

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO

TC Art MARCELO DA SILVA MÜLLER

A viabilidade da utilização das munições com alta tecnologia (*Excalibur* e *OTO Vulcano*) na Artilharia de Campanha Autopropulsada de tubo e sobre lagartas para apoiar o Corpo de Exército



Rio de Janeiro

2022

TC Art MARCELO DA SILVA **MÜLLER**

A viabilidade da utilização das munições com alta tecnologia (*Excalibur* e *OTO Vulcano*) na Artilharia de Campanha Autopropulsada de tubo e sobre lagartas para apoiar o Corpo de Exército

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa Nacional.

Orientador: TC Art Flávio Zylberberg **Balbino** Figueira

Rio de Janeiro

2022

M958v Müller, Marcelo da Silva

A viabilidade da utilização das munições com alta tecnologia (Excalibur e OTO Vulcano) na Artilharia de Campanha Autopropulsada de tudo e sobre lagartas para apoiar o Corpo de Exército. / Marcelo da Silva Müller. – 2022.

58 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Flávio Zylberberg Balbino Figueira.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) —Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2022.

Bibliografia: f. 53-57.

5. ARTILHARIA DE CAMPANHA 2. EXCALIBUR 3. OTO VULCANO 4. CORPO DE EXÉRCITO 5. ARTILHARIA DO CORPO DE EXÉRCITO I. Título.

CDD 358.1282

TC Art MARCELO DA SILVA MÜLLER

A viabilidade da utilização das munições com alta tecnologia (*Excalibur* e *OTO Vulcano*) na Artilharia de Campanha Autopropulsada de tubo e sobre lagartas para apoiar o Corpo de Exército

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa Nacional.

Aprovado em de outubro de 2022.

COMISSÃO AVALIADORA

Flávio Zylberberg **Balbino** Figueira – TC Art – Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

Rafael de Mattos **Falcão** – TC Cav – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

Rodrigo Mendes Régua **Barcelos** – Maj Inf – Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

À minha esposa, meus filhos, meu pai e em especial à minha saudosa mãe, fontes de inspiração e exemplos a serem seguidos por mim.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades que tem me oferecido e pela vida com plena saúde.

Ao Exército Brasileiro, base da minha formação como profissional e pessoa.

Ao meu orientador, TC Balbino, pela orientação precisa e oportuna, facilitando a realização deste trabalho.

A todos os meus familiares, em especial à minha amada mãe, pela compreensão e imenso apoio em todos os momentos que precisei.

“O Canhão desempenha o principal papel, é com a Artilharia que a Guerra é feita.”
(Napoleão Bonaparte)

RESUMO

Este trabalho analisa a viabilidade do emprego das munições *Excalibur* e *OTO Vulcano* pelos Grupos de Artilharia de Campanha Autopropulsados sobre Lagartas em apoio ao Corpo do Exército. A revisão bibliográfica foi dividida em três capítulos. No primeiro capítulo, o trabalho aborda aspectos doutrinários do Corpo de Exército, da Artilharia de Corpo de Exército e da Divisão de Exército, apresentando conceitos, características, estrutura organizacional e emprego, proporcionando concepções a respeito das necessidades e capacidades desses escalões. No segundo capítulo do trabalho foi feita a análise de um Grupo de Artilharia de Campanha Autopropulsado e suas missões mais típicas para o escalão Corpo de Exército. Em uma segunda parte, são apresentadas as características e possibilidades da VBC OAP M109 A5+ Br e da família de obuseiros M109, em especial no uso e efeito de munições dentro da função de combate Fogos. No terceiro capítulo, foram apresentadas as características das munições *Excalibur* e *OTO Vulcano*, com ênfase para as vantagens e desvantagens do emprego nos mais altos escalões envolvidos no Teatro de Operações. Com isso o estudo verifica se o emprego efetivo dessas munições pode modificar o Poder de Combate do Corpo de Exército em operações convencionais no cenário internacional da atualidade. Por fim, constatou-se que o emprego das munições estudadas cria possibilidades benéficas para o escalão Corpo de Exército, sendo o uso envolvido de situações positivas para o Estado Brasileiro em um cenário de conflito internacional.

Palavras-chave: Artilharia de Campanha. *Excalibur*. *OTO Vulcano*. VBC OAP M109 A5+ Br. Corpo de Exército. Artilharia do Corpo de Exército.

