

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP ENG DAVYSON ANDERSON CAVALCANTI SOBRAL

**O EMPREGO DE MEIOS REMOTOS PARA A NEUTRALIZAÇÃO DE ARTEFATOS
EXPLOSIVOS EM OPERAÇÕES DE ABERTURA DE BRECHA NO ESCALÃO
BRIGADA**

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP ENG DAVYSON ANDERSON CAVALCANTI SOBRAL

**O EMPREGO DE MEIOS REMOTOS PARA A NEUTRALIZAÇÃO DE ARTEFATOS
EXPLOSIVOS EM OPERAÇÕES DE ABERTURA DE BRECHA NO ESCALÃO
BRIGADA**

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

Orientador: Cap Eng **Bruno Fontes**
Fonseca

Rio de Janeiro

2023

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a). Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

SO677

Sobral, Davyson Anderson Cavalcanti.

O emprego de meios remotos para a neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha no escalão Brigada / Davyson Anderson Cavalcanti Sobral - 2023

83 f.

Trabalho de Conclusão de Curso - Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais - EsAO, Rio de Janeiro, 2023.

1. Meios remotos 2. Abertura de brecha 3. Artefatos Explosivos 4. Brigada 5. Movimento e Manobra I Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. II Título.

CDD: 355

Cap Eng DAVYSON ANDERSON CAVALCANTI SOBRAL

**O EMPREGO DE MEIOS REMOTOS PARA A NEUTRALIZAÇÃO DE ARTEFATOS
EXPLOSIVOS EM OPERAÇÕES DE ABERTURA DE BRECHA NO ESCALÃO
BRIGADA**

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 ____ de _____ de 2023

Comissão de Avaliação:

BRUNO FONTES FONSECA - Cap
Especialista em Ciências Militares
Presidente (orientador)/EsAO

ALAN PONTES DE LIMA – Cap
Especialista em Ciências Militares
1º Membro/EsAO

IGOR ROCHA FERREIRA – Cap
Especialista em Ciências Militares
2º Membro/EsAO

AGRADECIMENTOS

A Deus, em sua infinita bondade, por abençoar e guiar a mim e a meus companheiros incessantemente, brindando-nos com saúde, sabedoria, coragem e força para vencermos as tribulações.

A minha esposa, Thirza, pela cumplicidade, amor, companheirismo e apoio de sempre. Sua compreensão e incentivo, mesmo nos meus momentos de ausência, foram primordiais para vencer os desafios que surgiram ao longo da jornada.

Aos meus pais, Sérgio e Sandra, e à minha irmã, Danyelle, pelo amor e dedicação com que me ensinaram os princípios que moldaram o caráter do homem que sou hoje. Agradeço a abnegação e a dedicação com que orientam meus passos.

A todos os meus familiares que, mesmo fisicamente longe, sempre se fizeram emocionalmente presentes em minha vida.

Ao meu orientador, Cap Bruno Fontes, e demais instrutores, pelos conselhos e ensinamentos transmitidos ao longo do ano letivo.

Aos companheiros de turma, pela camaradagem e espírito de corpo, fundamentais para superar as provações que nos foram impostas no corrente ano. Desejo que Deus continue abençoando a cada um no decorrer de suas vidas.

"Romper um obstáculo complexo coberto por fogo inimigo é a missão de ataque mais difícil que uma unidade pode obter."

(Gen FREDERICK FRANKS JR, 1998)

RESUMO

Nos conflitos da atualidade, quer sejam regulares ou irregulares, o emprego de obstáculos com artefatos explosivos consiste em fator decisivo nos campos de batalha, dada a capacidade desses artefatos de reduzir o poder de combate do inimigo e causar danos físicos e psicológicos às tropas, meios e instalações. Esse trabalho de conclusão de curso abordou a influência no apoio de Engenharia do uso de meios remotos eficientes e seguros para a neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha no escalão Brigada nos combates modernos, haja vista a constante evolução das tecnologias empregadas nesses artefatos, bem como dos meios e métodos empregados para neutralizá-los. Para tanto, realizou-se uma pesquisa aplicada, com forma de abordagem qualitativa. Foram utilizadas publicações doutrinárias nacionais e internacionais já existentes, visando se chegar a uma conclusão acerca do que seria mais aplicável para a atual realidade das subunidades do Batalhão de Engenharia de Combate Mecanizado do Exército Brasileiro (EB) em apoio à função de combate Movimento e Manobra. Nesse contexto, conclui-se que os meios remotos são eficazes sob a ótica dos fatores de decisão Tempo e Meios, e apresenta-se uma proposta de adequação da organização e dos meios para a neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha, visando ampliar a capacidade operacional, de dissuasão e de pronta resposta das Brigadas Médias do EB contra artefatos explosivos.

Palavras-chave: Meios remotos. Abertura de brecha. Artefatos explosivos. Brigada. Movimento e Manobra.

ABSTRACT

In current conflicts, whether regular or irregular, the use of obstacles with explosive devices is a decisive factor on the battlefield, given the ability of these devices to reduce the enemy's combat power and cause physical and psychological damage to troops, means and facilities. This work addressed the influence on Engineering support of the use of efficient and safe remote means for the disposal of explosive devices in breaching operations at Brigade level in modern combat, given the constant evolution of the technologies used in these devices, as well as the means and methods used to neutralize them. In this work applied research was carried out, with a qualitative approach. Existing national and international doctrinal publications were used, to reach a conclusion about what would be most applicable to the current reality of the subunits of the Mechanized Combat Engineering Battalion of Brazilian Army (EB) in support of the Movement and Maneuver combat function. In this context, it is concluded that remote means are effective from the perspective of the decision factors Time and Means, and a proposal is presented for adapting the organization and means for the disposal of explosive devices in breaching operations, aiming at expand the operational capacity, deterrence and prompt response of the Brazilian Army Medium Brigades against explosive devices.

Keywords: Remote means. Breaching. Explosive ordnances. Brigade. Movement and maneuver.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Equipamento de abertura de brechas modelo M58 MICLIC	38
Figura 2 – Veículo blindado de desminagem UR-77	40
Figura 3 – Dispositivo de abertura de trilhas modelo MK-7 APOBS.....	41
Figura 4 – Sistema robótico DOK-ING MV-4.....	42
Figura 5 – DOK-ING MV-4 com diversos implementos	44
Figura 6 – Sistema robótico de limpeza de minas URAN-6	46
Figura 7 – Veículo autônomo modular expedicionário (EMAV)	47
Figura 8 – Limpeza de minas aérea: o uso de drones para combater as minas terrestres	49
Figura 9 – ARP FT-100	50
Figura 10 – Uran-6 desminando a costa do Mar de Azov no porto de Mariupol	53
Figura 11 – Lançamento do MICLIC	55
Figura 12 – Extrato do Quadro de dotação de material (QDM) da Cia E Cmb Mec ..	62
Figura 13 – VBE Eng com lâmina para remoção de obstáculos	64
Figura 14 – Extrato do QC da Cia E Cmb Mec.....	64
Figura 15 – Estrutura do Pel E Cmb do Exército americano para a abertura de brechas empregando o MICLIC tradicional.....	66
Figura 16 – Proposta de emprego do Pel E Cmb do Exército americano para a abertura de brechas empregando o MICLIC sobre um UGV	67

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Objetivos estratégicos do Exército com os quais a pesquisa está alinhada.....	17
QUADRO 2 – Publicações doutrinárias do PDDMT relacionadas à realização desta pesquisa.....	18
QUADRO 3 – Níveis EOD.....	25
QUADRO 4 – Descrição dos elementos participantes em uma Op Ab Bre.....	29
QUADRO 5 – Quantidade de passagens a serem abertas.....	32
QUADRO 6 – Implementos do MV-4 Scorpion.....	43
QUADRO 7 – Meios remotos empregados em Op Ab Bre.....	68
QUADRO 8 – Proposta de QC do Pel E Ap do BE Cmb Mec.....	74
QUADRO 9 – Proposta de legenda do QC do Pel E Ap do BE Cmb Mec.....	75
QUADRO 10 – Proposta de distribuição de materiais para a abertura de brechas no BE Cmb Mec.....	76

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	12
1.1.1 Antecedentes do problema.	13
1.1.2 Formulação do problema.....	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	14
1.2.2 Objetivos Específicos	15
1.3 QUESTÕES DE ESTUDO.....	15
1.4 JUSTIFICATIVAS	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 A NEUTRALIZAÇÃO DE ARTEFATOS EXPLOSIVOS.....	20
2.1.1 Normas Internacionais de Ação contra Minas – IMAS.....	21
2.1.2 Princípios EOD	22
2.1.3 Técnicas de neutralização de artefatos explosivos	23
2.1.4 Níveis EOD	24
2.1.5 Formas de apoio EOD	25
2.2 A NECESSIDADE DE EVOLUÇÃO DA DOCTRINA EOD NO EB	26
2.3 AS OPERAÇÕES DE ABERTURA DE BRECHA.....	27
2.3.1 Ações a realizar numa Op Ab Bre.....	28
2.3.2 Obstáculos na Op Ab Bre	31
2.3.3 Quantidade de passagens a serem abertas.....	32
2.4 O APOIO DE ENGENHARIA NAS OPERAÇÕES DE ABERTURA DE BRECHAS NO ESCALÃO BRIGADA.....	33
2.5 O EMPREGO DE MEIOS REMOTOS.....	36
2.5.1 Meios explosivos.....	38
2.5.2 Meios mecânicos.....	41
2.5.3 Meios complementares.....	47

2.6 ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE ABERTURA DE BRECHA EM CONFLITOS CONTEMPORÂNEOS	50
2.6.1 Abertura de Brechas na Guerra do Golfo.....	50
2.6.2 Abertura de Brechas na guerra entre Rússia e Ucrânia	53
2.6.3 Lições aprendidas sobre as Operações de Abertura de brechas no Centro Nacional de Treinamento do Exército dos EUA.....	54
3. METODOLOGIA	57
3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO	57
3.2 DELINEAMENTO DE PESQUISA.....	58
3.3 AMOSTRA.....	58
3.4 PROCEDIMENTOS PARA A REVISÃO DA LITERATURA.....	59
3.4.1 Procedimentos Metodológicos	59
3.5 INSTRUMENTOS.....	60
3.6 ANÁLISE DOS DADOS.....	60
4. RESULTADOS.....	62
4.1 ATUAL DOCTRINA DO EXÉRCITO BRASILEIRO	62
4.2 DOCTRINA E LIÇÕES APRENDIDAS DE FORÇAS ARMADAS ESTRANGEIRAS	65
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	69
6. CONCLUSÃO	71
6.1 DOCTRINA DE ABERTURA DE BRECHAS DO BE CMB MEC	71
6.2 ORGANIZAÇÃO DO BE CMB MEC PARA A ABERTURA DE BRECHAS	71
6.3 MATERIAL DO BE CMB MEC PARA A ABERTURA DE BRECHAS.....	75
REFERÊNCIAS.....	77

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo pretende integrar os conceitos básicos e a informação científica relevante e atualizada sobre os modernos métodos de neutralização de artefatos explosivos no contexto das operações de abertura de brecha no escalão Brigada (Bda) nos conflitos atuais.

A pesquisa buscará apresentar a influência do emprego de meios remotos para as missões dessa natureza pelas subunidades do Batalhão de Engenharia de Combate Mecanizado (BE Cmb Mec) orgânicos das Brigadas Médias, os quais são dotados de plataformas veiculares, normalmente sobre rodas, com relativa proteção blindada, enquadrando-se nesta categoria as Brigadas de Infantaria Mecanizada e as de Cavalaria Mecanizada (BRASIL, 2019e, p. 4-6).

Quanto à forma de apoio EOD evidenciada em proveito das Brigadas Médias, predomina o apoio Pesado em detrimento do apoio Leve. Tal forma de apoio caracteriza-se pelo emprego de veículos e outros meios de neutralização e equipamentos de segurança, que fornecem aos operadores EOD e às tropas apoiadas maior proteção e velocidade na redução de obstáculos, favorecendo a mobilidade e a manutenção da impulsão do ataque das tropas mecanizadas.

Os meios remotos abordados nesta pesquisa podem ser definidos como equipamentos e ferramentas que possibilitam que os operadores realizem a busca, manipulação ou neutralização de artefatos explosivos e/ou a redução de obstáculos explosivos à distância (BRASIL, 2021b, p. 2-6). Enquadram-se nessa definição os equipamentos que permitem o reconhecimento, a detecção, a manipulação ou a neutralização de artefatos **fora da área de risco** (BRASIL, 2020d, p. 136, grifo nosso).

Acredita-se que, com a conclusão deste estudo, haja uma contribuição para a Doutrina Militar Terrestre (DMT), no sentido de propor adequações à organização e aos meios das organizações militares de Engenharia em apoio à Função de combate Movimento e Manobra nas operações de abertura de brecha.

1.1 PROBLEMA

Com o intuito de facilitar a compreensão do problema, serão apresentados os antecedentes. Em seguida, será descrito o problema propriamente dito.

1.1.1 Antecedentes do problema.

A arma de Engenharia do Exército Brasileiro desenvolve suas atividades visando ao apoio à mobilidade, contramobilidade e proteção (Ap MCP), bem como o apoio geral de Engenharia (Ap Ge Eng) (BRASIL, 2018a, p. 2-5).

O Ap MCP tem por objetivo ampliar o poder de combate dos elementos de manobra, acelerando sua concentração, aumentando a velocidade e o ritmo das forças amigas para explorar vulnerabilidades inimigas (BRASIL, 2018a, p. 2-5 a 2-6).

No contexto do apoio de Engenharia à função de combate Movimento e Manobra, a Arma atua em prol da transposição de barreiras, obstáculos e campos minados (BRASIL, 2018a, p. 2-9 a 2-10).

O Manual de Campanha Operações (EB70-MC-10.223) versa que as operações de abertura de brecha são realizadas pela engenharia em apoio (BRASIL, 2017a, p. 4-12). Essas operações envolvem alto risco, dada a provável presença do inimigo e os riscos inerentes aos artefatos explosivos presentes nos obstáculos, tais como os campos de minas; ou dissimulados em obstáculos armadilhados com cargas explosivas, os quais representam uma ameaça contínua ao pessoal e ao equipamento, afetando a segurança e a mobilidade das tropas (EUA, 2016, p. B-1).

Nos conflitos contemporâneos, observa-se o aumento paulatino da velocidade de circulação das informações pelo campo de batalha, tendo em vista a “elevada capacidade de transmissão, acesso e compartilhamento da informação proporcionada pelos avanços na área de Tecnologia da Informação e Comunicação” (BRASIL, 2019e, p. 2-2). Isso exige das tropas regulares ainda mais velocidade no movimento e na execução das ações, de modo a favorecer os princípios da Surpresa e da Manobra (BRASIL, 2019e, p. 5-3 e 5-4).

Atualmente, o Sistema de Engenharia do Exército (SEEx) e o EB não dispõem de equipamentos vocacionados para a capacidade operativa mobilidade que envolva Sistemas remotamente controlados (BRASIL, 2020b, p. 10-28).

Esses meios remotos modernos têm sido utilizados pelos principais Exércitos do mundo e se mostram necessários em função da sua mobilidade, proteção blindada e/ou operação remota (BRASIL, 2020b, p. 10-28).

1.1.2 Formulação do problema.

Os fatores de decisão Tempo e Meios são determinantes para o sucesso das tropas em Operações de Abertura de Brechas (Op Ab Bre). Atualmente, diversos

meios remotos são empregados em Op Ab Bre nas principais potências militares do mundo, tais como as Forças Armadas dos Estados Unidos e da Federação Russa. Diante disso, este trabalho buscará analisar a eficiência dos meios remotos em detrimento dos meios manuais e mecânicos atualmente empregados, com vistas a concluir sobre sua eficácia para a redução das perdas em pessoal e material e para a manutenção da impulsão do ataque das tropas que os empregam.

A inexistência desses meios evidencia óbice para que as Unidades de Engenharia possam realizar a neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brechas de forma eficiente e segura.

Barbero (2013) afirma que mais de 60% das baixas de combate dos Estados Unidos no Iraque e no Afeganistão – 3.200 mortos e 33.100 feridos no período de 2001 a 2013 – são causados somente por artefatos explosivos improvisados, demonstrando a letalidade e o amplo emprego dessas armas.

Diante da situação apresentada, visando propostas que adequem as recentes inovações tecnológicas à realidade prática no emprego das frações nos combates modernos, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: qual a influência no apoio de Engenharia do uso de meios remotos para que os Batalhões de Engenharia de Combate Mecanizados (BE Cmb Mec) atuem nas operações de abertura de brechas de obstáculos que contêm explosivos em apoio às Brigadas Médias?

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho será focado em analisar a influência no apoio de Engenharia (Ap Eng) do uso de meios remotos eficientes e seguros para a neutralização de artefatos explosivos em apoio à Função de Combate Movimento e Manobra nos combates modernos, com base no estudo de publicações doutrinárias nacionais e internacionais, bem como nos conhecimentos de militares com experiência acerca do tema, a fim de agregar inovações à Doutrina Militar vigente no que tange ao tema deste projeto.

1.2.1 Objetivo Geral

Revisar a doutrina vigente, com a finalidade de adequar a doutrina, a organização e os meios empregados pelas subunidades (SU) do BE Cmb Mec orgânico das Brigadas Médias na tarefa de neutralização de artefatos explosivos, no contexto de Operações de abertura de brecha.

1.2.2 Objetivos Específicos

Visando atender o objetivo geral supracitado, elenca-se os seguintes objetivos específicos:

- a. Apresentar as considerações gerais atinentes à neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha nos conflitos modernos.
- b. Descrever a composição e as características das SU do BE Cmb Mec orgânicos das Brigadas Médias responsáveis por realizar a neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha (Op Ab Bre).
- c. Descrever as principais categorias de meios remotos para a neutralização de artefatos explosivos e a redução de obstáculos com explosivos em operações de abertura de brecha empregadas nos combates modernos.
- d. Analisar a influência do emprego de meios remotos para o apoio de Engenharia às operações de abertura de brechas em obstáculos com explosivos.
- e. Elaborar uma proposta de adequação da Doutrina, Organização e Material para que os BE Cmb Mec orgânicos das Bda Médias realizem Operações de abertura de brecha eficazes e seguras diante do emprego de meios remotamente controlados.

