipamento de mergulho dependente, responderam conforme o Gráfico 4:

No Curso/Estágio que você realizou, houve instrução que o habilitou ao emprego de equipamento de mergulho DEPENDENTE?

48 respostas

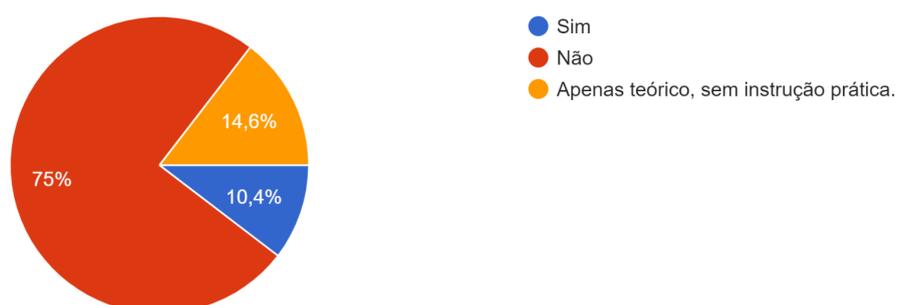


Gráfico 4 - Habilitação em mergulho dependente

Apesar dos 75% de mergulhadores que não tiveram capacitação em mergulho dependente, boa parte foi capacitada após a sua formação, conforme o Gráfico 5:

Você teve alguma capacitação para o emprego do equipamento de mergulho dependente após o Curso/Estágio que lhe habilitou ao mergulho?

48 respostas

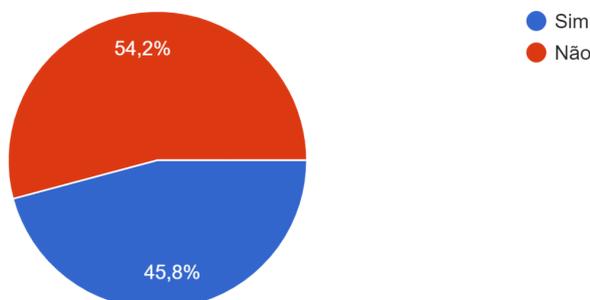


Gráfico 5 - Habilitação em mergulho dependente após formação

Foi perguntado aqueles militares que receberam capacitação em mergulho dependente, se eles haviam sido capacitados pelo CI Eng ou por curso promovido por aquele centro e obtivemos a seguinte resposta conforme Gráfico 6:

Caso sua resposta da questão anterior tenha sido "Sim", esta capacitação foi ministrada no CI Eng/2º B Fv?

26 respostas

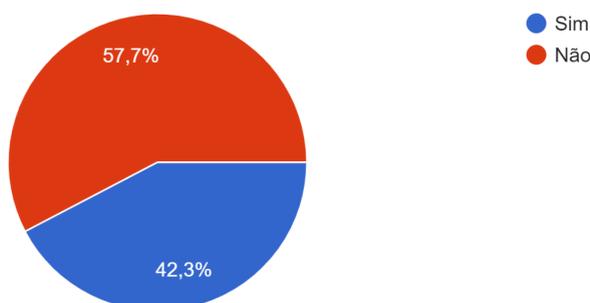


Gráfico 6 - Quanto à capacitação para mergulho dependente

Apesar de 57,7% ter respondido que sua capacitação não foi realizada no CI Eng, 6 (seis) desses militares (12,5% do total) responderam que tiveram sua capacitação promovida pelo CI Eng através da Divers University.

Foi perguntado quanto às situações reais em que pode ser observado a necessidade do emprego do equipamento de mergulho dependente, obtendo a seguinte resposta conforme Gráfico 7:

Você já vivenciou ou teve conhecimento de alguma situação em que o equipamento de mergulho dependente foi empregado, ou teria sido de grande utilidade?

48 respostas

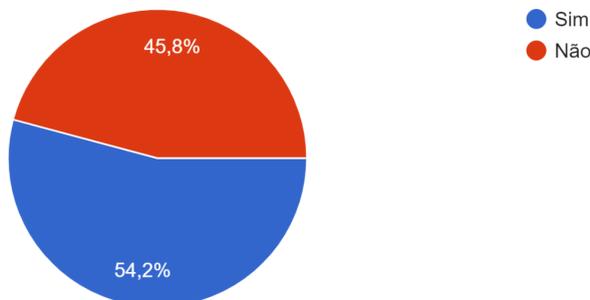


Gráfico 7 - Quanto ao emprego do mergulho dependente

Quando solicitado para descrever a situação específica, surgiram várias respostas de atividades específicas como por exemplo, posicionamento de dragas de areia, inspeções de estruturas submersas ou cascos de embarcações, reparos dessas estruturas, levantamento topográfico submarino, derrocagem de rochas e margens, montagem e desmontagem de obstáculos, lançamento de cabos submersos, reflutuação de veículos e embarcações.

Também foram levantadas respostas mais generalistas como o emprego de ferramentas, mergulhos com maior tempo de fundo e atividades em que a comunicação com a superfície seja relevante.