ABSTRACT

This research paper analyzes the feasibility of Self-Propelled Field Artillery Groups using *Excalibur* and *OTO Vulcano* ammunition on track vehicles in support of Army operations at the Army Corps level. The literature review was divided into three chapters. In the first chapter, the paper addresses doctrinal aspects of the Army Corps, Army Corps' Artillery and Army Division, presenting concepts, characteristics, organizational structure and employment, providing conceptions about the needs and capabilities of these levels. The second chapter, presents an analysis of a Self-Propelled Field Artillery Group and its most typical missions for the Army Corps echelon. Additionally, the characteristics and possibilities of the VBC OAP M109 A5+ Br and VBC OAP M109 A3 are presented, specifically, the use and effect of ammunition within the Fires combat function. The third chapter presents the characteristics of *Excalibur* and *OTO Vulcano* ammunition, with emphasis on the advantages and disadvantages of employment in the highest levels involved in the Theater of Operations. Thus, the study verifies whether the effective use of ammunition can modify the Relative Combat Power of the Army Corps in conventional operations in the international scenario today.

Keywords: Field Artillery. Excalibur. OTO Vulcan. VBC OAP M109 A5+ Br. Army Corps. Army Corps Artillery.

LISTA DE ABREVIATURAS

ACEx	Artilharia do Corpo de Exército
Aç Cj	Ação de Conjunto
Aç Cj - Ref F	Ação de Conjunto e Reforço de Fogos
AD	Artilharia Divisionária
AE	Alto Explosiva
AFCS	<i>Advanced Fire and Control System</i> (Sistema Avançado de Controle e tiro)
AP	Autopropulsado (a)
Apvt Exi	Aproveitamento do Êxito
Art Cmp	Artilharia de Campanha
Bda	Brigada
Bda Bld	Brigada Blindada
Bda Inf Bld	Brigada de Infantaria Blindada
BER	<i>Ballistic Extended Range</i> (Alcance Balístico Estendido)
C Cj	Comando Conjunto
CEP	<i>Circular Error Probable</i> (Erro Circular Provável)
C Ex	Corpo de Exército
Cmt	Comandante
DE	Divisão de Exército
DOAMEPI	Doutrina, Organização, Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura
EB	Exército Brasileiro
ECEME	Escola de Comando e Estado-Maior do Exército
EFD	Estado Final Desejado
Elm Man	Elemento de Manobra
EsAO	Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais
EUA	Estados Unidos da América
FAMES	Flexibilidades, Adaptabilidade, Modularidade, Elasticidade e Sustentabilidade
FMS	<i>Foreign Military Sales</i> (Vendas militares para estrangeiros)
FT U Bld	Força Tarefa Unidade Blindada
FTC	Força Tarefa Componente

F Ter	Força Terrestre
F Cte	Força Componente
GAC	Grupo de Artilharia de Campanha
GAC AP	Grupo de Artilharia de Campanha Autopropulsado
GLR	<i>Guided Long Range</i> (Guiamento de Longo Alcance)
GPS	<i>Global Position System</i>
Gpt	Grupamento
MAPS	<i>Modular Azimuth Positioning System</i> (Sistema Modular de Posicionamento de Direção)
OCOP	Projeto de Obtenção da Capacidade Operacional Plena
Op	Operação
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PBC	Planejamento Baseado em Capacidades
PEE	Projeto Estratégico do Exército
PGK	<i>Precision Guidance Kit</i> (Kit de Guiamento de Precisão)
PRC	Poder Relativo de Combate
QDM	Quadro de Dotação de Material
Rgt	Regimento
SMEM	Sistema de Material de Emprego Militar
SAC	Sistema de Artilharia de Campanha
SAL	<i>Semi Active Laser</i> (Laser semiativo)
SISFRON	Sistema Integrado de Monitoramento da Fronteira
TO	Teatro de Operações
VBC OAP	Viatura Blindada de Combate Obuseiro Autopropulsado