1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

Com o propósito de atender aos objetivos deste projeto, pode-se elencar uma questão de estudo para cada objetivo específico:

- a. Quais as considerações gerais atinentes à neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha nos conflitos modernos?
- b. Qual a composição e as características das SU orgânicas das Brigadas Médias responsáveis por realizar a neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha (Op Ab Bre).?
- c. Quais as características, possibilidades e limitações das principais categorias de meios remotos para a neutralização de artefatos explosivos e a redução de obstáculos com explosivos em operações de abertura de brecha empregadas nos combates modernos?
- d. Qual a influência do emprego de meios remotos para o apoio de Engenharia às operações de abertura de brechas em obstáculos com explosivos?
- e. Quais as atualizações necessárias para adequar a Doutrina, a Organização e o Material (meios) para que os BE Cmb Mec orgânicos das Bda Médias realizem

Operações de abertura de brecha eficazes e seguras diante do emprego de meios remotamente controlados?

1.4 JUSTIFICATIVAS

O Plano Estratégico do Exército 2020-2023 (PEEx) “[...] direciona o esforço dos investimentos da Força para o quadriênio 2020-2023, dando prosseguimento ao processo de TRANSFORMAÇÃO do Exército rumo à Era do Conhecimento” (BRASIL, 2019d, p. 7). Neste escopo, a presente pesquisa está alinhada aos objetivos estratégicos do Exército, conforme extrato do PEEx produzido pelo autor, apresentado no quadro abaixo:

Objetivo estratégico (OEE)	Estratégia	Ação Estratégica	Atividade
OEE 1: CONTRIBUIR COM A DISSUAÇÃO EXTRARREGIONAL	1.1 Ampliação da Capacidade Operacional	1.1.7 Reestruturar o Sistema Engenharia.	1.1.7.2 Obter material (Sistemas e Materiais de Emprego Militar - SMEM) de Engenharia. (2020-2023)
OEE 2: AMPLIAR A PROJEÇÃO DO EXÉRCITO NO CENÁRIO INTERNACIONAL	2.2 Aumento da capacidade de projeção de poder	2.2.2 Participar de missões de paz e de ações de caráter humanitário (de acordo com a decisão do nível político).	2.2.2.1 Participar de exercícios e missões de paz individuais, com tropa e com frações especializadas, inclusive ações/tarefas de desminagem humanitária. (2020-2023)
		2.2.3 Desenvolver capacidade expedicionária e de emprego multinacional	2.2.3.2 Participar de exercícios e operações multinacionais que

Objetivo estratégico (OEE)	Estratégia	Ação Estratégica	Atividade
			contribuam para a prontidão, a interoperabilidade e o aperfeiçoamento da doutrina. (2020-2023)

QUADRO 1 – Objetivos estratégicos do Exército com os quais a pesquisa está alinhada

Fonte: adaptado de Brasil (2019d)

O Plano De Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre 2023 (PDDMT) orienta o planejamento e coordena “a execução das ações relativas à produção da Doutrina Militar Terrestre (DMT), permitindo a convergência de esforços entre os diversos órgãos envolvidos no processo” (BRASIL, 2023b, FI.1).

Dentre os objetivos do PDDMT que se visa alcançar com a realização desta pesquisa, destaca-se a manutenção da DMT “moderna e ajustada às realidades dos contextos regional e internacional, além de coerente com as determinações políticas, estratégicas e operacionais do Ministério da Defesa (MD) e do Exército Brasileiro (EB)” (BRASIL, 2023b, FI. 1).

Além disso, as questões de estudo desta pesquisa buscam modernizar e racionalizar a estrutura organizacional das organizações militares operativas, com vistas a aproximar a estrutura de paz daquela a ser utilizada em tempo de crise ou conflito, assegurando a rápida evolução de uma situação para outra (BRASIL, 2023b, FI. 1).

O quadro a seguir consiste num extrato produzido pelo pesquisador ressaltando as publicações doutrinárias mencionadas no PDDMT relacionadas à realização desta pesquisa:

Tipo de publicação doutrinária	Especificação	Observação
Caderno de Instrução para difusão em 2024	Identificação e Neutralização de Artefatos Explosivos Improvisados (AEI)	Elaboração
	Identificação e Neutralização de Artefatos Explosivos Convencionais (Munições)	Elaboração
Caderno de Instrução para difusão em 2025	Táticas, Técnicas e Procedimentos de Neutralização de Artefatos Explosivos – TTP EOD	Revisão do Manual Neutralização de Artefatos Explosivos no EB – EB 70-CI-11.452
Manual de Campanha para difusão em 2024	Operações de Abertura de Brecha	Revisão do Manual Transposição de Obstáculos - EB60-ME-13.302

QUADRO 2 – Publicações doutrinárias do PDDMT relacionadas à realização desta pesquisa

Fonte: adaptado de Brasil (2023b)

De acordo com o Manual Doutrina Militar Terrestre (EB20-MF-10.102), os conflitos atuais tendem a ser limitados, não declarados, convencionais ou não, e de duração imprevisível e com ameaças cada vez mais fluidas e difusas, exigindo que as forças militares possuam capacidades que permitam o seu emprego em situações de guerra e de não guerra. Apesar do crescente emprego de forças militares em operações de cooperação e coordenação com agências, não se deve perder o foco na razão de existência das Forças Armadas: a defesa da Pátria (BRASIL, 2019e, Prefácio).

Segundo o Manual de Operações (EB70-MC-10.223), a Força Terrestre deve estar em permanente estado de prontidão para atender às demandas da defesa nacional, a fim de contribuir para a garantia da soberania nacional, dos poderes constitucionais, da lei e da ordem, salvaguardando os interesses nacionais e cooperando para o desenvolvimento nacional e o bem-estar social (BRASIL, 2017a, p. 1-1).

O EB70-MC-10.223 aponta ainda, dentre os aspectos que devem ser considerados na definição das capacidades das forças militares, o caráter difuso das ameaças; e a proliferação das novas tecnologias em materiais de emprego militar, que permitem que indivíduos ou grupos não estatais disponham desses meios e os utilizem como arma (BRASIL, 2017a, p. 2-4).

A evolução dos conflitos bélicos trouxe aos teatros de operações novos atores. Nas três primeiras gerações de conflitos os protagonistas foram, predominantemente, Estados Nacionais. No entanto, no contexto da guerra de quarta geração, forças irregulares como organizações terroristas, guerrilhas e organizações criminosas ganharam relevância, sendo capazes de fazer frente às tropas regulares modernas (JÚNIOR, 2022).

Ademais, o Brasil, como nação soberana, deve possuir capacidade para se contrapor às ameaças internas e externas, de modo compatível com sua dimensão e aspirações político-estratégicas no cenário internacional, possibilitando a consecução de objetivos estratégicos; a preservação dos interesses nacionais; e o exercício do direito de defesa, assegurado pela Constituição Federal e pelo ordenamento jurídico internacional. (JÚNIOR, 2022, p. 26)

A imprevisibilidade, a evolução tecnológica e as ameaças difusas dos conflitos atuais exigem um constante aprimoramento do preparo e emprego das tropas, no intuito de capacitá-las a atuarem de forma eficaz e segura frente a esses desafios.

Somado a isso, a despeito dos Tratados e Convenções internacionais que almejam a restrição ou proibição do uso de minas terrestres e armadilhas, esses artefatos explosivos continuam a ser massivamente empregados pelas principais potências militares globais e por forças irregulares.

De acordo com o Ministério da Defesa, a longa história de contribuição que o Brasil possui em operações de manutenção da paz, somada ao êxito das tropas brasileiras nessas operações gera uma demanda pela participação em novas missões de paz por parte de organismos internacionais, como a Organização dos Estados Americanos (OEA) e a Organização das Nações Unidas (ONU) (BRASIL, 2020c).

Em virtude do exposto, verifica-se a premente necessidade de uma pesquisa minuciosa sobre o tema, visando atualizar e agregar capacidades para otimizar o emprego do pessoal e dos meios das SU do BE Cmb Mec orgânico das Brigadas Médias nas operações de abertura de brecha.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A NEUTRALIZAÇÃO DE ARTEFATOS EXPLOSIVOS

No contexto do apoio de Engenharia às funções de combate, a detecção e neutralização de artefatos explosivos se enquadram como tarefas realizadas tanto em benefício do Movimento e Manobra, atuando em prol da transposição de barreiras, obstáculos e campos minados; quanto no apoio à função de combate Proteção, por meio da remoção de artefatos explosivos, engenhos falhados e artefatos explosivos improvisados (BRASIL, 2018a, p. 2-9 a 2-10).

Dado o caráter assimétrico dos conflitos modernos, no qual as forças irregulares normalmente possuem menor poder de combate do que as forças de defesa e segurança pública (forças públicas), os artefatos explosivos apresentam alto potencial para produzir efeitos estratégicos e operacionais muito superiores ao seu impacto tático (PORTUGAL, 2011).

Os artefatos explosivos podem ser definidos como:

Artefatos compostos por invólucro, gatilho e/ou fonte de alimentação, carga principal e iniciador, projetados para detonar pela presença, proximidade ou contato de uma pessoa, ou para ser acionado remotamente. (BRASIL, 2021b, p. G-1).

Os artefatos subdividem-se em convencionais e improvisados. O Léxico do Serviço de Ação contra minas da ONU define os artefatos convencionais como aqueles fabricados exclusivamente para uso militar, comercial ou industrial que não tenham sido modificados ou adaptados (EUA, 2022a). Exemplos desses artefatos são as minas terrestres e as munições de alto calibre.

Já o artefato explosivo improvisado, de acordo com o Caderno de Instrução Neutralização de artefatos explosivos no Exército Brasileiro (EB70-CI-11.452), possui a seguinte definição:

É um artefato posicionado ou fabricado de maneira improvisada, contendo materiais explosivos, destrutivos, letais, nocivos, incendiários, pirotécnicos ou químicos, projetado para destruir, danificar, distrair ou contaminar. Pode ser composto por peças de artefatos militares, porém geralmente é constituído com equipamentos não militares. (BRASIL, 2021b, p. G-1).

Tal definição coincide com o Glossário de termos, definições e abreviaturas de ação contra minas (EUA, 2019, p. 20) das Normas Internacionais de Ação contra Minas (*International Mine Action Standards – IMAS*). As IMAS, por sua vez, serão abordadas em item específico nesta pesquisa.

Alguns fatores propiciam o uso dos AEI pelas forças irregulares, tais como: custo relativamente baixo dos componentes empregados nos AEI; fácil acesso às tecnologias e à informação; ataques de terroristas e insurgentes contra um inimigo mais forte, normalmente as Forças públicas; terrorismo e extremismo político, religioso ou ideológico (PORTUGAL, 2011, p. 1-3 e 3-3).

O Manual de Minas e Armadilhas (C 5-37) define o termo Armadilha como “uma carga explosiva, habilmente preparada, para ser acionada por uma pessoa desprevenida que toque num objeto aparentemente inofensivo ou execute uma ação presumidamente segura.” (BRASIL, 2000a, p 10-2).

Diante das definições apresentadas, nota-se que o termo “Artefato Explosivo Improvisado” engloba as “Armadilhas”, tendo em vista que a definição de AEI contida no EB70-CI-11.452 é mais abrangente. Para os efeitos deste trabalho científico, os termos são intercambiáveis.

A atividade de neutralização de artefatos explosivos (*Explosive Ordnance Disposal – EOD*) visa detectar, identificar, avaliar, neutralizar, destruir e/ou remover artefatos explosivos convencionais ou improvisados, de forma a torná-los inofensivos (BRASIL, 2021b, p. 1-1).

Acerca da neutralização de artefatos explosivos, o Manual de Minas e Armadilhas (C 5-37) aborda o que se segue:

Quando possível, as tropas especializadas ou as unidades destinadas ao trato com explosivos vasculharão e neutralizarão todas as armadilhas nas frentes amigas, ou prepararão passagens seguras (BRASIL, 2000a, p. 9-27).

2.1.1 Normas Internacionais de Ação contra Minas – IMAS

Segundo o Glossário de termos, definições e abreviaturas de ação contra minas, a Ação contra minas é o conjunto de “atividades que visam reduzir o impacto social, econômico e ambiental das minas e Restos Explosivos de Guerra, incluindo submunições não detonadas” (EUA, 2019, p. 25, tradução nossa).

A ação contra as minas compreende cinco grupos complementares de atividades: Educação para o Risco de Minas; Desminagem humanitária, ou seja, levantamento de minas e restos explosivos de guerra, mapeamento, marcação e limpeza; Assistência às vítimas, incluindo reabilitação e reintegração; Destruição dos estoques de minas; e Defesa contra o uso de Minas Antipessoal (EUA, 2019, p. 25, tradução nossa).

As IMAS são publicações técnicas produzidas pela Organização das Nações Unidas (ONU), particularmente pelo Serviço de Ação contra Minas das Nações Unidas (*United Nations Mine Action Service – UNMAS*), “o ponto focal dentro do sistema da ONU para todas as atividades relacionadas a minas” (EUA, 2019, p. 41, tradução nossa).

O UNMAS é o “escritório dentro do Secretariado da ONU responsável perante a comunidade internacional pelo desenvolvimento e manutenção das IMAS” (EUA, 2019, p. 41, tradução nossa).

Vale ressaltar que, apesar de as IMAS serem produzidas com foco humanitário para o combate às minas antipessoal e restos explosivos de guerra, elas são a referência internacional no que tange às diretrizes e normas para a neutralização de artefatos explosivos, sendo utilizadas como base para o desenvolvimento de doutrinas próprias de diversas Forças Armadas e Órgãos de Segurança Pública em operações de guerra e de não-guerra, como é o caso do Exército Brasileiro.

2.1.2 Princípios EOD

Em virtude do risco inerente à neutralização de artefatos explosivos, existem alguns princípios que devem ser observados e respeitados para o planejamento e a execução dessa atividade (BRASIL, 2020d, p. 134).

Para os fins a que se destina esta pesquisa, o termo “operadores EOD” entende-se como todo militar de uma fração de Engenharia (SU ou Pel) responsável por realizar atividades de neutralização de artefatos explosivos.

Os princípios EOD adotados pelo EB são, em ordem de prioridade, os seguintes: preservação da vida; preservação da propriedade; preservação da prova forense e das informações; e retorno à normalidade (BRASIL, 2021b, p. 2-2 e 2-3).

A preservação da vida visa “buscar o **mínimo de exposição** dos operadores EOD ou outros indivíduos na área de perigo” (BRASIL, 2021b, p. 2-2, grifo nosso).

O princípio da preservação da propriedade consiste em avaliar os riscos de uma eventual explosão para as construções e instalações próximas do artefato,

empregando meios para eliminar ou mitigar os possíveis danos colaterais (BRASIL, 2021b, p. 2-2).

A preservação da prova forense traduz-se pela coleta do máximo de informações com meios passivos, bem como pela preservação do local da detonação, caso ela ocorra. “Inclui ações de busca de estilhaços, destroços ou partes do artefato explosivo, assim como a obtenção de imagens do dispositivo antes das ações” (BRASIL, 2021b, p. 2-2 e 2-3). O Manual de medidas contra artefatos explosivos improvisados do Exército Português afirma que apesar de a destruição de um artefato explosivo improvisado ser um método rápido e eficaz, pode destruir material técnico e forense que seria útil na análise desse artefato (PORTUGAL, 2011, p. 2-7).

O princípio de retorno à normalidade consiste em:

Tentar sanar o incidente **o mais rápido possível** para não gerar pânico ou desestabilizar o local de incidente. A área de segurança estabelecida para evacuação parcial ou total deve ser desativada tão logo o incidente EOD seja sanado (BRASIL, 2021b, p. 2-2 e 2-3, grifo nosso).

Em suma, os princípios EOD norteiam essas operações, mas devem ser analisados dentro do contexto tático das operações da força que as executam.

2.1.3 Técnicas de neutralização de artefatos explosivos

As técnicas de neutralização de artefatos explosivos referem-se aos métodos empregados pelo operador especializado em EOD (operador EOD) para tornar esses artefatos inofensivos. Podem ser subdivididas em destruição *in situ*; desativação; inativação; e remoção (BRASIL, 2021b, p. G-3).

A Destruição *in situ* consiste na eliminação completa do artefato explosivo, de maneira que não reste nenhum componente ou peça. Normalmente, instala-se uma carga explosiva próxima ao artefato, para detonar sua carga principal por simpatia (BRASIL, 2021b, p. 2-3 e 4-5).

A Desativação é realizada por meio do desmonte ou separação dos componentes de um artefato, por procedimentos mecânicos ou baixa ordem (deflagração da carga explosiva do artefato com o emprego de cargas moldadas) (BRASIL, 2021b, p. 4-5).

A Inativação tem por objetivo impedir temporariamente o funcionamento da cadeia explosiva, de modo que caso o artefato seja acionado, não venha a detonar (BRASIL, 2021b, p. 2-3). Um exemplo de inativação é o corte dos fios que ligam o acionador do artefato a uma espoleta elétrica, num artefato acionado por processo elétrico. Os componentes do artefato explosivo permanecem ativos, porém, ao ser acionado, não detonará.

A Remoção consiste em movimentar e/ou transportar o artefato explosivo ou suas partes da posição em que foi encontrado. Pode ser realizada manualmente, mas é preferível que sejam empregados meios remotos como robôs ou cordas e roldanas (BRASIL, 2021b, p. 2-3 e 3-2). A remoção à distância visa evitar os danos oriundos de uma detonação inesperada do artefato.

Ressalta-se que, dentre as técnicas de neutralização de artefatos explosivos vigentes na doutrina brasileira, a destruição *in situ* é o método mais seguro para o operador. No entanto, cabe a análise do contexto por parte do comandante da fração de Engenharia, assessorado pelo operador EOD, para que seja definida a melhor linha de ação a ser seguida.

2.1.4 Níveis EOD

Os níveis EOD indicam as habilidades e competências para o desempenho de missões EOD, cujas capacidades subdividem-se em quatro níveis (BRASIL, 2021b, p. 2-5).

A série das IMAS 09.30 (EUA, 2022b) define e especifica as habilidades requeridas para cada nível, de acordo com a complexidade da ameaça e com os procedimentos adotados. Os quatro níveis estabelecidos pelas IMAS 09.30 “representam qualificações progressivas que denotam graus crescentes de competência, com base na combinação de treinamento formal e experiência no trabalho” (EUA, 2022c, p. 5, tradução nossa). Isso significa que o operador EOD de um determinado nível possui as habilidades requeridas para o nível inferior, além das capacidades do nível considerado. O Manual de Neutralização de artefatos explosivos no EB (BRASIL, 2021b, p. 2-5) adotou a mesma definição.