Foi solicitado que os mergulhadores opinassem quanto à relevância deste equipamento para as operações de engenharia, obtendo o seguinte resultado, conforme Gráfico 8:

Levando em consideração as duas principais características do mergulho dependente - suprimento ilimitado de ar e mobilidade limitada - como você ...lvimento desta atividade pela arma de engenharia?

48 respostas

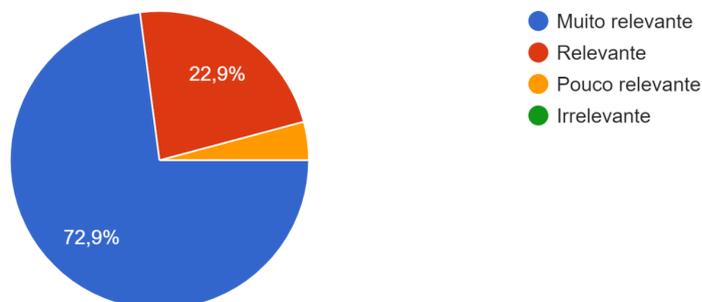


Gráfico 8 - quanto à relevância do equipamento de mergulho dependente

Quanto à relevância, 95,8% dos mergulhadores acreditam ser Muito Relevante ou Relevante o emprego deste tipo de equipamento e apenas 4,2% acharam Pouco Relevante.

4.8 ENTREVISTAS

Para complementar essa pesquisa, foram entrevistados instrutores do CI Eng, que trabalham ou trabalharam diretamente no desenvolvimento do mergulho dependente naquele centro de instrução.

Foi perguntado aos militares, quais as capacidades que estão sendo desenvolvidas, foi respondido que o centro de instrução está trabalhando na capacitação dos mergulhadores principalmente no uso desse equipamento e no emprego de algumas ferramentas para o cumprimento de missões de corte e solda subaquática, lançamento e destruição de obstáculos subaquáticos, inspeção de estruturas subaquáticas e resgate de viaturas e embarcações.

Quanto às ferramentas adquiridas pelo CI Eng, foi respondido que além dos itens do equipamento de mergulho, foram adquiridas motosserra, parafusadeira, furadeira, rompedor de concreto, aparelho para corte e solda elétrica, lift bag para içamento de veículo, detector de metais subaquático.

Em relação a ferramentas que poderiam ser adquiridas para complementar o desenvolvimento da atividade, os instrutores levantaram a necessidade de esmeril, mais lift bags, boia rígida, balsa flutuante para navegação, equipamento analisador de ar.

Quanto às vantagens desse tipo de equipamento, os instrutores destacaram o maior tempo de fundo, comunicação com a superfície, possibilidade de descomprimir em segurança, além da maior segurança que o equipamento proporciona.

Quanto às desvantagens, os instrutores destacaram a maior complexidade logística para o emprego do equipamento, a pouca mobilidade e a necessidade de muitos meios para uma operação.

Por fim, foi solicitado exemplos práticos de missões que poderão ser cumpridas com o emprego do equipamento de mergulho dependente. Foi respondido que qualquer trabalho acima de 25m já se torna perigoso para o emprego de mergulho autônomo devido aos limites descompressivos, devendo ser utilizados muitos militares em uma única tarefa. Além disso, que algumas atividades já são impeditivas para mergulho autônomo, mesmo em pequenas profundidades, como por exemplo corte e solda, uso de ferramentas hidráulicas e reflutuação de grandes equipamentos.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Conforme verificado, nenhum dos estágios ministrados pelo Exército Brasileiro tem como foco a formação do mergulhador de engenharia, tampouco trata sobre o equipamento de mergulho dependente, evidenciando uma lacuna na doutrina de emprego do mergulho dependente. No entanto, verificou-se que, de acordo com os resultados obtidos, houve um avanço nesta área com 45,8% dos mergulhadores que fizeram parte da pesquisa obtendo a capacitação no emprego do equipamento de mergulho dependente após sua formação inicial, com a maioria destes tendo realizado esta capacitação através do CI Eng.

Também foi verificado que os manuais de engenharia não diferenciam atividades para o equipamento autônomo ou dependente, talvez pelos dois

equipamentos não serem concorrentes em suas atividades, mas sim complementares. De acordo com as possibilidades e limitações de cada equipamento, um preencheria a lacuna do outro, sendo o equipamento dependente responsável pelas missões que exigem uma maior proteção ao mergulhador e maior tempo de fundo, enquanto que o equipamento autônomo, destinado para trabalhos leves ou que necessitem de grande mobilidade.

Quanto ao emprego do equipamento de mergulho dependente, os manuais pesquisados indicam o emprego do mergulho dependente para atividades mais pesadas voltadas à construções subaquáticas, inspeções, construção e remoção de obstáculos, salvamentos pesados, dispositivos de espera na travessia de anfíbios e atividades que necessitem de comunicação com a superfície.