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Organização do Corpo de Exército.....	21
Figura 2 – Organograma da DE subordinada ao Corpo de Exército.....	22
Figura 3 – Organização da Artilharia de Corpo de Exército.....	23
Figura 4 – Classificação dos fogos	26
Figura 5 – Classificação dos fogos (Aspecto Tático)	26
Figura 6 – Organização do GAC para AD	27
Figura 7 – Organização do GAC AP.....	28
Figura 8 – Quadro comparativo de tubos L39 e L52.....	31
Figura 9 – Evolução das VBC OAP M109	34
Figura 10 – VBC OAP M109 A5+ BR.....	37
Figura 11 – Conjunto de equipamentos da VBC OAP M109 A5+ BR.....	38
Figura 12 – Erro em torno do ponto de impacto.....	40
Figura 13 – Granada M982 Excalibur	42
Figura 14 – Trajetória da granada M982 Excalibur.....	44
Figura 15 – Granada OTO Vulcano	46
Figura 16 – Granada OTO Vulcano 155mm GLR.....	47
Figura 17 – Kit de programação Granada OTO Vulcano	47
Figura 18 – Trajetória da Granada OTO Vulcano	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	TEMA.....	15
1.2	PROBLEMA.....	15
1.2.1	Alcances e Limites	16
1.2.2	Justificativas	16
1.3	OBJETIVOS	17
1.3.1	Objetivo Principal	17
1.3.2	Objetivo Específicos	17
1.4	METODOLOGIA.....	17
1.4.1	Objetivo Formal de Estudo	17
1.4.2	Delineamento de Pesquisa	18
1.4.3	Coleta de Dados	18
2	CORPO DE EXÉRCITO	19
2.1	A DOCTRINA MILITAR E O CORPO DE EXÉRCITO	19
2.2	AS CARACTERÍSTICAS DO CORPO DE EXÉRCITO	20
2.3	A ARTILHARIA DE CORPO DE EXÉRCITO	23
3	GRUPO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA	27
3.1	AS MISSÕES E CARACTERÍSTICAS DOS GAC AP.....	28
3.2	CARACTERÍSTICAS E EVOUÇÃO DAS VBC OAP M109.....	32
3.2.1	VBC OAP M109 A5	35
3.2.2	VBC OAP M109 A5+ Br	36
4	MUNIÇÕES COM ALTA TECNOLOGIA	40
4.1	GRANADA M982 <i>EXCALIBUR</i>	41
4.1.1	Características	42
4.1.2	Vantagens	43
4.1.3	Desvantagens	44
4.2	GRANADA <i>OTO VULCANO</i>	45
4.2.1	Características	46
4.2.2	Vantagens	48
4.2.3	Desvantagens	49
5	CONCLUSÃO	51
	REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

As mudanças no Exército Brasileiro estão ocorrendo de forma significativa, com destaque para a aquisição de Viaturas Blindadas de Combate Obuseiro Autopropulsado 155mm M109 A5+ Br (VBC OAP 155mm M109 A5+ Br).

Segundo Pinto; Dos Santos (2018, p.2), os novos obuseiros integrados à Força Terrestre mobilizam os Grupos de Artilharia de Campanha Autopropulsados (GAC AP) orgânicos das 5ª e 6ª Brigada de Infantaria Blindada (Bda Inf Bld). Essas aquisições resultaram em sucessivas mudanças nos GAC AP orgânicos das 3ª e 5ª Divisão de Exército (DE), pois a reformulação dos Quadros de Dotação de Material (QDM) desses GAC Autopropulsados (AP) foram diretamente impactados com as mudanças citadas anteriormente, inserindo novas possibilidades nas ações de combate.

Assim, os estudos realizados pelo Exército Brasileiro (EB) foram utilizados para analisar as missões, a organização, o Poder Relativo de Combate (PRC) e as atribuições que a Força Terrestre (F Ter) identifica como necessárias no nível Corpo de Exército (C Ex), viabilizando a utilização das munições *Excalibur* e *OTO Vulcano*, com a otimização dos efeitos de acordo com as demandas desse escalão de combate.

As grandes mudanças tecnológicas e o surgimento de riscos e ameaças implicam na necessidade de respostas industriais que proporcionem valor agregado às forças armadas dos países. A incorporação das tecnologias disruptivas são um dos maiores desafios para o sistema militar e os incentivos para seu uso adequado devem ser orientados por políticas industriais, econômicas, estratégicas e tecnológicas (Fonfria Mesa, 2020, p.245).