Nível EOD	Capacidades
Nível 1	Localizar, expor e destruir <i>in situ</i> (no local em que foram encontrados) individualmente, em um ambiente controlado, artefatos explosivos específicos para os quais foi treinado. Dessa forma, os operadores de Nível 1 só devem neutralizar um único artefato explosivo por vez, como por exemplo posicionando uma carga explosiva ao lado de minas terrestres que foram encontradas e expostas pelo operador.
Nível 2	Em adição às tarefas descritas para o EOD Nível 1, o operador é capaz de determinar quando é seguro mover e transportar itens específicos de artefatos explosivos, bem como neutralizar simultaneamente vários artefatos explosivos por meio de linhas-principais ou anéis de detonação. Habilita ainda a realizar assessoramentos e treinamentos para a transposição de tropas em campos de minas; limpeza de vias na presença do inimigo; e incidentes isolados que envolvam artefatos explosivos em ambiente urbano ou rural.
Nível 3	As habilidades desse nível envolvem maior complexidade, à medida que englobam a desativação dos artefatos por meio de procedimentos de interrupção do funcionamento ou separação dos componentes do explosivo, abrangendo também a eliminação definitiva de uma grande variedade de tipos de artefatos explosivos para os quais o indivíduo foi treinado.
Nível 3+	Capacidades específicas para lidar com ameaças que envolvem não só o risco de detonação de cargas explosivas, como também perigos secundários, tais como os artefatos subaquáticos ou químicos, que exigem que o operador esteja capacitado respectivamente como mergulhador; ou como especialista em defesa química, biológica, radiológica e nuclear (DQBRN).

QUADRO 3 – Níveis EOD

Fonte: adaptado de EUA (2022b) e Brasil (2021b)

2.1.5 Formas de apoio EOD

As formas de apoio EOD que as frações de Engenharia prestam em proveito da função de combate Movimento e Manobra referem-se aos meios empregados por

essas frações e variam em função da tropa apoiada e da situação tática de uma determinada Zona de Ação (BRASIL, 2021b, p. 2-6).

O apoio pesado (Ap Pdo) “é a **forma preferencial e mais segura** [...] devido à proteção que o veículo e os diversos meios de neutralização e equipamentos de segurança fornecem aos operadores” (BRASIL, 2021b, p. 2-6, grifo nosso).

Exemplos de meios empregados no Ap Pdo são viaturas especiais modificadas para proteção, investigação e neutralização de artefatos explosivos; robôs EOD pesados ou leves e seus acessórios; aeronaves remotamente pilotadas (ARP); meios mecânicos com implementos EOD; entre outros (BRASIL, 2021b, p. 2-6).

O apoio leve (Ap L) é normalmente utilizado em missões desembarcadas como patrulhamentos, nas quais se exige prioritariamente o adestramento em técnicas de combate em detrimento de conhecimentos específicos na atividade EOD (BRASIL, 2021b, p. 2-7).

O nível de risco em atividades EOD é maior em um Ap L do que em um Ap Pdo, tendo em vista as limitadas capacidade de transporte e utilização de meios remotos e especializados, bem como equipamentos de segurança, como os trajes antibomba (BRASIL, 2021b, p. 2-7).

2.2 A NECESSIDADE DE EVOLUÇÃO DA DOCTRINA EOD NO EB

O Manual C 5-37 aborda as características, o emprego e os procedimentos para neutralização de artefatos explosivos. No entanto, o Manual foi aprovado em 2000 e, apesar de os tópicos apresentados serem válidos, nota-se uma necessidade de atualização de alguns meios e métodos de detecção e neutralização dos artefatos explosivos, com o fim de aprimorar a capacidade da tropa de fazer frente às ameaças cada vez mais complexas dos conflitos modernos.

Além disso, segundo Júnior (2022), em artigo publicado na Revista do Exército Brasileiro, o Brasil se tornou um dos centros de atenção mundial por sediar eventos de relevância internacional ocorridos na década de 2010 no território nacional, denominados Grandes eventos, os quais fizeram com que o país se tornasse um cenário propício para ataques com ameaças explosivas. O termo Grandes eventos engloba os Jogos Panamericanos, a Jornada Mundial da Juventude, a Copa das Confederações FIFA, a Copa do Mundo FIFA, os Jogos Olímpicos e Paralímpicos e a Copa América de Futebol (JÚNIOR, 2022, p. 26 e 27).

Essa participação do EB na neutralização de artefatos explosivos nos Grandes eventos, no contexto de operações de cooperação e coordenação com agências, despertou a necessidade de desenvolver a doutrina EOD e capacitar recursos humanos para atuar nessas missões, conforme mencionado a seguir:

As demandas surgidas em função dos Grandes eventos, que culminaram com a realização dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos (JOP) 2016, possibilitaram o início do desenvolvimento da doutrina e a capacitação de recursos humanos da Força, assim como a aquisição de modernos equipamentos remotamente controlados, multiplicando a capacidade do EB no enfrentamento desse tipo de ameaça. (JÚNIOR, 2022, p. 27).

Devido às lacunas observadas na legislação existente referente ao tema deste estudo, foi aprovada no ano de 2021 a Edição experimental do Manual de Neutralização de Artefatos Explosivos no Exército Brasileiro (EB70-CI-11.452), cuja finalidade é estabelecer “ações e procedimentos para orientar e divulgar os conceitos e fundamentos da doutrina EOD no Exército Brasileiro” (BRASIL, 2021b, p. 1-1). Essa publicação doutrinária apresenta definições e conceitos relevantes para a atividade, norteando as técnicas, táticas e procedimentos a serem desenvolvidos pelas frações que atuam em missões EOD (TTP EOD).

No entanto, nota-se que a doutrina, a organização e os meios disponíveis atualmente no EB não atendem plenamente as capacidades exigidas das frações responsáveis por neutralizar artefatos explosivos.

Dessa forma, pretende-se adequar a organização das frações e os meios empregados pelo EB à realidade das Op Ab Bre nos conflitos modernos, de forma a apoiar a função de combate Movimento e Manobra no escalão Bda.

2.3 AS OPERAÇÕES DE ABERTURA DE BRECHA

A operação de abertura de brecha (Op Ab Bre) “consiste na preparação e execução de uma passagem ou caminho que se abre através dos obstáculos inimigos para permitir a progressão de pessoal ou tropas.” (BRASIL, 2017a, p. 4-12).

Esse tipo de operação se enquadra como “complementar”, categoria na qual estão inseridas as operações destinadas “[...] a ampliar, aperfeiçoar e/ou complementar as operações básicas, a fim de maximizar a aplicação dos elementos do poder de combate terrestre.” (BRASIL, 2018a, p. 6-1).

Na doutrina brasileira, há dois tipos de passagem que podem ser preparadas para a transposição das tropas numa operação de abertura de brechas, a saber: trilhas

e brechas. A **trilha** consiste num caminho livre para passagem de tropas a pé, possuindo uma **largura aproximada de um metro e meio** (BRASIL, 2020a, p. 1-4, grifo nosso). Já a brecha pode ser definida como “[...] um caminho livre, através de obstáculos, para passagem de tropa de qualquer natureza, sendo a **brecha simples de sete metros** e a **brecha dupla de 14 metros**. Essa última permite o trânsito nos dois sentidos.”(BRASIL, 2020a, p. 1-4, grifo nosso).

A abertura de trilhas e brechas é uma das importantes tarefas realizadas pela Engenharia em apoio à função de combate Movimento e Manobra. No entanto, essa tarefa não é atribuição exclusiva da Engenharia, mas sim de toda a tropa, cabendo às frações de Engenharia os trabalhos que exijam técnica ou equipamento especializado (BRASIL, 2018a, p. 5-6).

No ataque, à frente da posição defensiva do inimigo, as forças amigas se defrontam com maior densidade de obstáculos, cuja remoção supera as capacidades das unidades apoiadas. Tal situação aumenta a necessidade do apoio de Engenharia na abertura de passagem através dos obstáculos artificiais, sobretudo os campos de minas, para permitir a progressão das tropas a pé e alargar essas passagens para atender ao tráfego das viaturas. (BRASIL, 2018a, p. 5-6).

Normalmente, emprega-se um Grupo de Engenharia para abrir trilhas; e um Pelotão de Engenharia de Combate (Pel E Cmb) para abrir brechas simples ou duplas. No entanto, a adoção de meios modernos como os explosivos e os mecanizados pode reduzir esses efetivos. (BRASIL, 2018a, p. 5-7).

O termo Op Ab Bre refere-se genericamente às operações nas quais são abertas trilhas, brechas simples ou duplas para a passagem de tropas através de um obstáculo (BRASIL, 2003, p. 4-123).

2.3.1 Ações a realizar numa Op Ab Bre

Ao encontrar um obstáculo, a tropa pode optar por desbordá-lo ou executar uma Op Ab Bre (BRASIL, 2003, p. 4-122 e 4-123).

Desbordar um obstáculo consiste em mudar fisicamente a direção do movimento, de modo a evitá-lo. No entanto, considera-se que raramente se conseguirá desbordar todos os obstáculos que se apresentam (BRASIL, 2003, p. 4-122 e 4-123).

Além disso, “ao decidir desbordar um obstáculo, o comandante deve considerar a hipótese de estar agindo exatamente conforme a intenção do inimigo”, a exemplo de uma área de engajamento inimiga, na qual se estabelece uma zona de obstáculos com a finalidade de canalizar as tropas para o seu interior (BRASIL, 2003, p. 4-123 e 4-124).

A organização da tropa para a Op Ab Bre deve contemplar os seguintes elementos: Força de apoio (F Ap); Força de Abertura de Passagem (F Ab Psg); e Força de Assalto (F Ass) (BRASIL, 2020a, p. 2-4).

O quadro abaixo descreve as funções e as características de cada elemento na Op Ab Bre:

Elemento	Descrição
F Ap	Sua principal atribuição consiste em eliminar a capacidade do inimigo de interferir na operação , particularmente sobre o local selecionado para a abertura de passagem
F Ab Psg	Esta força deverá abrir brechas e trilhas no sistema de obstáculos do inimigo e neutralizar as suas defesas mais próximas na orla posterior do obstáculo, para permitir a passagem da tropa de assalto através do obstáculo. Poderá ser empregada para alargar a brecha inicial, durante ou após o ataque, a fim de permitir o prosseguimento da operação. Esta força será, normalmente, organizada com base em elementos de combate com apoio de engenharia . As tarefas da F Ab Psg serão executadas sob a proteção da F Ap
F Ass	Sua missão é atacar através da passagem e destruir o oponente que protege o obstáculo e impede a progressão da tropa

QUADRO 4 – Descrição dos elementos participantes em uma Op Ab Bre

Fonte: adaptado de Brasil (2020a)

As ações básicas que poderão ser realizadas numa Op Ab Bre no escalão Brigada, normalmente conhecidas pelo acrônimo “NOSRA” são as seguintes: neutralização, obscurecimento, segurança, redução e assalto (BRASIL, 2021a, p. 4-115).

A Neutralização consiste em engajar o inimigo “por fogos diretos e indiretos, evitando que seus sistemas de armas atuem eficazmente contra as forças encarregadas de realizar a abertura de brecha” (BRASIL, 2021a, p. 4-115). Busca-se também proporcionar as melhores condições de proteção para que, no prosseguimento, os elementos da F Ass possam progredir, através da passagem, em direção aos seus objetivos (BRASIL, 2020a, p. 2-4).

O Obscurecimento, por sua vez, tem por finalidade:

Reduzir a capacidade do inimigo em adquirir alvos no local de abertura de brecha e aumentar a segurança da força de abertura de brechas, além de cobrir o movimento e o desdobramento da força de assalto em direção aos seus objetivos. Pode ser realizado por meio do emprego de agentes químicos (fumígenos) (BRASIL, 2021a, p. 4-115).

As medidas de obscurecimento “aumentam a segurança das forças empregadas na redução dos obstáculos, ante os fogos inimigos, e asseguram as melhores condições para o investimento da F Ass sobre os objetivos a serem conquistados” (BRASIL, 2020a, p. 4-5).

A Segurança do local selecionado para a abertura de brecha deve ser provida pelos elementos de combate, “de modo a evitar interferência inimiga nos trabalhos de redução, apoiar o movimento da força de assalto e garantir a posse das passagens abertas” (BRASIL, 2020a, p. 2-4 e 2-5).

A Redução consiste em abrir passagens através de um obstáculo, de modo a permitir que as forças atacantes prossigam no ataque (BRASIL, 2021a, p. 4-115). O número e a largura das passagens variam conforme a situação e o tipo de operação de abertura, devendo permitir que a F Ass possa transpor o obstáculo e desdobrar-se adequadamente para cumprir a sua missão (BRASIL, 2020a, p. 2-5).

A ação básica de redução será realizada, essencialmente, por **elementos de engenharia que compõem a F Ab Psg**, devidamente protegidos por elementos de manobra da referida força (BRASIL, 2020a, p. 4-8, grifo nosso).

A condução de meios remotos especializados para a abertura de brechas em apoio à mobilidade do escalão considerado constitui-se numa medida eficaz para otimização dos trabalhos de redução dos obstáculos (BRASIL, 2020a, p. 4-8).

O Assalto é a ação decisiva numa Op Ab Bre, compreendendo o movimento da F Ass através da passagem criada (BRASIL, 2021a, p. 4-115). Consiste na ação

decisiva de uma Op Ab Bre, “quer em direção aos objetivos finais estabelecidos, quer para destruir o inimigo que possa interferir sobre o obstáculo aberto” (BRASIL, 2020a, p. 2-5).

2.3.2 Obstáculos na Op Ab Bre

Para os fins a que se destina esta pesquisa, foram consideradas as operações de abertura de brechas somente em obstáculos artificiais que contêm, ou suspeita-se que contenham, artefatos explosivos em sua composição ou que possam estar armadilhados.

O Manual de Efeitos dos obstáculos (EB70-MT-10.403) apresenta a seguinte definição sobre obstáculo artificial:

É aquele construído com a finalidade de contribuir para a contramobilidade, tais como: pontes destruídas; crateras em estradas; abatisses; áreas artificialmente inundadas; **campos minados**; áreas contaminadas; **obstáculos de arame farpado**; fosso AC; e estruturas de **tronco de árvores e concreto**. (BRASIL, 2019b, p. 1-2, grifo nosso).

Um obstáculo armadilhado é aquele ao qual está conectado um ou mais artefatos explosivos, os quais possuem um acionador secundário que provocará a detonação na tentativa de remoção ou aproximação do obstáculo (BRASIL, 2000a, p. 10-5 e 10-6). Os acionadores podem ser de tração, liberação, pressão, descompressão, entre outros. Os obstáculos são locais ideais para instalação de armadilhas com cargas explosivas, pois dificultarão a detecção e a destruição por parte do inimigo (BRASIL, 2000a, p. 9-4).

Ao atuar contra uma Força inimiga, quer seja convencional ou irregular, os obstáculos com explosivos mais prováveis de serem encontrados são os campos de minas ou áreas minadas; pontos minados e; armadilhas ou artefatos explosivos improvisados (EUA, 2016a, p. 3-1). Obstáculos artificiais como campos de estacas e obstáculos de arame também podem ser armadilhados.

Uma das principais condicionantes para as operações de abertura de brecha realizadas pela engenharia em apoio é a necessidade de equipamento peculiar e de pessoal especializado (BRASIL, 2017a, p. 4-12).

2.3.3 Quantidade de passagens a serem abertas

Normalmente, no ataque à frente da posição defensiva do inimigo, as forças amigas se defrontam com uma maior densidade de obstáculos, cuja remoção supera as capacidades das unidades apoiadas (BRASIL, 2018a, p. 5-6).

Tal situação aumenta a necessidade do apoio de Engenharia na abertura de passagem através dos obstáculos artificiais, sobretudo os campos de minas, para permitir a progressão das tropas a pé e alargar essas passagens para atender ao tráfego das viaturas (BRASIL, 2018a, p. 5-6).

As condições e a técnica para o estabelecimento das passagens dependem, principalmente, da natureza do obstáculo, da situação tática e do tipo de tropa a transpor (BRASIL, 2018a, p. 5-6).

Quando a transposição é realizada por tropa que emprega, inicialmente, elementos embarcados (motorizados, mecanizados ou blindados), pode-se tomar como base de planejamento os seguintes dados (BRASIL, 2018a, p. 5-6):

Valor da fração	Passagens a serem abertas
Brigada	Uma brecha de quatorze metros para assegurar a dupla circulação dos veículos
Unidade (U): Batalhão (Btl), Regimento (Rgt) ou Força-tarefa valor U em primeiro escalão	Uma brecha de sete metros por companhia, esquadrão ou força-tarefa valor SU em primeiro escalão

QUADRO 5 – Quantidade de passagens a serem abertas

Fonte: adaptado de Brasil (2018a, p. 5-6)

Reforça-se que os dados apresentados anteriormente servem como base para planejamento, conseqüentemente, a quantidade de passagens deve ser analisada pelos Comandantes táticos, tendo em vista que a abertura de um maior número de passagens nas barreiras inimigas possibilita “dar maior fluidez e garantir variadas vias de acesso à manutenção da impulsão do ataque” (BRASIL, 2020a, p. 5-7). Em contrapartida, quanto mais passagens são abertas, maior a necessidade de meios especializados a serem empregados, e mais complexas a sincronização e a coordenação.

2.4 O APOIO DE ENGENHARIA NAS OPERAÇÕES DE ABERTURA DE BRECHAS NO ESCALÃO BRIGADA

O planejamento para o apoio de Engenharia (Ap Eng) é realizado com base nos fatores da decisão; no apoio prestado pelo escalão superior; no tipo de tropa apoiada e no tipo de operação a ser realizada. A dosagem ou fração básica para o Apoio de Engenharia é de um Pelotão de Engenharia de Combate por unidade de valor batalhão ou regimento, podendo ser modificada em função do exame de situação de Engenharia. Uma subunidade de arma-base quando empregada isoladamente, por exemplo, pode receber o apoio de um Pel E Cmb (BRASIL, 2018a, p. 2-17).

“O Grupo de Engenharia (GE) constitui o elemento básico de trabalho e 3 (três) GE formam um Pelotão de Engenharia” (BRASIL, 2018a, p. 2-13).

O Pel E Cmb é a fração básica de emprego da Engenharia, admitindo-se também o emprego de módulos especializados, os quais são formados por grupos, turmas ou equipes (BRASIL, 2018a, p. 2-13).