Também foi verificado, tanto nos manuais das nações amigas como nas respostas dos mergulhadores brasileiros que a dificuldade logística para o emprego deste equipamento é um fator de atenção para o seu emprego. A necessidade de um grande aparato de equipamentos bem como a necessidade de uma balsa para suportar este aparato acaba dificultando o emprego deste equipamento.

Foi possível verificar que o trabalho desenvolvido pelo 2º B Fv, através do CI Eng, está de acordo com doutrinas mais consolidadas como a norte americana e a canadense, guardada as proporções, uma vez que esta atividade ainda está muito incipiente na Engenharia do Exército Brasileiro, mas que conforme as ferramentas e equipamentos adquiridos e atividades desenvolvidas estão dentro do mesmo escopo de trabalhos.

De acordo com o EB20-MF-10.102, Manual de Fundamentos Doutrina Militar Terrestre, são sete fatores que determinam a obtenção do ganho de capacidade, que são representadas pelo acrônimo DOAMEPI: doutrina, organização, adestramento, material, ensino, pessoal e infraestrutura. Verifica-se que a doutrina e o adestramento estão sendo desenvolvidos pelo CI Eng; quanto ao fator pessoal, já existe uma gestão relativa às dimensões humanas necessárias a esta atividade; quanto à organização, neste primeiro momento está sendo atendido pela estrutura organizacional existente, com propostas de aperfeiçoar esta organização como o Trabalho de Conclusão de Curso do Cap Thiago Buarque de Gusmão Gomes; quanto ao material e infraestrutura, com a consolidação da atividade será necessário verificar nas unidades uma estrutura física compatível com o armazenamento desse material que é mais volumoso que o equipamento de mergulho autônomo, bem

como adequar a gestão deste material; já em relação à educação, percebe-se a lacuna que existe não só em relação ao equipamento de mergulho dependente, mas também em relação ao mergulho técnico de engenharia.

6. CONCLUSÃO

Do exposto nesta pesquisa, é possível verificar que o desenvolvimento da atividade de mergulho com o equipamento de mergulho dependente representa um ganho de capacidade importante para a Engenharia do Exército Brasileiro, visto que com o equipamento de mergulho dependente é possível cumprir missões que, apenas com o mergulho autônomo, não seria possível cumprir.

No entanto, também foi possível verificar a carência na formação dos mergulhadores de engenharia, com apenas o Centro de Instrução de Engenharia tendo a capacidade de realizar tal formação, porém ainda não existe um curso ou estágio recorrente nesta área.

Desta forma, seria de grande importância que houvesse uma consolidação do mergulho técnico de engenharia, com uma especialização para os engenheiros mergulhadores, em paralelo ao desenvolvimento do emprego do equipamento de mergulho dependente.

Em relação ao emprego do equipamento dependente, por suas características de trabalhos “pesados”, seria de grande importância que futuramente unidades blindadas, mecanizadas e de construção recebessem este tipo de equipamento, uma vez que atenderia a demandas específicas destas unidades.

THALES CARNEIRO DOS SANTOS ALMEIDA - CAP

REFERÊNCIAS

ARGENTINA, Departamento Doctrina. ROP-64-01: **La Compañia de Buzos de Ejército**. 2021.

BASTOS, Helio Henrique Fernandes da Silva. **A Companhia de Engenharia de Mergulhadores e a Estrutura de Pessoal e Material**. 37 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2021.

BRASIL, Exército. EB70-MC-10.237: **A Engenharia nas Operações**. 1. Ed. Brasília, DF, 2018.

BRASIL, Exército. EB50-BT-06.026: **Boletim Técnico Nº 26, Material de Engenharia, Notícias e Normatizações**. Brasília, DF, 2020.

BRASIL, Exército. EB70-CI-11.418: **Caderno de Instrução de Atividades Especiais de Mergulho**. Ed. Experimental. Brasília, DF, 2018.

BRASIL, Exército. EB20-MF-10.102: **Doutrina Militar Terrestre**. 2ª Edição. Brasília, DF, 2019.

BRASIL, Exército. EB70-MC-10.245: **Engenharia de Corpo de Exército e de Divisão de Exército**. 1. Ed. Brasília, DF, 2020.

BRASIL, Exército. C 5-10: **O Apoio de Engenharia no Escalão Brigada**. 2. Ed. Brasília, DF, 2000.

ESPAÑA, Ejército de Tierra. PD4-400: **Buceadores del ET, Procedimientos de Empleo** 1. Ed. Madrid, 2016.

FREIRE, Albert Rocha. **A Atividade Especial de Mergulho na Engenharia e a necessidade de uma fração vocacionada para a atividade de mergulho: O Destacamento de Engenharia de Mergulho**. 37 f. Monografia (Especialização) -Curso de Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2017.

GOMES, Thiago Buarque de Gusmão. **A Companhia de Engenharia de Mergulhadores: Uma Proposta de Organização e Emprego**. 81 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2021.

USA. Department of the Army. TM 3-34.83: **Engineer Diving Operations**. 1. Ed. Washington, DC, 2013.

USA. Direction of Commander, Naval Sea Systems Command. SS521-AG-PRO-010: **U.S. Navy Diving Manual**. Washington, DC, 2016.