Sobre os ambientes operacionais, o manual EB20-MC-10.223 – Operações, diz que:

Os conflitos têm demonstrado a predominância de combates em terrenos humanizados (urbanos ou rurais). Deve-se considerar, também, que haverá atores agindo em espaços que vão além do campo de batalha. Em uma perspectiva mais ampla, as ameaças concretas deverão vir associadas à proliferação de tecnologias (incluindo as relacionadas a armas e agentes de destruição em massa...) (BRASIL, 2017, p 2-3).

Assim, nesse cenário mundial, ao considerar a relevância que assume a imagem do País perante a comunidade internacional e o Poder Nacional nas expressões política (considerada a dimensão territorial), econômica, social (incluindo a demografia), científica, tecnológica e militar, esta concepção tem prioritariamente a

estratégia da dissuasão extrarregional e a projeção de poder como bases para a evolução da F Ter (EXÉRCITO BRASILEIRO, 2014b, p.7-1).

Dentro de uma visão de modernização da F Ter, o PROFORÇA foi o marco no processo de transformação da Instituição e define uma série de ações a serem desenvolvidas por meio dos projetos estruturantes e indutores, os quais gerarão novas capacidades que permitirão ao Exército atingir o estado final desejado (EFD), qual seja, um Exército capaz de corresponder às responsabilidades inerentes ao relevante papel de ator global que país terá em 2031, respaldando no campo militar as decisões políticas do Estado (VOLPER, 2015, p.22)

Segundo Freire (2015, p.14), existem sete projetos estratégicos prioritários indutores da transformação: Projeto Capacidade Operacional Plena (OCOP), Projeto Guarani, Projeto Artilharia Antiaérea, Projeto Defesa Cibernética, Projeto SISFRON (Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteira), Projeto Astros 2020 e Projeto Proteger, os quais doravante denominados Projetos Estratégicos do Exército (PEE).

Assim, o PEE que visa a Obtenção da Capacidade Operacional Plena da Força Terrestre (OCOP) é o principal vetor para inovações tecnológicas nas munições de artilharia que poderão, além de tudo, contribuir para o fortalecimento da base industrial de defesa, em especial, com o incentivo na fabricação de munições especiais.

Segundo EXÉRCITO BRASILEIRO (2020b, grifo nosso), a Modernização e obtenção de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM) para os Subsistemas do Sistema de Artilharia de Campanha (SAC), estão sendo aplicados com múltiplas possibilidades, em especial nas Linhas de Fogo 155mm (Autopropulsado e Autorrebocado). Além disso, tais ações do EB visam a modernização e obtenção de meios militares terrestres, tais como: viaturas blindadas (lagarta e roda); viaturas especializadas não blindadas; **munição**; dentre outros.

Esses amparos são condizentes com a função de combate fogos em sua missão de aprofundamento e consequente limitação da ação do inimigo, fato que prospecta o uso de munições com maior alcance e precisão.

Os conflitos armados tendem a permanecer como um ato de violência. Contudo, os ambientes estarão congestionados, pelo fato de as operações serem desenvolvidas, muitas vezes, em áreas com população, tornando-se comum a dificuldade de se identificar os beligerantes, o que aumenta a possibilidade de danos colaterais às populações e edificações urbanas (BRASIL, 2013, p. 9)

Com base no explanado acima, será analisada a viabilidade de emprego da munição *Excalibur* e *OTO Vulcano* integradas aos GAC AP de tubo e sobre lagartas para que possam apoiar o Corpo de Exército nas melhores condições dentro da realidade operacional do Exército Brasileiro.

1.1 TEMA

O presente trabalho teve por finalidade apresentar a viabilidade da utilização das munições *Excalibur* e *OTO Vulcano* para a artilharia de campanha de tubo autopropulsada sobre lagartas, em apoio ao Corpo de Exército.

Dessa forma, reveste-se de tamanha importância dado ao estágio dos estudos que buscam aumentar a capacidade da F Ter, segundo a visão de futuro do Exército Brasileiro:

Ser um Exército capaz de se fazer presente, moderno, dotado de meios adequados e profissionais altamente preparados, composto por capacidades militares que superem os desafios do Século XXI e possam respaldar as decisões soberanas do Brasil (Exército Brasileiro, 2022a).

Nessa concepção, os meios mais modernos utilizados no cenário mundial assumem importância na integração de inovações tecnológicas em meios cinéticos na função de combate Fogos.