A Engenharia orgânica da Bda é o escalão mais avançado de apoio à mobilidade na zona de combate. Sendo assim, deve estar preparada e equipada para participar de uma Op Ab Bre juntamente com as Unidades e FT Unidades em primeiro escalão, sobretudo quando o inimigo ocupa um dispositivo defensivo apoiado em um sistema de barreiras (BRASIL, 2020a, p. 5-16).

No EB, as Brigadas Médias subdividem-se em Brigadas de Infantaria Mecanizada (Bda Inf Mec) e de Cavalaria Mecanizada (Bda C Mec) (BRASIL, 2019e, p. 4-6).

A Bda planeja a Op Ab Bre:

De maneira que forneça aos seus elementos subordinados o poder de combate capaz de romper o dispositivo defensivo inimigo, **reforçando ou suplementando em meios**, a fim de capacitá-los a executar a abertura de passagem nos obstáculos (BRASIL, 2020a, p. 5-4, grifo nosso).

Existe um conflito na doutrina do EB quanto ao apoio de Engenharia (Ap Eng) nas Brigadas Médias. Conforme o Manual O apoio de Engenharia no escalão Brigada (C 5-10), a organização militar orgânica de Engenharia de uma Brigada Mecanizada

(Bda Mec) é a Companhia de Engenharia de Combate Mecanizada (Cia E Cmb Mec) (BRASIL, 2000b, p. 4-2). De fato, atualmente as organizações militares de Eng orgânicas das Bda Mec são nível Subunidade.

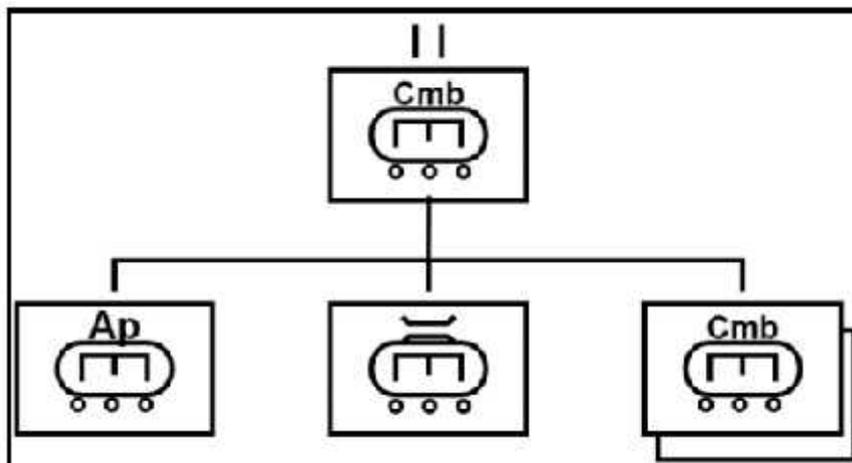
No entanto, os recentes Manuais da Brigada de Infantaria Mecanizada – EB70-MC-10.367 (BRASIL, 2021a, p. 2-6) e da Brigada de Cavalaria Mecanizada – EB70-MC-10.309 (BRASIL, 2019a, p. 2-14) trazem em seu organograma o “Batalhão de Engenharia de Combate Mecanizado (BE Cmb Mec)” como a Engenharia orgânica dessas Grandes Unidades. No entanto, não há um detalhamento do quadro de organização desses BE Cmb Mec, limitando-se a citar as supostas estruturas existentes apenas no nível SU.

O Manual A Engenharia nas Operações – EB70-MC-10.237, afirma que os BE Cmb podem ser Blindados ou Mecanizados (BRASIL, 2018a, p. 2-13).

Recentemente foi aprovado pela Portaria – COTER/C Ex Nº 302, de 30 de junho de 2023, o Manual de Campanha Batalhão de Engenharia de Combate Blindado e Mecanizado, o qual orienta o emprego dos “Batalhões de engenharia de combate (BE Cmb), **orgânicos** das brigadas blindadas (Bda Bld) e brigadas de infantaria mecanizada (Bda Inf Mec), em situações de guerra e não guerra.” (BRASIL, 2023a, p. 1-1, grifo nosso).

Devido a esse conflito doutrinário no que tange à organização e aos meios da Engenharia orgânica das Bda Médias, esta pesquisa levará em consideração o que está descrito no Manual EB70-MC-10.347, doutrina em vigor mais atualizada.

Conforme estrutura organizacional detalhada abaixo, o BE Cmb Mec orgânico das Bda médias é composto por uma Companhia de Comando e Apoio (Cia C Ap); uma Companhia de Engenharia de Pontes (Cia E Pnt); e duas Companhias de Engenharia de Combate Mecanizadas (Cia E Cmb Mec) a quatro Pelotões de Engenharia de Combate Mecanizados (Pel E Cmb Mec) cada (BRASIL, 2023a, p. 3-3 a 3-5).



ORGANOGRAMA 1 – Organograma do BE Cmb Mec

Fonte: Brasil (2023a, p. 3-3)

A Cia E Cmb Mec realiza tarefas de engenharia em proveito das Brigadas mecanizadas “sob determinada situação de comando ou forma de apoio, multiplicando o poder de combate das forças amigas, com tarefas de Ap MCP e Ap Ge Eng.” (BRASIL, 2023a, p. 3-5). Essa SU emprega seus Pel E Cmb Mec como frações básicas de emprego junto às outras armas. “As atribuições, capacidades e limitações das frações da Cia E Cmb Mec são as mesmas citadas para as frações do BE Cmb Bld.” (BRASIL, 2023a, p. 3-6).

O Pel E Cmb Bld, sendo elemento de execução da Cia E Cmb Bld, cumpre as mais variadas missões em conformidade com as possibilidades dessa SU. Para cumpri-las, com frequência, deve ser apoiado com equipamentos orgânicos de outras frações do Btl. O Pel E Cmb Bld é composto pelo Gp Cmdo e por três grupos de engenharia (GE). (BRASIL, 2023a, p. 2-15).

O Quadro de Dotação de Material (QDM) dos Pel E Cmb Bld/Mec prevê os seguintes meios diretamente relacionados à redução de obstáculos nas Op Ab Bre: nove Conjuntos de Demarcação de Campo de Minas; três Dispositivos para Abertura de Brechas em Campos Minados; e nove Dispositivos para Abertura de Trilhas em Campos Minados (BRASIL, 2012).

A Cia C Ap “tem a missão de prover os meios para o Comando e controle e a logística do BE Cmb Mec e, ainda, equipamentos de engenharia para as suas Cia E Cmb Mec.” (BRASIL, 2023a, p. 3-3). Dentre as atribuições dessa subunidade (SU), estão reforçar as Cia E Cmb Mec do Btl com seus equipamentos e viaturas; além de

empregar suas viaturas blindadas de combate de engenharia (VBC Eng) (BRASIL, 2023a, p. 3-3).

O Pelotão de Engenharia de Apoio (Pel E Ap) é a fração da Cia C Ap que complementa “com meios, pessoal e material especializados, as companhias orgânicas do Btl. Os meios de que dispõe são empregados para as ações de mobilidade e contramobilidade e proteção.” (BRASIL, 2023a, p. 2-8).

O Pel E Ap é composto por um Gp Cmdo, um grupo de viatura blindada de combate de Engenharia (Gp VBC Eng), um grupo de apoio à mobilidade (Gp Ap Mbl), um grupo de apoio à contramobilidade (Gp Ap C Mbl) e um grupo de proteção (Gp Ap Ptc). (BRASIL, 2023a, p. 2-8)

O Grupo de Viaturas Blindadas de Combate de Engenharia (Gp VBC Eng) do Pel E Ap realiza, dentre outras tarefas, a abertura de passagens em campo minado, sendo “constituído de viaturas blindadas dotadas de implementos que possibilitam a execução de tarefas sumárias em proveito da mobilidade” (BRASIL, 2023a, p. 2-9).

O Grupo de Apoio à Mobilidade (Gp Ap Mbl) reforça em meios e pessoal, as Cia E Cmb “nas tarefas relacionadas à atividade de mobilidade, na redução de obstáculos lançados pelo inimigo, tais como: **abertura de passagens em obstáculos artificiais** construídos com minas, fosso anticarro, desobstrução de via, entre outros.” (BRASIL, 2023a, p. 2-9, grifo nosso).

2.5 O EMPREGO DE MEIOS REMOTOS

Os meios remotos abordados nesta pesquisa, já definidos anteriormente, permitem o reconhecimento, a detecção, a manipulação ou a neutralização de artefatos à distância e/ou com o uso de equipamentos de proteção, de forma a preservar o operador dos efeitos de uma detonação (BRASIL, 2020d, p. 136).

Já os métodos manuais para abertura de brechas em obstáculos envolvem soldados usando explosivos ou equipamentos de detecção e sondagem para criar uma passagem através desse obstáculo, ou para eliminá-lo. (BRASIL, 2020a, p. C-9).

Apesar de os procedimentos manuais serem eficazes na maioria das situações e das condições, eles expõem o soldado e podem ser intensivos em termos de mão de obra e tempo. (BRASIL, 2020a, p. C-9).

Além da exposição à observação e aos fogos inimigos, ao se aproximarem de obstáculos armadilhados, os militares estão sujeitos aos riscos iminentes dos artefatos explosivos ali presentes, os quais podem ser acionados pela vítima ou pelo inimigo.

O emprego de alternativas remotas para a **instalação de pequenas cargas explosivas e ou canhões disruptores** capazes de neutralizar uma ameaça deve ser priorizada sempre que esta redução se tornar imprescindível para a manobra a ser realizada. A favor desta opção, pesa o fato de que o emprego desses meios remotamente controlados **garante o estabelecimento de uma distância de segurança** — geralmente razoável — entre a tropa e o artefato explosivo identificado (DEL GALLO, 2017, p. 583, grifo nosso).

Portanto, sempre que possível, buscar-se-á empregar meios e métodos remotos para a abertura de brechas. Normalmente, empregam-se procedimentos manuais apenas quando os meios remotos não estão disponíveis ou são ineficazes, em virtude do tipo de obstáculo ou das limitações do terreno (BRASIL, 2020a, p. C-9).

No contexto de Op Ab Bre no escalão Bda, “os meios blindados e mecanizados são priorizados para o assalto” (BRASIL, 2020a, p. 5-4).

Algumas medidas favorecem a realização da operação, como a redução da Z Aç, o apoio de fogo, o **apoio de meios de engenharia**, o apoio de inteligência e o aumento do poder de combate da tropa executora (BRASIL, 2020a, p. 5-4, grifo nosso).

O foco deste estudo consiste em analisar os diversos meios que possam ser operados remotamente com a finalidade de neutralizar os artefatos explosivos e/ou reduzir obstáculos nas operações de abertura de brecha de forma confiável, eficiente e segura.

A escolha dos meios remotos a serem empregados depende da análise dos fatores da decisão, quais sejam: missão; inimigo; terreno e condições meteorológicas; meios; tempo; e considerações civis (BRASIL, 2017a, p. 2-20).

Dentre as categorias de meios remotos a serem analisados nesta pesquisa, optou-se por subdividi-los em três, quais sejam: meios explosivos, meios mecânicos e meios complementares. Tais categorias são interdependentes e complementares.

2.5.1 Meios explosivos

Os meios explosivos normalmente envolvem cargas explosivas lineares, lançadas a partir de armamentos portáteis ou viaturas (BRASIL, 2020a, p. C-1 a C-3). O efeito desejado é a abertura de passagens por meio da detonação do obstáculo em si e/ou das cargas explosivas a ele conectadas. Atualmente, as Cia E Cmb Mec e as demais organizações militares do EB não dispõem desses meios, apesar de estarem previstos no Quadro de Dotação de Material (QDM) daquelas subunidades.

Enquadram-se nessa categoria os Dispositivos para Abertura de Trilhas e de Brechas.

2.5.1.1 Dispositivo para Abertura de Brechas modelo MICLIC

O dispositivo para abertura de brechas modelo M58 (*Mine Clearing Line Charge* – MICLIC) consiste num reboque que contém “uma carga explosiva de propulsão por foguete” (BRASIL, 2020a, p. C-1).



Figura 1 – Equipamento de abertura de brechas modelo M58 MICLIC

Fonte: Endereço eletrônico <www.mil.in.ua>¹

O MICLIC pode ser “usado para reduzir campos de minas que contêm minas ativadas por impulso único e ativadas mecanicamente” (BRASIL, 2020a, p. C-1).

De acordo com Global Security (2011a), o sistema consiste numa carga explosiva linear de aproximadamente 106 (cento e seis) metros de comprimento e

¹ Disponível em <<https://mil.in.ua/en/news/ukraine-received-m58-miclic-line-charges/>>. Acesso em 05 mar. 2023.

contém em torno de 7,5 quilogramas por metro linear de explosivo de composição C-4 (GLOBAL SECURITY, 2011a).

O C-4 disposto na carga linear é puxado através de um campo minado por um foguete de cinco polegadas, ao qual está ligado, então é detonado. O aumento da pressão produzido provoca a detonação por simpatia da maioria das minas de pressão simples nas proximidades da explosão. Os MICLIC também são eficazes em um grau limitado contra minas projetadas para resistir às técnicas explosivas de limpeza de minas, pois se essas minas estiverem logo abaixo da carga linear, elas serão destruídas pela explosão. Se estiverem mais afastadas, no entanto, o MICLIC geralmente não as ativará (HOULAHAN, 2021, p. 27, tradução nossa).

As unidades de engenharia empregam o MICLIC em resposta às necessidades de **abertura de brechas em campos minados** identificados pelas forças de manobra. Os reboques do MICLIC são então transportados para a área selecionada, onde um elemento de Engenharia prepara a linha de tiro. Uma vez detonado, ele **abre uma faixa de 8 por 100 metros** (GLOBAL SECURITY, 2011a, tradução nossa, grifo nosso).

No Exército dos EUA, o MICLIC é normalmente empregado pelo equivalente a **um Grupo de Engenharia** (GLOBAL SECURITY, 2011a, grifo nosso).

O MICLIC guarda uma distância de **62 metros entre o lançador e o ponto de detonação**. A eficácia do MICLIC é limitada contra minas magneticamente ativadas, minas de ataque superior, minas de ataque lateral e minas contendo espoletas de múltiplos impulsos ou retardos. Esse equipamento também tem pouco efeito sobre outros obstáculos, como as barreiras de madeira e concreto, os fossos AC e as paredes (BRASIL, 2020a, p. C-1, grifo nosso).

Desde que sejam conhecidos os limites exatos de um campo minado, o MICLIC será lançado “a partir de uma distância mínima de 62 metros da borda de ataque do campo minado”, para um campo minado de até cem metros de profundidade (BRASIL, 2020a, p. C-1); ou “dois ou mais MICLIC para mais de cem metros de profundidade, ou profundidade incerta” (BRASIL, 2020a, p. C-2).

2.5.1.2 Veículo blindado de desminagem UR-77

Trata-se de um veículo de desminagem russo projetado para a abertura de brechas através de campos minados para tropas e veículos, baseado no chassi do obus autopropulsado 2S1. O UR-77 está equipado com um sistema de carga linear explosiva propelida por um foguete denominado MDK-3, atuando de forma similar ao MICLIC. A detonação da carga cria uma onda de choque e aumento de pressão que

neutralizam ou detonam minas e outros artefatos explosivos nas proximidades. (ARMY RECOGNITION, 2019).

O UR-77 tem origem soviética e está em serviço desde o final dos anos 1970. Participou de vários conflitos, incluindo a Guerra Soviética-Afegã, a Primeira e a Segunda Guerra Chechena e a Guerra Civil Síria. Consiste numa ferramenta eficaz e confiável para tarefas de remoção de minas. O veículo sofreu algumas modificações e melhorias ao longo de sua vida útil, com versões mais recentes sendo mais capazes e eficientes para a abertura de brechas. Ainda hoje é usado pelos militares russos, além de ter sido exportado para outros países (ARMY RECOGNITION, 2019).



Figura 2 – Veículo blindado de desminagem UR-77

Fonte: Endereço eletrônico <www.weaponssystem.net>²

2.5.1.3 Dispositivo para Abertura de Trilhas modelo MK-7 APOBS

Consiste num dispositivo portátil e leve, a ser transportado e empregado por dois militares “capaz de criar rapidamente uma trilha através de minas antipessoais e emaranhados de fios” (BRASIL, 2020a, p. C-2).

O *Antipersonnel Obstacle Breaching System* (APOBS) é direcionado à redução de obstáculos antipessoais, possuindo uma carga explosiva linear que é impulsionada por foguete a partir de uma distância de 25 metros da borda do obstáculo. Pode ser transportado em mochilas, sendo capaz de romper um caminho de cerca de 0,6 por 45 metros (BRASIL, 2020a, p. C-2).

² Disponível em <<https://weaponssystem.net/system/693-UR-77+Meteorit>>. Acesso em 16 jul. 2023.

Segundo a Global Security (2011b), trata-se de um dispositivo a ser transportado por dois soldados, de peso aproximado de 56 quilogramas, amplamente empregado pelos soldados do Exército dos EUA na invasão ao Iraque em 2003.

O APOBS possui similaridades com o *Rapid Antipersonnel Minefield Breaching System* – RAMBS, dispositivo já empregado anteriormente pelo Exército Brasileiro para esta função.



Figura 3 – Dispositivo de abertura de trilhas modelo MK-7 APOBS
Fonte: BRASIL (2020a)

2.5.2 Meios mecânicos

Os meios mecânicos consistem em equipamentos pesados dotados de implementos como rolos, lâminas, arados, correntes, garras ou braços de manipulação. Normalmente esses meios possuem resistência à detonação de cargas explosivas e são operados remotamente por meio do uso de câmeras de vídeo com transmissão em tempo real (BRASIL, 2020a, p. C-3 a C-6).

Tais meios são muito eficientes para a abertura de brechas em campos de minas ou áreas com artefatos explosivos acionados pela vítima (KOSCIURESKI, 2022, p. 26). Eles atuam por meio da detonação dos artefatos ali presentes e/ou redução do obstáculo propriamente dito, de modo que a tropa não os acione quando estiver transpondo o obstáculo através da brecha aberta.

Para os efeitos desta pesquisa, os termos “sistemas robóticos” e “veículos terrestres não tripulados” são intercambiáveis.

2.5.2.1 Sistema robótico DOK-ING MV-4 *Scorpion*

Trata-se de um sistema robótico multimissão fabricado pela empresa croata DOK-ING e projetado para a abertura de brechas em campos minados ou outros obstáculos com o emprego de artefatos explosivos (DOK-ING, 2023).

De acordo com a fabricante, o MV-4 consiste num sistema robótico para neutralização de artefatos explosivos e remoção de minas de categoria leve. Seu perfil baixo e estrutura robusta o tornam resistente a detonações de minas antipessoal; bem como de restos explosivos de guerra e de minas anticarro cujas cargas explosivas provoquem explosões de intensidade semelhante (DOK-ING, 2023).



Figura 4 – Sistema robótico DOK-ING MV-4

Fonte: Endereço eletrônico <www.doking.hr>³

Segundo a DOK-ING, o MV-4 pode ser transportado por diferentes meios, tais como aeronaves e embarcações. Possui dimensões reduzidas e um peso aproximado de **cinco toneladas**, podendo ser operado por controle remoto a uma distância de até **1500 metros**. Suporta uma explosão equivalente a **6,5 quilogramas de TNT** e é capaz de vencer uma **inclinação longitudinal de 35 graus e transversal de 30 graus** (DOK-ING, 2023, grifo nosso).

³ Disponível em <<https://dok-ing.hr/defence-security/mv-4/>>. Acesso em 07 mar. 2023.

O quadro abaixo especifica os dados técnicos de alguns dos implementos acopláveis ao sistema, bem como suas respectivas finalidades:

Implemento	Finalidade	Observações
Lâminas frontais	Movimentação de terra e obstáculos e abertura de brechas	Consegue empurrar até quatro toneladas.
Braço manipulador robótico	Movimentação de objetos perigosos, investigação, escavação e corte	Capacidade de elevar cargas de até 400 quilogramas. Comprimento de até 5,4 metros.
Garra rotativa	Remoção de obstáculos e movimentação de terra	Capacidade de elevar cargas de até 1500 quilogramas e de empurrar até 5,5 toneladas.
Lâminas e correntes	Limpeza de áreas minadas e acionamento de artefatos explosivos	Proveem uma faixa limpa de artefatos explosivos de 1800 milímetros de largura. Profundidade de limpeza de 300 a 350 milímetros.
Rolo segmentado	Comprovação de área ou caminho	12 rolos adaptáveis ao terreno, totalizando uma faixa limpa de artefatos de 2070 milímetros de largura.

QUADRO 6 – Implementos do MV-4 Scorpion

Fonte: Adaptado do endereço eletrônico <www.doking.hr>⁴

⁴ Disponível em <<https://dok-ing.hr/defence-security/mv-4/>>. Acesso em 07 mar. 2023.

Além dos implementos supracitados, DOK-ING (2023) afirma que o MV-4 conta com um sistema de vídeo, dotando o operador de capacidade de reconhecimento e vigilância e contribuindo para a consciência situacional da tropa. A versatilidade e a robustez do MV-4 possibilitam a execução de uma gama de atividades, desde a investigação de potenciais artefatos explosivos até a abertura de brechas e a comprovação de que uma faixa no terreno está segura para a progressão da tropa.



Figura 5 – DOK-ING MV-4 com diversos implementos

Fonte: Endereço eletrônico <www.armyrecognition.com>⁵

2.5.2.2 Sistema robótico de limpeza de minas URAN-6

Com emprego similar ao MV-4, o URAN-6 é um sistema robótico multifuncional de remoção de minas fabricado pela empresa JSC 766 UPTK para as Forças Armadas da Federação Russa (ARMY TECHNOLOGY, 2016).

Segundo Kosciureski (2022), o Uran-6 vem sendo empregado largamente pelos russos.

O URAN-6 é um veículo terrestre remotamente pilotado para limpeza e abertura de campo minado. O carro consiste num sistema de detecção e acionamento de minas anticarro capaz de **abrir uma brecha de 1,72 metros de largura**. A operação é realizada por um único militar por meio de um sistema de controle remoto, a uma **distância segura de até mil metros**, o qual visualiza o terreno por meio das **quatro câmeras em alta definição** fixadas no veículo (KOSCIURESKI, 2022, p. 26, grifo nosso).

⁵ Disponível em <https://www.armyrecognition.com/umex_2018_news_online_show_daily/umex_2018_dok-ing_displays_its_mv-4_remote-controlled_mine_clearance_system.html>. Acesso em 07 mar. 2023.

Consiste num robô leve e compacto controlado remotamente e “transportável por via rodoviária, marítima ou aérea” (ARMY TECHNOLOGY, 2016).

Conforme a empresa estatal russa Rosoboronexport (2023), algumas das possibilidades do Uran-6 são: reconhecimento de Engenharia e limpeza de áreas com minas terrestres e outros artefatos explosivos, tais como restos explosivos de guerra, artefatos improvisados. Além disso, é capaz de abrir brechas em obstáculos de arame farpado, cortando fios de até 8 milímetros de diâmetro, além de movimentar objetos sólidos com peso de até 1 tonelada e dimensões não superiores a 1 metro com a lâmina de trator equipada com pinça rotativa.

Segundo a fabricante, a máquina é capaz de se deslocar em aclives e declives de até **20 graus de inclinação**, além de **superar uma parede vertical de até 1 metro** de altura e **transpor uma vala de até 1,5 metros** de largura (JSC 766 PUTK, 2021, grifo nosso).

Ainda segundo a JSC, o URAN-6 foi empregado pelo Exército Russo em trabalhos de desminagem e remoção de artefatos explosivos na região de Palmira, na República da Síria, e passou por testes de aceitação na Chechênia (JSC 766 PUTK, 2021).

O sistema robótico tem sido empregado também pelo exército russo para a Desminagem e limpeza de áreas com artefatos explosivos na região de Nagorno-Karabakh, disputada pelas Repúblicas do Azerbaijão e da Armênia, aumentando a eficácia e a segurança das tropas na desminagem desses territórios (GALANTE, 2020).



Figura 6 – Sistema robótico de limpeza de minas URAN-6

Fonte: Endereço eletrônico <www.army-technology.com>⁶

De acordo com ARMY TECHNOLOGY (2016), o sistema robótico sobre esteiras pesa aproximadamente 6 toneladas e possui “quatro câmeras de vídeo, instaladas no topo do robô, fornecendo ao operador um campo de visão de 360° da área de operação na frente e atrás. As imagens em tempo real são transmitidas ao seu sistema de controle remoto” (ARMY TECHNOLOGY, 2016, tradução nossa).

Os implementos do Uran-6 são: correntes e arados para remoção e detonação de artefatos explosivos; lâminas frontais para movimentação de terra e obstáculos em geral; e garra rotativa com capacidade de elevação de carga de 1 tonelada (ROSOBORONEXPORT, 2023).

O Uran-6 “é capaz de sobreviver a explosões de minas de 60kg de TNT e pode limpar minas antipessoal e substâncias perigosas pesando de 1kg a 4kg de TNT” (ARMY TECHNOLOGY, 2016, tradução nossa).

2.5.2.3 Sistema robótico MICLIC para abertura de brechas

Trata-se de um projeto apresentado à Military Review, no qual se propõe a substituição de um MICLIC tradicional por um MICLIC montado sobre o chassi de um veículo terrestre remotamente pilotado (TURNER, 2019, p. 64, tradução nossa).

⁶ Disponível em <<https://www.army-technology.com/projects/uran-6-mine-clearing-robot/>>. Acesso em 08 mar. 2023.

O projeto apresentado por Turner prevê que o MICLIC será montado sobre o chassi de um dos mais modernos veículos terrestres não tripulados (Unmanned Ground Vehicle – UGV) dos Fuzileiros navais americanos, o Veículo autônomo modular expedicionário (Expeditionary Modular Autonomous Vehicle – EMAV). Essa plataforma modular, com capacidade de carga de até 3,5 toneladas, é apta à utilização de diversos equipamentos de abertura de brechas, limpeza de vias, reconhecimentos, sistemas de armas, entre outros (TURNER, 2019, p. 63 e 63, tradução nossa).



Figura 7 – Veículo autônomo modular expedicionário (EMAV)

Fonte: Endereço eletrônico <www.twitter.com>⁷

Segundo Turner, o emprego do sistema robótico MICLIC tornaria o apoio de uma subunidade de Engenharia a uma Brigada mais efetivo, aumentando a letalidade, velocidade e alcance operacional da grande unidade apoiada e reduzindo sobremaneira o efetivo de engenheiros de combate empregado (TURNER, 2019, p. 64, tradução nossa).

2.5.3 Meios complementares

Engloba os meios não enquadrados nas categorias anteriores, mas que ainda se constituem em ferramentas essenciais para o reconhecimento, a detecção e a neutralização de artefatos explosivos; bem como para a redução de obstáculos em Op Ab Bre. Como exemplos mais comuns, mencionam-se as aeronaves remotamente pilotadas (ARP), utilizados para o reconhecimento remoto de obstáculos e cargas explosivas.

⁷ Disponível em <<https://twitter.com/2dMarDiv/status/1452698418175004672/photo/2>>. Acesso em 07 maio. 2023.

2.5.3.1 Aeronaves remotamente pilotadas – ARP

Consistem em meios essenciais para reconhecimento e vigilância, suplementando as capacidades das aeronaves de asa rotativa. Permitem a obtenção de dados pormenorizados sobre os obstáculos a serem transpostos, diminuindo assim a possibilidade da obtenção da surpresa por parte do inimigo (BRASIL, 2020a, 4-9).

Segundo Del Gallo (2017, p. 386), os ARP disponíveis no mercado são “dotados de sensores avançados e capazes muitas vezes de obter imagens verticais de alta qualidade do campo de batalha”, consistindo em ferramentas úteis para prevenir que o inimigo embosque as forças amigas (DEL GALLO, 2017, p. 386).

O Comando de Operações Terrestres (COTER) dispõe de uma Seção de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, responsável por:

Supervisionar as atividades decorrentes da continuidade da implantação dos SARP no Exército Brasileiro, emitir diretrizes que regulam a sua operação e assessorar o Comandante de Operações Terrestres nos assuntos atinentes ao Projeto SARP (BRASIL, 2023c).

Os sistemas não tripulados estão transformando rapidamente a maneira como as guerras são travadas em todo o mundo, desde o emprego furtivo de drones de alta tecnologia operados pelos militares dos EUA até o uso como artefatos explosivos improvisados, utilizando quadricópteros comerciais baratos modificados por rebeldes na Síria para transportar bombas improvisadas (ROBLIN, 2019, tradução nossa).

No contexto de Op Ab Bre, as ARP podem ser empregadas para o levantamento de elementos essenciais de inteligência, tais como a localização, o tipo e a profundidade dos obstáculos existentes; brechas e vias de acesso que contornam os obstáculos, entre outras informações (BRASIL, 2020a, p. 2-3).

Além da capacidade de reconhecimento e vigilância, “avanços recentes na tecnologia de drones revolucionaram a forma como as minas terrestres podem ser detectadas e neutralizadas” (TS2) (2023, tradução nossa). Segundo a empresa TS2 Space, o Serviço de Ação contra Minas das Nações Unidas (UNMAS), desenvolveu um revolucionário sistema de detecção de minas baseado em drones que utilizam uma série de sensores e algoritmos avançados para detectar e neutralizar minas terrestres, chamados de Sistemas Autônomos de Detecção de Minas (AMDS). Esses sistemas identificam as minas e acionam um braço robótico capaz de neutralizar os explosivos com segurança e eficácia, normalmente empregando ferramentas para cortar os fios de minas terrestres. (TS2, 2023).

Há diversas vantagens quanto à utilização de drones na detecção e neutralização de minas. Dentre essas vantagens, destacam-se a rapidez e a precisão com que executam essa tarefa; a capacidade de cobrir grandes áreas em períodos de tempo relativamente curtos; a segurança, pelo fato de serem operados remotamente; e o baixo custo de aquisição e manutenção (TS2 SPACE, 2023).

A utilização de drones em operações de remoção de minas tornou-se cada vez mais popular nos últimos anos, uma vez que oferecem uma forma eficiente, econômica e relativamente segura de limpar campos minados (TS2 SPACE, 2023, tradução nossa).



Figura 8 – Limpeza de minas aérea: o uso de drones para combater as minas terrestres

Fonte: Endereço eletrônico <www.ts2space.com>⁸

2.5.3.1.1 ARP HORUS FT-100

É uma ARP Categoria 1 desenvolvido pela empresa *Flight Technologies* (FT Sistemas) e padronizado pelo Exército Brasileiro por meio da Portaria nº 227-EME, de 22 de setembro de 2015 (BRASIL, 2015).

De acordo com a FT Sistemas (2023):

⁸ Disponível em < <https://ts2.space/en/aerial-mine-clearing-using-drones-to-combat-landmine-threats/>>. Acesso em: 03 set. 2023

O FT-100 é um sistema móvel de inteligência comando e controle, projetado para aplicações típicas de curto alcance, tais como mapeamento aéreo, operações de **vigilância e monitoramento, coleta de dados e informações**, suporte e monitoramento em caso de desastres naturais e inspeções de sistemas de infraestrutura linear (rodovias, linhas de transmissão e oleodutos) (FT SISTEMAS, 2023, grifo nosso).

Segundo a fabricante, a ARP é operada por duas pessoas. Destacam-se, dentre os dados técnicos do equipamento, as seguintes características: peso aproximado de 7 quilogramas; comprimento de 1,9 metros; alcance de 20 quilômetros; autonomia máxima de 2 horas; sistema de propulsão elétrica com baixa assinatura acústica, inaudível a 100 metros; relay de dados, vídeo e voz; dentre outras (FT SISTEMAS, 2023).

Conforme Del Gallo (2017), o FT-100 é lançado manualmente e pode ser equipado com “câmeras giro-estabilizadas dotadas de sensores eletro-ópticos e infravermelhos, proporcionando significativa capacidade de reconhecimento e identificação de possíveis ameaças” (DEL GALLO, 2017, p. 386).



Figura 9 – ARP FT-100

Fonte: Endereço eletrônico <www.ftsistemas.com.br>⁹

2.6 ANÁLISE DE OPERAÇÕES DE ABERTURA DE BRECHA EM CONFLITOS CONTEMPORÂNEOS

2.6.1 Abertura de Brechas na Guerra do Golfo

Durante a Guerra do Golfo, as tropas iraquianas que haviam invadido o Kuwait colocaram mais de sete milhões de minas no território desse país. Isso resultou na necessidade de técnicas avançadas que permitissem às tropas da força de coalizão internacional, principalmente composta por tropas americanas, romper rapidamente as áreas atingidas por minas terrestres (HOULAHAN, 2021, p. 26, tradução nossa).

⁹ Disponível em <<http://ftsistemas.com.br/ft-100/>>. Acesso em: 11 mar. 2023

Cerca de 3,5 milhões dessas minas foram metodicamente colocadas ao longo dos dois campos minados que atravessavam o sul do Kuwait, sendo aproximadamente 600 mil minas anticarro. Os campos minados variavam em profundidade de 60 a 150 metros, e iam da costa até Wadi al-Batin, um vale largo e raso (na maioria dos lugares com menos de 30 metros de profundidade), ao longo da fronteira oeste do Kuwait (HOULAHAN, 2021, p. 26, tradução nossa).

Mais de dois terços das minas anticarro (AC) presentes nos campos minados eram as minas italianas Valsella VS 1.6 (1,85 kg de explosivo) e VS 2.2 (2,13 kg de explosivo), ambas feitas de plástico, e conseqüentemente de difícil detecção; além de serem resistentes à explosão, não sendo, portanto, acionadas por técnicas explosivas de limpeza de minas, como o lançamento de cargas lineares como o MICLIC (HOULAHAN, 2021, p. 27, tradução nossa).

Em geral, as minas AC eram protegidas por minas antipessoal (AP), as quais, em sua maioria, também eram resistentes à explosão. As minas AP eram colocadas em torno de cada mina anticarro em um dispositivo triangular, protegendo as minas AC da desativação por desminadores (HOULAHAN, 2021, p. 27, tradução nossa).

Em maio de 2001, as Forças de coalizão desencadearam uma operação combinada de abertura de brechas de grande vulto, no contexto da Operação Tempestade no Deserto (MAGNESS, 2003, p. 44).

Quanto aos meios empregados pela força de coalizão para a abertura de brechas, destaca-se o MICLIC, já mencionado anteriormente. Essa carga linear de abertura de brechas oferecia algumas vantagens, pois podia ser lançada da borda do campo minado e da relativa segurança de um veículo blindado, de modo que os engenheiros de combate não precisassem realizar tantos trabalhos dentro do campo minado em uma posição exposta. A desvantagem era sua falta de confiabilidade. Pouco mais da metade dos MICLIC disparados pelas duas divisões de Fuzileiros Navais funcionaram corretamente (HOULAHAN, 2021, p. 27, tradução nossa).

Por exemplo, houve um total de 55 lançamentos de MICLIC de lançadores Marine Mk-154. Trinta e três deles foram lançados, abrindo efetivamente uma brecha, e foram detonados por comando de dentro do veículo, uma taxa de sucesso total de 60%. Quinze exigiram que um engenheiro de combate saísse do veículo e colocasse um petardo de TNT com um estopim de 30 segundos na carga linear para detoná-la (HOULAHAN, 2021, p. 27, tradução nossa).

Em alguns desses MICLIC, as espoletas falharam; em outros, o cabo de ligação quebrou, e conseqüentemente foi cortada e a capacidade de comandar a detonação. Sete cargas lineares caíram em local diferente do previsto ou tiveram seus cabos de conexão caindo dentro do campo minado, onde os engenheiros de combate não conseguiram alcançá-los. Portanto, o lançador Mk-58 teve uma taxa de sucesso total de cerca de 50% (HOULAHAN, 2021, p. 27, tradução nossa).

Os MICLIC eram lançados a partir de reboques Mk-58, os quais continham um único MICLIC e eram rebocados por veículos blindados; ou por Mk-154, um Veículo Anfíbio Blindado especialmente equipado para lançar três MICLIC armazenados internamente (HOULAHAN, 2021, p. 27, tradução nossa).

Em seus preparativos, os engenheiros de combate dos Fuzileiros navais descobriram que, ao lidar com minas resistentes a explosões, uma explosão de MICLIC frequentemente deixava intactas até 25% das minas em seu caminho, tornando importante o papel dos veículos blindados dotados de implemento de arado não só para a comprovação das brechas abertas, mas também para a abertura da brecha em si (HOULAHAN, 2021, p. 29, tradução nossa).

A passagem dos blindados com o implemento de rolos antiminas comprovava a passagem aberta. O processo de abertura de uma brecha durava em torno de quinze minutos, findos os quais engenheiros de combate balizavam as brechas abertas, observando o terreno em busca de minas não destruídas ou lançadas para dentro das brechas. Caso encontrassem, destruíam-nas no local (HOULAHAN, 2021, p. 29, tradução nossa).