1.2 PROBLEMA

Os meios cinéticos com novas tecnologias agregadas que atualmente podem ser empregados pelas VBC OAP M109 A5+ Br são os que foram estudados por este trabalho, organizados de tal forma que o Corpo de Exército em sua doutrina de emprego possa melhor se valer dessas inovações tecnológicas no binômio custo e relevância de emprego, valendo-se da flexibilidade necessária que esse escalão pode ou não ter em determinados cenários.

Dentro desse contexto, o presente trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido em torno do seguinte problema: qual viabilidade da utilização das munições de artilharia com tecnologia diferenciada (*Excalibur* e *OTO Vulcano*) para dotarem os GAC AP que possuam em sua constituição as VBC OAP M109 A5+ Br, sendo essas aptas a apoiar as ações no nível Corpo de Exército?

1.2.1 Alcances e Limites

A metodologia em questão possui alcances que são delimitados pelo acervo bibliográfico disponível para que se faça uma revisão dos principais pontos que possam viabilizar o emprego das munições *Excalibur* e *OTO Vulcano*.

No que se refere às limitações, particularmente, quanto à profundidade do estudo a ser realizado, não contemplou, dentre outros aspectos, o estudo de campo e a entrevista com pessoas diretamente ligadas ao alto escalão de emprego da Força Terrestre. Porém, devido ao fato de se tratar de um trabalho de término de curso, baseado no método qualitativo com coleta de dados exclusivamente bibliográficos, tendo o tempo definido em aproximadamente em seis meses, o método escolhido foi adequado e possibilitou o alcance dos objetivos propostos para este Trabalho de Conclusão de Curso.

1.2.2 Justificativas

Sendo que os efeitos das munições de artilharia desequilibram o combate de forma decisiva e seu correto dimensionamento repercute no nível político e estratégico, tornou-se necessário o estudo de inserção dessas tecnologias aos Grupos de Artilharia de Campanha Autopropulsados de tubo e sobre lagartas em uma realidade adequada para o Exército Brasileiro.

Ademais, os fogos no Teatro Operações (TO) desempenham relevância no espaço geográfico o qual se desenvolvem os conflitos, sobremaneira para a realização de operações militares, que após a declaração formal da guerra, sugere incluir todo o território inimigo nessa área denominada de TO, com vistas a proporcionar certo conforto operacional. Dentro do território nacional, sugere o estudo que o espaço deverá ser grande o bastante para proporcionar um **apoio logístico** rápido e desburocratizado. Além disso deverá ser pequeno o suficiente para que possam ser condenados por crime de guerra os inimigos que atacarem **alvos fora dessa área** (COSTA, 2015, p.203, grifo nosso).

Esses parâmetros sugerem uma atualização doutrinária que contemple o ambiente moderno e os novos compromissos firmados pela sociedade internacional no que se refere ao emprego de munições com alta letalidade.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Principal

O objetivo principal deste trabalho é analisar a viabilidade da utilização da munição *Excalibur* e *OTO Vulcano* para serem utilizadas pelas VBC OAP M109 A5+ Br, obuseiros que integra os GAC AP, sendo esses orgânicos do Corpo de Exército ou em apoio às ações desse escalão, em um cenário de ações específicas com DE e Bda inseridas na operação.

1.3.2 Objetivos Específicos

a) estudar as missões doutrinárias do Corpo de Exército e sua necessidade para emprego de fogos;

b) apresentar as capacidades da VBC OAP M109 A5+ Br no emprego de munições específicas e tecnologias agregadas a elas;

c) apresentar as munições *Excalibur* e *OTO Vulcano*, suas características, possibilidades, vantagens, desvantagens e custo; e

d) concluir sobre a viabilidade da utilização das munições *Excalibur* e *OTO Vulcano* ou tecnologias agregadas a elas, direcionadas aos fogos de artilharia em apoio ao Corpo de Exército.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Objeto Formal de Estudo

A presente pesquisa teve por objetivo apresentar a possibilidade do uso de munições inteligentes no âmbito do Corpo de Exército, com Brigadas e Divisões inseridas na estrutura organizacional desse escalão no combate convencional, utilizando materiais autopropulsados da família M109.

Os dados referentes as munições *Excalibur* e *OTO Vulcano* foram estudados e os resultados do uso foram confrontados com as necessidades demandadas pela Doutrina Militar Terrestre e doutrina de emprego da artilharia no escalão em questão,

com objeto central de aumentar a capacidade operacional da Força Terrestre Brasileira no que tange ao emprego de fogos cinéticos no combate.