Como lições aprendidas da Op Ab Bre na Guerra do Golfo, Houlahan aponta que a despeito dos problemas ocorridos com alguns dos equipamentos de abertura de brechas, a operação foi um sucesso. A velocidade de abertura das brechas nos campos de minas permitiu que as unidades de manobra atingissem os defensores iraquianos antes que estivessem prontos, frustrando os contra-ataques dos blindados iraquianos (HOULAHAN, 2021, p. 30, tradução nossa).

Houlahan conclui que com certas melhorias em alguns dos equipamentos de abertura de brechas usados na Tempestade no Deserto, tais como uma fiação mais resistente no MICLIC e um arado de minas mais robusto, não há razão para acreditar que esse sucesso não possa ser repetido no futuro (HOULAHAN, 2021, p. 30, tradução nossa).

2.6.2 Abertura de Brechas na guerra entre Rússia e Ucrânia

Segundo Kosciureski (2022, p. 25), no atual conflito entre Rússia e Ucrânia, iniciado no ano de 2022, o emprego de minas terrestres anticarro pelos ucranianos tem sido um meio importante, desde o início do conflito, para tentar deter o avanço das potentes tropas blindadas russas no conflito.

Nas áreas abertas, como estradas e campos, As minas terrestres são empregadas para moldar os corredores de mobilidade, canalizando as tropas russas para áreas de engajamento taticamente apropriadas para sua neutralização. (KOSCIURESKI, 2022, p. 25).

Para fazer frente a essa ameaça, a engenharia russa vem empregando amplamente modernos meios de desminagem e de desativação de artefatos explosivos, como o veículo de desminagem terrestre remotamente pilotado URAN-6 (KOSCIURESKI, 2022, p. 26).



Figura 10 – Uran-6 desminando a costa do Mar de Azov no porto de Mariupol
Fonte: Endereço eletrônico < www.newsweek.com >¹⁰

O Exército ucraniano também tem empregado meios remotos em apoio à mobilidade de suas tropas. Segundo o site Army Recognition (2022), essa Força recebeu dos Estados Unidos os sistemas M-58 Mine Clearing Line Charge (MICLEC), no escopo de uma nova assistência militar do Departamento de Defesa dos EUA à Ucrânia. Um veículo blindado M113A3 ucraniano foi recentemente visto rebocando um MICLEC americano M58 Mine Clearing Line Charge (ARMY RECOGNITION, 2022).

Segundo Hunder (2023), a Ucrânia procura reduzir a lacuna entre suas próprias capacidades militares e as da Rússia. Neste escopo, Kiev diz que está expandindo

¹⁰ Disponível em <<https://www.newsweek.com/russia-uses-huge-demining-robots-clear-explosives-seized-city-mariupol-1709701>>. Acesso em: 06 maio 2023

seu programa de aeronaves remotamente pilotadas, uma alternativa de relativo baixo custo, empregado tanto para reconhecimentos quanto para ataques a alvos inimigos em um alcance cada vez maior (HUNDER, 2023, tradução nossa).

Ademais, segundo o Ministro da Defesa Ucraino Oleksii Reznikov (REZNIKOV apud HUNDER, 2023), a Rússia também está trabalhando para melhorar suas aeronaves remotamente pilotadas, demonstrando cada vez mais, que se constituem em ferramentas divisoras de águas nos campos de batalhas modernos (HUNDER, 2023, tradução nossa).

2.6.3 Lições aprendidas sobre as Operações de Abertura de brechas no Centro Nacional de Treinamento do Exército dos EUA

O Centro Nacional de Treinamento (National Training Center – NTC) do Exército dos EUA realizou estudos sobre as Operações combinadas de abertura de brechas, no escopo de um programa de reversão de tendências negativas para a execução da tarefas essenciais desenvolvidas por essa Força. Um artigo intitulado de “Sete hábitos para a abertura de brechas de Unidades altamente eficazes” apontou algumas falhas apresentadas em conflitos dos quais o Exército Americano participou, bem como levantou lições aprendidas e melhores práticas acerca das Op Ab Bre (MAGNESS, 2003, p. 44, tradução nossa).

De acordo com Magness (2003), algumas falhas se repetiram quando do planejamento, preparação e execução de Op Ab Bre, destacando-se as seguintes: planejamentos de reconhecimento e vigilância desfocados; execução do estudo do terreno e análise de suas implicações para as operações; falhas no fornecimento de informações adequadas sobre os obstáculos; falhas nos ensaios; falta de sincronização na abertura da brecha; e não aplicação do princípio da massa (MAGNESS, 2003, p. 45, tradução nossa).

Quanto à falha na aplicação no princípio de guerra da Massa, Magness enfatiza que a abertura de brecha deve ser conduzida pela aplicação rápida de esforços concentrados em um ponto mais fraco do inimigo, para reduzir o obstáculo e penetrar na defesa (MAGNESS, 2003, p. 45, tradução nossa).

Ademais, é importante realizar um estudo detalhado do terreno, empregando todas as ferramentas tecnológicas de visualização do terreno disponíveis, bem como concluindo sobre as implicações desse fator de decisão na manobra a ser adotada (MAGNESS, 2003, p. 45, tradução nossa).

A doutrina básica da Abertura de brechas das tropas americanas é de um Pelotão de Engenharia reforçado com equipamentos e seus implementos por passagem aberta. Todavia, a Op Ab Bre deve ser iniciada antes da redução dos obstáculos, tendo em vista que é um papel de todas as forças envolvidas empregando meios como veículos blindados para reconhecimento; forças de reconhecimento dos obstáculos; aeronaves remotamente tripuladas; sistemas de radares; entre outros meios para identificação, reconhecimento e vigilância (MAGNESS, 2003, p. 46, tradução nossa).

O ideal é que se obtenha informações precisas sobre tipos de obstáculos e sua localização; brechas e locais de possível desbordamento; composição de campos minados; e condições do solo, quando do emprego de implementos como arados (MAGNESS, 2003, p. 47, tradução nossa).

Acerca do MICLIC, Magness afirma que, a despeito de suas limitações, este ainda é o recurso de abertura da brecha (Ab Bre) mais eficaz que não expõe os soldados aos riscos das Op Ab Bre de forma manual. O MICLIC destruirá a maioria das minas ativadas por pressão numa faixa de 14 metros de largura por 100 metros de profundidade. No entanto, algumas minas podem não ser afetadas pelo efeito de explosão da carga, razão pela qual empregam-se meios, equipamentos ou implementos para a comprovação das passagens abertas, tais como rolos, arados de minas ou mesmo sapadores (MAGNESS, 2003, p. 47 e 48, tradução nossa).



Figura 11 – Lançamento do MICLIC

Fonte: Endereço eletrônico < www.apps.dtic.mil >¹¹

Nesse aspecto, ressalta-se também a importância de um reconhecimento detalhado e específico para a Ab Bre, determinando o tipo de mina e a adequação do

¹¹ Disponível em <<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA596549.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2023

MICLIC como um sistema de Ab Bre primário (MAGNESS, 2003, p. 47 e 48, tradução nossa).

Magness salienta ainda a importância do Engenheiro nessa operação, enfatizando que a utilização de todos os equipamentos de Ab Bre serve para aumentar a velocidade e diminuir os riscos dos métodos manuais. Reforça, entretanto, que pode haver casos em que esses métodos são a melhor opção disponível, apesar de aumentar sobremaneira o tempo e os riscos da operação (MAGNESS, 2003, p. 48, tradução nossa).

Há que se considerar que todas as ações básicas realizadas numa Op Ab Bre (neutralização, obscurecimento, redução, segurança e assalto) devem ser fielmente observadas, a fim de que as tropas possam realizar a abertura da brecha propriamente dita (redução) sob condições favoráveis e com um inimigo já enfraquecido (MAGNESS, 2003, p. 49, tradução nossa).

3. METODOLOGIA

Esta seção descreverá como se chegará à solução do problema deste estudo, estando subdividida em: Objeto Formal de Estudo, Amostra e Delineamento de Pesquisa. Serão abordados os critérios para a determinação da amostra; os diversos procedimentos e ferramentas empregados para o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica e documental, assim como para a seleção e a análise dos resultados dos instrumentos de coleta de dados aplicados.

3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO

Esta pesquisa tem por finalidade analisar a atual doutrina do Exército Brasileiro referente às operações de abertura de brecha em obstáculos com explosivos nos combates modernos.

Neste escopo, pretende-se analisar a organização e os meios empregados pelas SU do Batalhão de Engenharia de Combate Mecanizado (BE Cmb Mec) do EB nesse tipo de operação, delimitado no tempo que compreende a preparação e a execução da abertura de brecha na área de operações de uma Brigada. O estudo está limitado ao que é realizado em apoio às Brigadas Médias.

Para isso, foram apresentadas inicialmente as considerações gerais atinentes à neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha nos conflitos modernos, utilizando como base a doutrina do EB e de outras Forças Armadas nacionais e estrangeiras. Essa questão de estudo visou estabelecer conceitos e princípios básicos para o desenvolvimento desta pesquisa.

Em seguida, foram descritas também a composição e as características das SU do BE Cmb Mec em apoio às Op Ab Bre no escalão Bda, especificando a organização e os meios dessas frações de acordo com a doutrina vigente do EB.

Posteriormente, foram apresentadas as principais categorias dos meios remotos empregados para essa atividade pelas principais potências militares mundiais nos conflitos modernos, citando as características, possibilidades e limitações dos principais meios utilizados em combate nos conflitos atuais.

Por fim, com base no estudo de conflitos armados recentes e na revisão doutrinária, particularmente quanto ao emprego de meios remotos em Op Ab Bre, analisou-se a influência desses meios sob a ótica dos fatores da decisão Tempo e Meios. Em consequência, elaborou-se uma proposta com as adequações necessárias quanto aos fatores Doutrina, Organização e Material para que as SU dos BE Cmb Mec

prestem o apoio de Engenharia ao escalão Bda do Exército Brasileiro com eficiência, segurança e eficácia em missões dessa natureza.

3.2 DELINEAMENTO DE PESQUISA

Quanto à forma de abordagem do problema, foi realizada uma pesquisa qualitativa, com vistas a buscar respostas às Questões de Estudo com base nas publicações doutrinárias relevantes nacionais e internacionais. Para complementar os aspectos discutidos na pesquisa, foram realizadas análises de casos reais de Op Ab Bre, visando agregar à pesquisa experiências, sugestões e lições aprendidas vivenciadas em conflitos reais.

Quanto ao procedimento técnico, realizou-se uma pesquisa bibliográfica, por ser elaborada com base em bibliografia já publicada sobre o tema.

Quanto à natureza, esta pesquisa é classificada como aplicada, pois objetiva solucionar o problema específico da adequação da organização e dos meios empregados pelas SU do BE Cmb Mec na neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha, analisando a viabilidade do uso de meios remotos seguros e eficazes para essa atividade.

Quanto ao objetivo geral, este trabalho é descritivo, pois foram descritas as principais categorias de meios remotos para a neutralização de artefatos explosivos nas operações de abertura de brecha empregados nos conflitos da atualidade, elencando suas características, possibilidades e limitações, e a viabilidade de utilizá-los no EB.

3.3 AMOSTRA

A fim de elaborar uma proposta de adequação da organização e dos meios de uma Companhia de Engenharia de Combate Mecanizada, foram analisadas as lições aprendidas e melhores práticas de conflitos recentes. Como critério de inclusão na amostra para a pesquisa, estão o emprego de meios remotos por pelo menos uma das partes do conflito, bem como a existência de publicações preferencialmente relacionadas a instituições governamentais; Organizações internacionais e regionais com reconhecida credibilidade; órgãos de imprensa; entre outras fontes reconhecidas e confiáveis.

O critério de exclusão foi aplicado para os conflitos nos quais não foram empregados meios remotos; ou sobre os quais não houve informações suficientes de

fontes reconhecidas e confiáveis; ou ainda em idiomas que não fossem o português, espanhol ou inglês.

3.4 PROCEDIMENTOS PARA A REVISÃO DA LITERATURA

Para realizar o levantamento de literatura confiável e pertinente acerca do tema, foram consultadas publicações doutrinárias nacionais e internacionais acerca do tema, tais como os manuais do Exército Brasileiro (EB) e das demais Forças Armadas nacionais; publicações de organismos internacionais, Forças Armadas estrangeiras e outros atores relevantes no cenário internacional.

O acesso às publicações doutrinárias e trabalhos científicos relevantes se deu de forma presencial, por meio das Bibliotecas dos Estabelecimentos de Ensino do Exército Brasileiro, e de forma digital, por meios eletrônicos como o Portal de Doutrina do Exército; a Biblioteca Digital do Exército Brasileiro (BDEx) e do Exército dos Estados Unidos; a *Scientific Electronic Library Online*; o Google Acadêmico; o SCOPUS e outros portais nas línguas portuguesa, espanhola e inglesa.

Para as pesquisas eletrônicas, utilizou-se os seguintes termos descritores: “meios remotos”, “abertura de brechas”, “obstáculos”, “desminagem”, “neutralização de artefatos explosivos”, “artefatos explosivos improvisados”, “minas”, “desminagem”, entre outros, e suas traduções nos idiomas inglês e espanhol. Após essa pesquisa, foram excluídas todas as publicações que não sejam aplicáveis ao tema do presente estudo.

Como critério de inclusão, foram consultadas publicações preferencialmente relacionadas a instituições governamentais; Organizações internacionais e regionais com reconhecida credibilidade; órgãos de imprensa; estabelecimentos de ensino; entre outras fontes reconhecidas e confiáveis.

Dentre os critérios de exclusão, enquadraram-se as publicações anteriores ao ano 2000, a menos que fossem Manuais do EB ou outras publicações relevantes que não possuíssem edição mais atualizada. Além dessas, desconsiderou-se publicações incompletas; de fontes não declaradas, não reconhecidas ou que não gozassem de reconhecida credibilidade; e em idiomas que não fossem os mencionados neste item.

3.4.1 Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, foram levantados todos os dados possíveis sobre o assunto na revisão de literatura, buscando-se a bibliografia de fontes física e eletrônica.

Foi feita uma pesquisa sobre o tema em publicações relevantes acerca do tema, tais como: manuais de campanha, manuais escolares e manuais técnicos do EB e de outras Forças Armadas nacionais e estrangeiras; manuais do usuário de diversos equipamentos EOD, viaturas especializadas e outros meios remotos; minutas de manuais e cadernos de instrução do EB; trabalhos científicos; guias, glossários e legislação nacional e internacional.

Para que a pesquisa apresentasse dados mais confiáveis e pertinentes, foram observados os pressupostos anteriormente mencionados como critérios de inclusão e exclusão, descartando-se os dados obtidos de fontes que apresentem informações com pouco valor científico ou desatualizadas.

Adicionalmente, foi realizada a análise das lições aprendidas e das melhores práticas oriundas de Op Ab Bre em conflitos modernos, particularmente quanto ao emprego de meios remotos, visando apresentar um conhecimento mais atual e aplicável à realidade desses conflitos.

Por fim, os dados foram organizados para interpretação e confrontados com a revisão de literatura realizada inicialmente.

3.5 INSTRUMENTOS

Para este trabalho, foram utilizados como instrumentos de coleta de dados a revisão da literatura e o grupo focal.

O grupo focal (fórum) foi realizado no contexto do Seminário do Sistema de Engenharia do Exército – 2022, por meio do qual, militares da Arma de Engenharia com larga experiência em Desminagem e Neutralização de Artefatos Explosivos (EOD) apresentaram as necessidades e prioridades para o desenvolvimento da capacidade EOD no EB.

Na revisão da literatura foram coletadas lições aprendidas e melhores práticas, comparando a literatura e a realidade existente acerca do tema deste estudo, de acordo com o descrito no item 3.4 desta pesquisa.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

A revisão de literatura foi realizada por meio da consulta às fontes bibliográficas e análise documental, e facilitaram a compreensão sobre os principais aspectos a serem observados acerca do tema proposto, através da doutrina e das publicações de reconhecido valor científico.

A coleta, filtragem e interpretação dos dados obtidos por intermédio dos instrumentos utilizados permitiram a realização de uma análise qualitativa dos dados, fornecendo dados pertinentes para atingir os objetivos específicos deste trabalho.

Os resultados da análise qualitativa permitiram responder às questões de estudo, ratificando alguns dos conhecimentos prévios pertinentes sobre o tema e retificando os que já são obsoletos. Dessa forma, foi sugerida uma solução para o problema desta pesquisa.

4. RESULTADOS

Visando elaborar uma proposta para a adequação da organização e dos meios dos BE Cmb Mec em apoio às Op Ab Bre das Brigadas médias, buscou-se comparar a atual doutrina do EB com a literatura nacional e internacional mais relevante acerca do tema.

Além da pesquisa bibliográfica realizada a respeito dos meios remotos empregados em Op Ab Bre, foram selecionados casos históricos e estudos de especialistas, visando coletar experiências vivenciadas em combate quanto à organização e aos meios existentes para o apoio de Engenharia, bem como as lições aprendidas, os projetos futuros e as melhores práticas evidenciadas nessas operações.

Esses dados serviram para ratificar ou retificar aspectos doutrinários, com o intuito de analisar a viabilidade e a eficácia do emprego de meios remotos nas Op Ab Bre em obstáculos com explosivos.

4.1 ATUAL DOCTRINA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

A figura abaixo especifica a dotação de materiais diretamente relacionados às Operações de Abertura de Brechas previstas no Quadro de Dotação de Material (QDM) para uma Cia E Cmb Mec, que atualmente consiste na organização militar de Engenharia orgânica de uma Bda Média:

CODOT / Descrição do Material	Cmdo EM	Seq Cmdo	Pel E Ap	Pel Eqp Ass	Pel E Cmb Bld/Mec	TOTAL
31 - Detecção de Minas						
10631002 - Conjunto de Demarcação de Campo de Minas			1		9	10
41 - Destruição						
10641001 - Dispositivo para Abertura de Brechas em Campos Minados			1		3	4
10641002 - Dispositivo para Abertura de Trilhas em Campos Minados			1		9	10
48 - Viaturas Operacionais Blindadas de Lagarta						
10948007 - Viatura Blindada de Combate - Engenharia			2			2

Figura 12 – Extrato do Quadro de dotação de material (QDM) da Cia E Cmb Mec
Fonte: BRASIL, 2012, folha 5.

Os Dispositivos (Equipamentos) para Abertura de Brechas em Campos Minados seriam rebocados pela VBC Eng. O Dispositivo para Abertura de Trilhas seria empregado para a passagem de tropas a pé; e o Conjunto de Demarcação de Campo de Minas, utilizados para o balizamento das passagens abertas (BRASIL, 2012).

Apesar da previsão em QDM de quatro equipamentos de abertura de brechas na Cia E Cmb Mec, sendo três deles no Pel E Cmb Mec e um no Pel E Ap, esses meios não existem efetivamente nas SU de Engenharia mecanizadas do EB.

As Cia E Cmb Mec não possuem de fato as VBC Eng previstas em QDM, as quais, devidamente dotadas de implementos antiminas, atuariam na redução de obstáculos ou na comprovação das brechas abertas (BRASIL, 2020a, p. 5-17). No entanto, em substituição às VBC Eng, algumas SU de Engenharia Mec do EB possuem as Viaturas Blindadas de Transporte de Pessoal Guarani (VBTP Guarani).

Segundo Júnior (2021), está em curso o desenvolvimento do projeto Viatura Blindada especial de Engenharia – VBE Eng 6x6 Guarani, do Departamento de Engenharia e Construção (DEC). Esse projeto visa permitir adaptações no chassi da VBTP Guarani para dotá-la de implementos de engenharia intercambiáveis, quais sejam: braço de escavadeira; concha carregadeira e; lâmina para remoção de obstáculos. Após a homologação dos testes realizados, a intenção é de mobiliar todas as subunidades de engenharia das Brigadas Mecanizadas do EB com a VBE Eng 6x6 Guarani com tais implementos (JÚNIOR, 2021).

Júnior (2021) afirma ainda que os implementos supracitados são aptos a trabalhos comuns de Engenharia, mas não contemplam modelos específicos para a função antiminas, nem o desenvolvimento de meios remotos de abertura de brechas, os quais seriam alvo de novas negociações por parte do EB, após a homologação dos implementos já desenvolvidos (JÚNIOR, 2021).



Figura 13 – VBE Eng com lâmina para remoção de obstáculos

Fonte: O autor

Ressalta-se ainda que, dentre os meios remotos empregados nas Op Ab Bre, os QDM das Cia E Cmb Mec do EB preveem apenas Equipamentos de abertura de brechas e de trilhas, não havendo nenhuma menção sobre Sistema robóticos de limpeza de área ou sobre Aeronaves remotamente pilotadas.

No que tange à organização do pessoal das Cia E Cmb Mec do EB, apresenta-se na figura abaixo um extrato do quadro de cargos dessa subunidade:

DISCRIMINAÇÃO DO CARGO	OCUPANTE	CARGOS	
		EFETIVO	EFET / M
3 Pelotão de Engenharia de Apoio			
3.4 Grupo de Mineiros			
3.4.2 Turma de Desminagem			
Comandante	3º Sgt	1	1
Sapador	Sd	2	2
3.5 Grupo de Equipamentos de Engenharia			
Comandante	3º Sgt	1	1
Mototesta de Vatura Blindada Especial	Cb	3	3
5 Pelotão de Engenharia de Combate Blindado/Mecanizado			
5.1 1º, 2º e 3º Pelotão de Engenharia de Combate Blindado/Mecanizado			
5.1.1 Comando			
Comandante	1º Ten	1	1
5.1.2 Grupo de Comando			
Sargento Adjunto	2º Sgt	1	1
Auxiliar de Encarregado de Material	Cb	1	1
Sapador	Cb	1	1
5.1.3 1º, 2º e 3º Grupo de Engenharia de Combate Blindado/Mecanizado(3)			
Comandante	3º Sgt	1	3
Sapador	Cb	1	3
Sapador	Cb	1	3
Sapador	Sd	1	3
Sapador	Sd	2	6
Alfador	Sd	1	3
Sapador	Sd	1	3
Sapador	Sd	2	6

Figura 14 – Extrato do QC da Cia E Cmb Mec

Fonte: adaptado de BRASIL, 2016, folhas 2 a 4.

Os motoristas de Viatura Blindada Especial previstos no QC estão enquadrados no Grupo de Equipamentos de Engenharia do Pel E Ap (BRASIL, 2016, folha 9).

Já o Gp Ap Mblid do Pel E Ap seria responsável pela abertura de trilhas e brechas em obstáculos, absorvendo a função que anteriormente era designada pela Turma de Desminagem (BRASIL, 2023a, p. 2-9).

Cada um dos três Pel E Cmb possui um efetivo previsto de trinta e quatro militares, empregados para a redução, comprovação e balizamento dos obstáculos nas Op Ab Bre (BRASIL, 2016, folhas 2 e 3).

4.2 DOCTRINA E LIÇÕES APRENDIDAS DE FORÇAS ARMADAS ESTRANGEIRAS

Analisando as lições aprendidas e as melhores práticas evidenciadas no emprego das forças armadas das principais potências militares mundiais em Op Ab Bre, Magness (2003, p. 47) menciona os Equipamentos de Abertura de Brechas MICLIC.

No que tange ao emprego real desses equipamentos, o gráfico abaixo mostra, segundo Houlahan (2021, p. 27), a eficácia apresentada quando lançados a partir dos veículos Mk-154 dos fuzileiros navais americanos na Operação Tempestade no deserto (Guerra do Golfo):



Gráfico 1 – Efetividade dos MICLIC lançados pelos fuzileiros navais a partir dos veículos Mk-154

Fonte: Adaptado de HOULAHAN (2021, p. 27, tradução nossa)

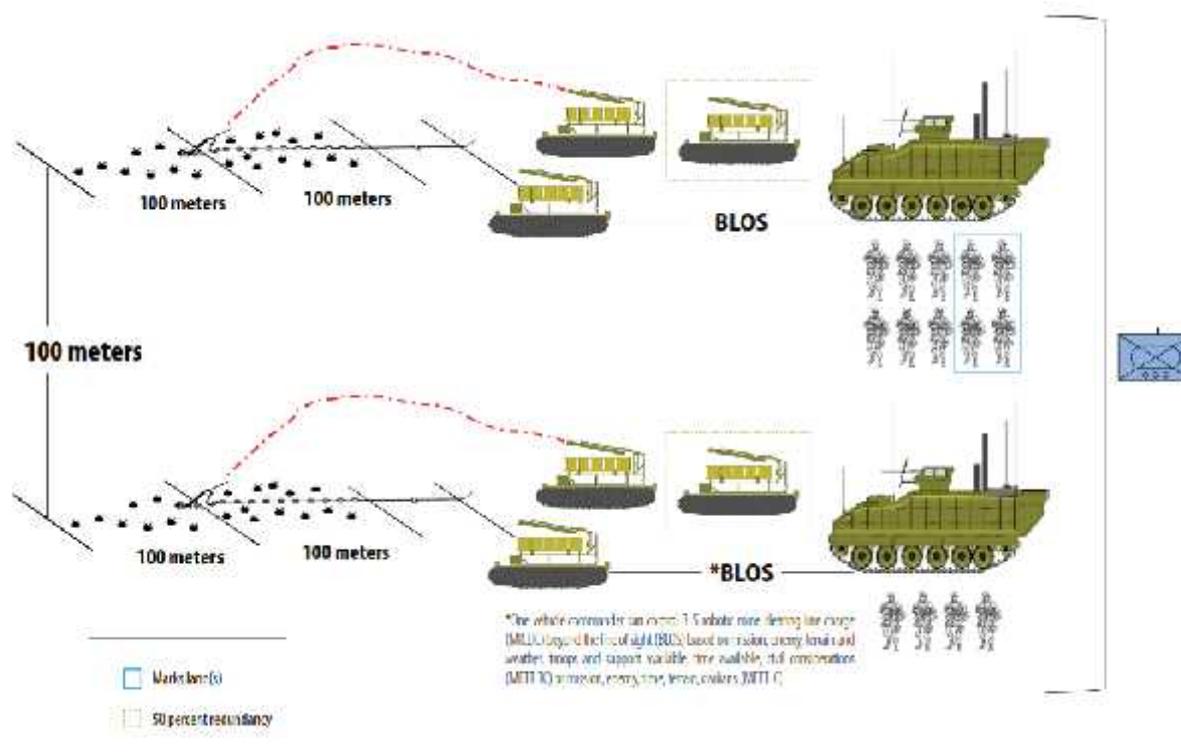


Figura 16 – Proposta de emprego do Pel E Cmb do Exército americano para a abertura de brechas empregando o MICLIC sobre um UGV

Fonte: TURNER, 2019, p. 67

Em se tratando do emprego de aeronaves remotamente pilotadas nas Op Ab Bre, a análise qualitativa de Magness (2003) relata como uma das principais falhas nessas operações a falta de informações adequadas com base no reconhecimento e na vigilância. Sugere-se ainda que o emprego combinado desses equipamentos com outros meios de observação e vigilância permite o levantamento de informações cruciais sobre o inimigo e os obstáculos, contribuindo sobremaneira para o sucesso das forças numa Op Ab Bre (MAGNESS, 2003, p. 44, tradução nossa).

O quadro abaixo sintetiza as informações coletadas sobre as principais categorias de meios remotos empregadas nas Op Ab Bre dos conflitos contemporâneos, bem como compara suas previsões nos quadros de dotação de material e suas disponibilidades nas Cia E Cmb Mec do EB:

Categoria de Meio remoto	Função	Emprego real analisado	Previsto em QDM? (Quantidade)	Existente nas Cia E Cmb Mec do EB?
Equipamento de abertura de brechas	- Redução de obstáculos	- Guerra do Golfo. - Guerra da Ucrânia	Sim (4)	Não
Sistema robótico de limpeza de área	- Redução de obstáculos ¹² - Comprovação de brechas abertas	- Guerra na Ucrânia. - Limpeza de áreas minadas na região de Nagorno-Karabakh ¹³ e na cidade de Palmira, Síria.	Não	Não
Aeronave remotamente pilotada	Reconhecimento e vigilância para o levantamento de elementos essenciais de inteligência sobre os obstáculos e o inimigo	- Guerra na Ucrânia.	Não	Não

QUADRO 7 – Meios remotos empregados em Op Ab Bre

Fonte: O autor

¹² Limitada à carga explosiva que o sistema robótico ou o implemento empregado suporta.

¹³ Território disputado pelas Repúblicas da Armênia e do Azerbaijão.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Buscando readequar a estrutura prevista para os Batalhões de Engenharia orgânicos das Brigadas Mecanizadas, no que tange às Op Ab Bre em obstáculos com explosivos, foram levantadas algumas questões acerca da organização, composição e características, bem como dos meios de redução de obstáculos previstos e existentes nas atuais subunidades de Engenharia mecanizadas.

Tais tópicos foram levantados visando analisar a influência do emprego de meios remotos para a neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brecha, com base nos meios, técnicas, táticas e procedimentos empregados pelas principais potências militares do mundo em conflitos recentes.

Em consequência da supracitada análise, buscou-se apresentar uma proposta de atualização dos meios e métodos empregados nessas operações, a fim de atualizar a Doutrina, Pessoal e Material dos BE Cmb Mec do EB.

Conforme abordado no capítulo anterior, apesar de estarem previstos em QDM equipamentos de abertura de brechas, as Cia E Cmb Mec do EB não dispõem desses meios essenciais para a segurança e a agilidade de uma Op Ab Bre.

A pesquisa realizada sugere que esses meios figuram como os mais eficazes para manter a impulsão das tropas na transposição de obstáculos com explosivos, principalmente os campos de minas. Quer seja o MICLIC americano ou os dispositivos similares empregados por outros exércitos, como o veículo blindado de desminagem russo UR-77, os sistemas de lançamento de cargas lineares não só reduzem o tempo de abertura de brechas, como diminuem a exposição da tropa que realiza a transposição de um obstáculo, sobretudo em zonas de obstáculos batidas pela observação e pelos fogos inimigos.

Turner (2019) vai além, sugerindo o emprego de um MICLIC sobre o chassi de um veículo terrestre não tripulado (UGV), tornando uma Cia E Cmb três vezes mais eficaz em seu emprego. Essa alternativa não apenas fornece uma solução de modernização, mas também propicia uma maior quantidade de brechas abertas, ao passo que diminui o efetivo empregado, aumenta a letalidade, a velocidade e o alcance operacional de uma Brigada (TURNER, 2019, p. 64).

A opção apresentada permite ainda que as frações de Engenharia remanescentes realizem outros trabalhos em apoio à mobilidade, aumentando a disponibilidade dessas tropas (TURNER, 2019, p. 67).

Já os sistemas robóticos de limpeza de área e as aeronaves remotamente pilotadas, sequer estão previstos nos Quadros de Dotação de Material das Subunidades de Engenharia orgânicas das Brigadas Mecanizadas.

Utilizados em diversas operações militares modernas, com destaque para a Guerra na Ucrânia e a limpeza de áreas na Síria e na região de Nagorno-Karabakh, os sistemas robóticos de limpeza de área consistem em ferramentas eficazes e seguras, diminuindo a exposição humana aos riscos inerentes aos artefatos explosivos convencionais e improvisados.

Acerca do emprego desses sistemas nas Op Ab Bre, Turner (2019) aponta a importância da capacidade de um comandante de empregar equipes tripuladas e não tripuladas como uma inovação disruptiva que ganha mais ênfase, especificamente nas forças de apoio ao combate (TURNER, 2019, p. 63).

Em suma, constata-se que o Exército Brasileiro não dispõe atualmente de meios remotos para as Op Ab Bre, estando apto a realizar a Abertura de Brechas apenas empregando métodos manuais. Esses métodos, apesar de eficazes, são onerosos e lentos, tornando a redução de obstáculos com explosivos uma tarefa lenta e mais arriscada.

Ressalta-se ainda que os QDM e os QC da Engenharia orgânica das Brigadas Mecanizadas não estão atualizados com a doutrina em vigor recentemente aprovada, qual seja o Manual de Campanha Batalhão de Engenharia de Combate Blindado e Mecanizado EB 70-MC-10.347, suscitando a adequação do EB às modernizações da doutrina recém aprovadas.

6. CONCLUSÃO

Com base nos argumentos apresentados, pode-se concluir que o uso de meios remotos para a neutralização de artefatos explosivos em operações de abertura de brechas influencia positivamente indicadores de apoio à mobilidade. Tais sistemas mostraram-se eficazes nas operações de abertura de brechas realizadas em conflitos atuais, à medida que reduziram o tempo dessas operações, propiciando uma maior quantidade de brechas abertas e diminuindo o efetivo empregado. Como consequência, incrementaram a velocidade das operações e a disponibilidade das tropas de Engenharia para a realização de outros trabalhos. Além disso, diminuíram a exposição da tropa, reduzindo as perdas em pessoal e material e propiciando a manutenção da impulsão do ataque.

Neste sentido, recomenda-se a aquisição e inclusão em Quadros de Dotação de Material (QDM) de meios remotos para as operações de abertura de brecha nas Organizações Militares (OM) de Engenharia orgânicas das Brigadas Mecanizadas. Ressalta-se ainda a necessidade de atualização dos Quadros de Cargos (QC) dessas OM, tendo em vista que os atuais QC ainda as apresentam com valor Subunidade.

A seguir, apresenta-se as recomendações do presente estudo subdivididas nos fatores determinantes de capacidade Doutrina, Organização e Material.

6.1 DOCTRINA DE ABERTURA DE BRECHAS DO BE CMB MEC

Quanto ao fator determinante de capacidade Doutrina, ao analisar a literatura acerca do tema em questão, observou-se a necessidade de atualização do QDM e do QC das Cia E Cmb Mec orgânicas das Brigadas Médias. Essa necessidade se dá em virtude da recente aprovação de produtos doutrinários que trazem o BE Cmb Mec como a Engenharia orgânica das Brigadas Mecanizadas, quais sejam os Manuais de Campanha Brigada de Infantaria Mecanizada (EB70-MC-10.367); Brigada de Cavalaria Mecanizada (EB70-MC-10.309); e Batalhão de Engenharia de Combate Blindado e Mecanizado (EB70-MC-10.347).

6.2 ORGANIZAÇÃO DO BE CMB MEC PARA A ABERTURA DE BRECHAS

Sob a ótica da Organização, aponta-se a necessidade de atualizar o Quadro de cargos das subunidades do BE Cmb Mec para adequá-los à nova estrutura organizacional prevista na doutrina em vigor, bem como ao emprego dos meios remotos para as Op Ab Bre. No quadro abaixo, apresenta-se uma proposta de QC

para o Pel E Ap do BE Cmb Mec, fração apta a reforçar os Pel E Cmb em meios e pessoal especializados para a abertura de brechas em obstáculos com explosivos. Ressalta-se que não foram incluídos cargos nem alterados postos e graduações do efetivo previsto no atual QC da Cia E Cmb Mec, apenas adaptou-se as habilitações para englobar as capacidades requeridas ao emprego dos meios remotos:

Discriminação do cargo	Ocupante	Efetivo	Arma/Quadro/Serviço-QM	Habilitações	
1.1 Comando					
Comandante	1º Ten	1	8105	000	000
Subcomandante	1º Ten	1	8105	348	000
1.2 Grupo de comando					
Sargento adjunto	2º Sgt	1	5205	550	348
Sapador	Cb	1	0501	(a) ¹⁴	000
1.3 Grupo VBC Eng					
Comandante	3º Sgt	1	5205	765	000
Motorista de Viatura Blindada de Combate	Cb	3	0501	751	000
Motorista de Viatura Blindada de Combate	Cb	2	0501	751	765
Motorista de Viatura Blindada de Combate	Cb	2	0501	751	(k) ¹⁵
Motorista de Viatura Blindada de Combate	Cb	1	0501	751	(h) ¹⁶

¹⁴ 750 e 927

¹⁵ 765 e 782

¹⁶ 756, 765 e 920

Operador de máquinas de construção	Cb	2	0522	(j) ¹⁷	000
Operador de máquinas de construção	Cb	1	0522	(i) ¹⁸	000
1.4 Grupo de Apoio à Mobilidade					
1.4.1 Turma de Mobilidade					
Comandante	3º Sgt	1	5205	348	000
Sapador	Cb	1	0501	000	000
Sapador	Sd	4	0501	920	000
1.4.2 Turma de Meios remotos					
Comandante	3º Sgt	1	5205	000	(x) ¹⁹
Sapador	Sd	1	0501	000	(y) ²⁰
Sapador	Sd	3	0501	000	000
1.5 Grupo de Apoio à Contramobilidade					
1.5.1 Turma de Contramobilidade					
Comandante	3º Sgt	1	5205	000	000
Sapador	Sd	2	0501	757	000
Sapador	Sd	2	0501	920	000
Sapador	Sd	1	0501	000	000

¹⁷ 765 e 769

¹⁸ 765 e 767

¹⁹ Operador de Sistema robótico de limpeza de minas e operador de aeronave remotamente pilotada

²⁰ Auxiliar de operação de Sistema robótico de limpeza de minas e operador de aeronave remotamente pilotada

1.5.2 Turma de Meios remotos					
Comandante	3º Sgt	1	5205	000	(x)
Sapador	Sd	1	0501	920	(y)
Sapador	Sd	3	0501	920	000
1.6 Grupo de Apoio à Proteção					
Comandante	3º Sgt	1	5205	000	000
Auxiliar	Cb	1	3200	000	000
Sapador	Sd	1	0501	718	000
Sapador	Sd	1	0501	754	000
Sapador	Sd	2	0501	757	000
Sapador	Sd	2	0501	000	000
Motorista	Sd	1	1055	000	000
Sapador	Sd	1	0501	714	000
Sapador	Sd	1	0501	761	000

QUADRO 8 – Proposta de QC do Pel E Ap do BE Cmb Mec

Fonte: O autor

Código	Descrição
0501	Qualificação Militar Geral (QMG) 05 – Engenharia/Qualificação Militar Particular (QMP) 01 – Combatente
0522	Qualificação Militar Geral (QMG) 05 – Engenharia/Qualificação Militar Particular (QMP) 22 – Operador de Equipamento de Engenharia
1055	Qualificação Militar Geral (QMG) 10 – Intendência/Qualificação Militar Particular (QMP) 55 – Pessoal de Transporte
3200	Qualquer QMG, exceto as QMG 08 – Saúde e 00 – Singular
5205	Qualificação Militar de Subtenentes e Sargentos (QMS) Engenharia
8105	Arma de Engenharia
348	Mergulho
550	Aperfeiçoamento de Sgt de Qualquer QMS

714	Auxiliar de Refrigeração
718	Bombeiro Hidráulico
750	Motorista de Viatura Blindada de Transporte
751	Motorista de Viatura Blindada Especial
754	Operador de Betoneira
756	Operador de Carregadeira
757	Operador de Compressor de Ar
761	Operador de Gerador
765	Operador de Máquina de Construção
767	Operador de Motoniveladora
769	Operador de Pá Mecânica
782	Tratorista
920	Motorista
927	Radioperador

QUADRO 9 – Proposta de legenda do QC do Pel E Ap do BE Cmb Mec

Fonte: adaptado de Brasil, 2016, folhas 8 a 9

6.3 MATERIAL DO BE CMB MEC PARA A ABERTURA DE BRECHAS

O emprego de meios remotos se mostrou eficaz nas últimas décadas para as Op Ab Bre, com a redução de perdas em pessoal e material, e a manutenção da impulsão do ataque. Diante do exposto, sugere-se no quadro abaixo os meios remotos do BE Cmb Mec para a abertura de brechas a serem incluídos em QDM:

Categoria de meio remoto	Quantidade prevista na Cia E Cmb Mec	Quantidade proposta para o BE Cmb Mec	Sugestão de distribuição do material por fração
Equipamento de abertura de brechas	4	9	1 para o Pel E Ap e 1 para cada Pel E Cmb
Sistema robótico de limpeza de área	0	1	Pel E Ap

Aeronave remotamente pilotada	0	9	1 para o Pel E Ap e 1 para cada Pel E Cmb
-------------------------------	---	---	--

QUADRO 10 – Proposta de distribuição de materiais para a abertura de brechas no BE Cmb Mec

Fonte: O autor

Apesar de não ser alvo do presente estudo, ao analisar a literatura acerca do tema em questão, verificou-se a necessidade de aprofundamento acerca do tema “veículos blindados de Engenharia”. Esses veículos são utilizados com implementos como arados, rolos, lâminas e correntes resistentes a cargas explosivas para o sucesso na redução de obstáculos com explosivos nas Op Ab Bre, principalmente na fase de Comprovação de uma abertura de brecha. Além disso, implementos como radares de penetração do solo e braços manipuladores possuem a capacidade de investigar o terreno a fim de detectar obstáculos com artefatos explosivos enterrados ou dissimulados.

REFERÊNCIAS

ARMY RECOGNITION. **UR-77 METEORIT Mine-clearing engineer tracked armored vehicle - Russia**. 2019. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/russia_russian_military_field_equipment/ur-77_meteorit_mine-clearing_engineer_tracked_armored_vehicle_data.html>. Acesso em 16 jul 2023.

ARMY RECOGNITION. **US has delivered M58 Mine Clearing Line Charge MICLIC systems to Ukraine**. 06 nov. 2022. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/ukraine_-_russia_conflict_war_2022/us_has_delivered_m58_mine_clearing_line_charge_miclic_systems_to_ukraine.html>. Acesso em 06 maio 2023.

ARMY TECHNOLOGY. **Uran-6 Mine-Clearing Robot**. 19th Sep. 2016. Disponível em: <<https://www.army-technology.com/projects/uran-6-mine-clearing-robot/>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

BARBERO, Michael D. Improvised explosive devices are here to stay. **The Washington Post**, [Washington], May 2013. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/opinions/improvised-explosive-devices-are-here-to-stay/2013/05/17/8d9c9d7c-be64-11e2-9b09-1638acc3942e_story.html>. Acesso em: 14 fev. 2023.

BRASIL. Exército. Comando de Operações terrestres (COTER). **A Engenharia nas Operações – EB70-MC-10.237**. 1. Ed. Brasília, DF, 2018a.

_____. Exército. Comando de Operações terrestres (COTER). **Batalhão de Engenharia de Combate Blindado e Mecanizado – EB70-MC-10.347**. 1. Ed. Brasília, DF, 2023a.

_____. Exército. Comando de Operações terrestres (COTER). **Brigada de Cavalaria Mecanizada – EB70-MC-10.309**. 3. Ed. Brasília, DF, 2019a.

_____. Exército. Comando de Operações terrestres (COTER). **Brigada de Infantaria Mecanizada – EB70-MC-10.367**. Edição experimental. Brasília, DF, 2021a.

_____. Exército. Comando de Operações terrestres (COTER). **Efeitos dos Obstáculos – EB70-MT-10.403**. 1. Ed. Brasília, DF, 2019b.

_____. Exército. Comando de Operações terrestres (COTER). **Neutralização de Artefatos Explosivos no Exército Brasileiro – EB70-CI-11.452**. Edição experimental. Brasília, DF, 2021b.

_____. Exército. Comando de Operações terrestres (COTER). **Operações – EB70-CI-10.223**. 5.Ed. Brasília, DF, 2017a.

_____. Exército. Comando de Operações terrestres (COTER). **Plano de Desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre (PDDMT) – EB70-P-10.001**. Edição 2023. Brasília, DF, 2023b.

_____. Exército. Comando de Operações terrestres (COTER). [Brasília], 2023c. **Seção de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas**. Disponível em: < <http://www.coter.eb.mil.br/index.php/div-aviacao-e-seguranca/secao-de-investigacao-e-prevencao-de-acidentes-aeronauticos-4>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

_____. Exército. Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX). **Dados Médios de Planejamento Escolar (DAMEPLAN) – EB60-ME-11.401**. 1. Ed. Brasília, DF, 2017b.

_____. Exército. Departamento de Educação e Cultura do Exército (DECEX). **Operação de Transposição de obstáculos artificiais – EB60-ME-13.302**. 1. Ed. Brasília, DF, 2020a.

_____. Exército. Departamento de Engenharia e Construção. **Boletim Técnico Nr 26: Material de Engenharia. Notícias e Normatização**. Brasília, DF, 2020b.

_____. Exército. Estado-Maior. **Batalhão de Engenharia de Combate – C 5-7**. 2. Ed. Brasília, DF, 2001.

_____. Exército. Estado-Maior. **Batalhões de Infantaria – C 7-20**. 3. Ed. Brasília, DF, 2003.

_____. Exército. Estado-Maior. **Glossário de Termos e Expressões para Uso no Exército – EB20-MF-03.109**. 2. Ed. Brasília, DF, 2019c.

_____. Exército. Estado-Maior. **Manual de Campanha Minas e Armadilhas – C 5-37**. 2. Ed. Brasília, DF, 2000a.

_____. Exército. Estado-Maior. **Plano estratégico do Exército 2020-2023 – EB 10-P-01.007**. Brasília, DF, 2019d.

_____. Exército. Estado-Maior. **Portaria nº 101, de 01 AGO 07: Aprova o Quadro de Dotação de Material da Companhia de Engenharia de Combate Mecanizada**. Publicada no BARE nº 12, de OUT 2012 (Separata).

_____. Exército. Estado-Maior. **Portaria nº 136, de 02 OUT 12: Aprova as Normas para Referenciação dos Cargos Militares do Exército Brasileiro**. Publicada no BE nº 31, de AGO 2007.

_____. Exército. Estado-Maior. **Portaria nº 221, de 03 OUT 18: Aprova a Diretriz para a Continuidade da Implantação dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas no Exército Brasileiro (EB20-D-03.014)**. Publicada no Boletim do Exército nº 41, de 11 OUT 2018. 2018b.

_____. Exército. Estado-Maior. **Portaria nº 227, de 22 SET 15: Aprova a padronização do SARP Catg 1 HORUS FT 100, da empresa Flight Technologies**. Publicada no Boletim do Exército nº 41, de 25 SET 2015. 2015.

_____. Exército. Estado-Maior. **Quadro de Cargos da Companhia de Engenharia de Combate Mecanizada**. Publicada no BARE nº 07, de 29 JUL 2016 (Separata).

_____. Ministério da Defesa. **Doutrina Militar Terrestre - EB20-MF-10.102**. 1. ed. Brasília, DF, 2019e.

_____. Ministério da Defesa. **Histórico da participação brasileira em missões da ONU**, [Brasília], Abr 2020c. Disponível em: <https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/copy_of_missoes-de-paz/historico-da-participacao-brasileira-em-missoes-da-onu>. Acesso em: 14 nov. 2022.

_____. Ministério da Defesa. **Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas - MD33-M-02**. 4. ed. Brasília, DF, 2021c.

_____. Ministério da Defesa. **O Apoio de Engenharia no Escalão Brigada – C 5-10**. 2. ed. Brasília, DF, 2000b.

_____. Ministério da Defesa. **Operações – EB20-MF-10.103**. 4. ed. Brasília, DF, 2014.

_____. Ministério do Exército. **Explosivos e Destruições – C 5-25**. 3. ed. Brasília, DF, 1991.

_____. Polícia Militar do Distrito Federal (PMDF). **Manual do Explosivista**. 1. Ed. Brasília, DF, 2020d.

CALEGARI, Pablo de Borba; DOS SANTOS, Carlos Alexandre Geovanini. **Proteção Antiminas da Viatura Blindada de Transporte de Pessoal Média Sobre Rodas Guarani (VBTP MSR Guarani)**. Defesanet, 2018. Disponível em: <<https://www.defesanet.com.br/guarani/noticia/31175/guarani-protecao-antiminas-vbtp-msr-guarani/>>. Acesso em 11 mar. 2023.

COOKE, Gary W. M1126 Stryker Infantry Carrier Vehicle. **Gary's Combat Vehicle Reference Guide**, [S.l.], 15th Nov. 2009. Disponível em: <<http://www.inetres.com/gp/military/cv/inf/M1126.html>>. Acesso em: 06 mar. 2023.

DEL GALLO, Daniel Augusto. **A atividade de detecção e neutralização de artefatos explosivos improvisados: uma proposta de doutrina de limpeza de vias**. 2017. 677 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, EsAO, Rio de Janeiro, 2017.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA (EUA). Headquarters, Department of the Army. **Countering Explosive Hazards – ATP 3-34.20/MCRP 3-17.20**. Washington, Jan. 2016.

_____. Headquarters, Department of the Army. **Explosive Ordnance Disposal (EOD) Company, Platoon, and Team Operations – ATP 4-32.3**. Washington, Apr. 2017.

_____. Headquarters, Department of the Army. **Multi-Service Tactics, Techniques, and Procedures for Explosive Ordnance – ATP 4-32.2**. Washington, Jul. 2015.

_____. Peace Operations Training Institute (POTI). **Mine Action and Explosive Hazard Management: Humanitarian Impact, Technical Aspects, and Global Initiatives**. Virginia. Disponível em: <<https://www.peaceopstraining.org/users/courses/1551411/mine-action-and-explosive-hazard-management/>>. Acesso em: 12 nov 2022. New York, 2014.

_____. United Nations Mine Action Service (UNMAS). **Improvised Explosive Device Lexicon**. Disponível em: <https://www.unmas.org/sites/default/files/unmas_ied_lexicon_0.pdf>. Acesso em: 09 nov 2022. New York, 2022a.

_____. United Nations Mine Action Service (UNMAS). **IMAS 04.10: Glossary of mine action terms, definitions and abbreviations**. Disponível em: <https://www.mineactionstandards.org/fileadmin/user_upload/IMAS_04.10_Ed.2_Am.10.pdf>. Acesso em: 09 nov 2022. New York, 2019.

_____. United Nations Mine Action Service (UNMAS). **IMAS 09.30: Explosive Ordnance Disposal**. Disponível em: <https://www.mineactionstandards.org/fileadmin/user_upload/IMAS_09.30_Ed.2_Am.6_02.pdf>. Acesso em: 22 fev 2023. New York, 2022b.

_____. United Nations Mine Action Service (UNMAS). **Test and Evaluation Protocol IMAS 09.30/01/2022: Conventional Explosive Ordnance Disposal (EOD) Competency Standards**. Disponível em: <https://www.mineactionstandards.org/fileadmin/user_upload/IMAS_09.30_Ed.2_Am.6_02.pdf>. Acesso em: 22 fev 2023. New York, 2022c.

FT SISTEMAS. **FT-100 - Quando sua Missão não Pode Falhar: A escolha da defesa brasileira em aeronaves não tripuladas**. [São José dos Campos], 2017. Disponível em: <<http://ftsistemas.com.br/ft-100/>>. Acesso em: 11 mar. 2023.

GALANTE, Alexandre. **Blindado robô russo 'Uran-6' é usado durante desminagem em Nagorno-Karabakh**. 7 dez. 2020. Disponível em: <<https://www.forte.jor.br/2020/12/07/blindado-robo-russo-uran-6-e-usado-durante-desminagem-em-nagorno-karabakh/>>. Acesso em: 06 maio 2023.

SUÍÇA. Geneva International Centre for Humanitarian Demining. **Improvised explosive device clearance good practice guide**. GICHD: Geneva, 2020.

GLOBAL SECURITY. **M58 mine clearing line charge (MICLIC)**. [Alexandria], 07th July. 2011a. Disponível em: <<http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/m58-miclic.htm>>. Acesso em: 06 mar. 2023.

GLOBAL SECURITY. **Mk7 Antipersonnel Obstacle Breaching Systems (APOBS)**. [Alexandria], 07th July. 2011b. Disponível em: <<https://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/apobs.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

HOULAHAN, Thomas. **Mine Field Breaching in Desert Storm**. The Journal of Mine Action, p. 26-30, Volume 5, 3. Ed. 2001. Disponível em: <<https://commons.lib.jmu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2317&context=cisr-journal>>. Acesso em 04 maio 2023.

HUNDER, Max. **Inside Ukraine's scramble for "game-changer" drone fleet**. Reuters, 24 Mar. 2023. Disponível em: <<https://www.reuters.com/world/europe/inside-ukraines-scramble-game-changer-drone-fleet-2023-03-24/>>. Acesso em 07 maio 2023.

JÚNIOR, Luiz Euclides Palmeira. **Ferramentas remotamente controladas na desativação de artefatos explosivos em ações contra o terrorismo**. Revista do Exército Brasileiro, p. 25-29, Vol. 158, 1º quadrimestre de 2022.

JÚNIOR, Paulo Roberto Bastos. Guarani Engenharia em testes. **Tecnodefesa**, 2021. Disponível em: <<https://tecnodefesa.com.br/guarani-engenharia-em-testes/>>. Acesso em: 11 de mar. de 2023.

KOSCIURESKI, Erelton Marcos. A Engenharia do Exército Russo. **Doutrina Militar**, Brasília, Ano 010, Edição 031, p. 18-29, jul./set. 2022. Disponível em <<http://ebrevistas.eb.mil.br/DMT/article/view/10921/8804>>. Acesso em: 09 mar. 2023.

MAGNESS, Thomas H. **Seven Breaching Habits of Highly Effective Units**. Defense Technical Information Center. Oct/Dec 2003. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA596549.pdf>>. Acesso em 04 maio 2023.

METZ, Steven. **Strategic Asymmetry**. Military Review, p. 23-31, Jul./Aug. 2001.

MILITARY Analysis Network. **Engineer Bulletin February**. 1998. Disponível em: <<https://man.fas.org/dod-101/sys/land/docs/980200-greene.htm>>. Acesso em 31 ago 2023.

MONTEIRO, Flávio André Bezerra. **Sistemas remotamente controlados: a proteção de tropas contra artefatos explosivos improvisados no escalão Brigada**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, EsAO, Rio de Janeiro, 2017.

PITZ, Ígor Berta. **Tarefas de Engenharia necessárias às Brigadas Blindadas: estruturando o apoio de Engenharia**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, EsAO, Rio de Janeiro, 2020.

PORTUGAL. EXÉRCITO PORTUGUÊS. PDE 3-64-00 – **Counter Improvised Explosive Device**. Portugal, 2011.

ROBLIN, Sebastian. **Don't Just Call Them 'Drones': A Guide to Military Unmanned Systems on Air, Land and Sea**. Forbes, 30 Sep. 2019. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/sebastienroblin/2019/09/30/dont-just-call-them-drones-a-laypersons-guide-to-military-unmanned-systems-on-air-land-and-sea/?sh=473da44a2b00>>. Acesso em 07 maio 2023.

ROSOBORONEXPORT. **Uran-6: Multifunctional Robotic Demining System**. 19th September. 2023. Disponível em: <<http://roe.ru/eng/catalog/land-forces/engineer-equipment/uran6/>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

TS2 Space. **Aerial Mine Clearing: Using Drones to Combat Landmine Threats**. 2 Abr 2023. Disponível em: < <https://ts2.space/en/aerial-mine-clearing-using-drones-to-combat-landmine-threats/>>. Acesso em: 02 set 2023.

TURNER, A. C. **Trailblazers of Unmanned Ground Vehicles: Defense Threat Reduction Agency and Marine Corps Warfighting Lab**. Military Review, p. 60-68, Nov/Dec. 2019. Disponível em: <<https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/November-December-2019/Turner-UGVs/>>. Acesso em: 07 maio 2023.