Cabe ressaltar que este trabalho visa gerar ferramentas que melhorem a análise do emprego de munições com alta precisão. Dessa maneira, esta pesquisa contribui com a Força Terrestre no emprego efetivo da artilharia de campanha de tubo e sobre lagartas em conflitos na atualidade.

1.4.2 Delineamento da Pesquisa

O presente estudo foi realizado, principalmente, por meio do procedimento metodológico do tipo qualitativo, valendo-se como ferramenta principal de coleta de dados a pesquisa bibliográfica por meio de um processo descritivo aplicado, pois baseará sua fundamentação teórico-metodológica na investigação sobre os assuntos relacionados à artilharia, munições e doutrina de Corpo de Exército em livros, manuais, trabalhos científicos de acesso livre ao público em geral, incluindo-se nesses aqueles disponibilizados pela rede mundial de computadores (VERGARA, 2009).

No que se refere à pesquisa qualitativa, essa buscará um entendimento mais profundo sobre as munições Excalibur e OTO Vulcano, sobre a doutrina do Corpo de Exército e dos GAC AP de tubo e sobre lagartas, de modo a solucionar o problema elencado.

A pesquisa a ser realizada visa o processo aplicado com o intuito de proporcionar integração ao que se procura ter efetivamente na Artilharia do Corpo de Exército.

1.4.3 Coleta de Dados

A coleta de dados do presente trabalho de conclusão de curso deu-se por meio da coleta na literatura, realizando-se uma pesquisa bibliográfica em livros, manuais, jornais, revistas especializadas, artigos, monografias, teses e dissertações, além de fontes disponíveis internet como sítios especializados, sempre buscando os dados pertinentes ao assunto. No compêndio pretendido, foram examinados trabalhos anteriormente publicados pela ECEME e EsAO que versavam sobre o tema, ou ainda, que possuíam alguma compatibilidade nos assuntos com o alvo da presente pesquisa.

2 O CORPO DE EXÉRCITO

2.1 A DOCTRINA MILITAR E O CORPO DE EXÉRCITO

O Corpo de Exército, segundo o manual de Doutrina Militar Terrestre, BRASIL (2019, p.4-8), é um grande comando operativo concebido para o planejamento e condução das operações terrestres que envolvam o emprego de duas ou mais Divisões de Exército e outros meios (de combate, de apoio ao combate e de apoio logístico) tidos como necessários.

A Doutrina Militar Terrestre acompanha a evolução do ambiente operacional e de suas diversas demandas multifacetadas, que requer inúmeras especialidades. (BRASIL, 2019, p.4-1).

Ainda na Doutrina Militar Terrestre, sendo essa um desdobramento da Doutrina Militar de Defesa é dito que: “capacidade é a aptidão requerida de uma força ou organização militar, para que possa cumprir determinada missão ou tarefa” (BRASIL, 2019, p. 3-2). Somando-se a isso, a capacidade é obtida por sete fatores, como doutrina, organização, adestramento, material, educação, pessoal e infraestrutura.

No que tange à doutrina brasileira, os escalões do nível operacional e os mais altos escalões do nível tático devem estar aptos a realizarem ações profundas, com a finalidade de **isolar o campo de batalha**, impedir que o oponente se retire ou seja reforçado, limitando assim sua liberdade de ação e **criando condições favoráveis** para as ações aproximadas (BRASIL, 2020a, p 1-2, grifo nosso).

No nível operacional, são realizadas um conjunto de atividades, sendo essas relacionadas às seguintes Funções de Combate: Comando e Controle; Movimento e Manobra; Inteligência; **Fogos**; Logística; e Proteção. Assim o poder de Combate é traduzido em elementos essenciais e indissociáveis, todos igualmente importantes no preparo e emprego dos meios terrestres para o cumprimento de suas missões (BRASIL, 2017, p. 2-20, grifo nosso).

No que se refere ao elemento de combate, esse caracteriza-se pela combinação do **fogo e do movimento**, a fim de cerrar sobre o inimigo. Para este fim, pode receber as missões de: **destruir ou neutralizar o inimigo**; conquistar, controlar e interditar acidentes capitais do terreno; cobrir ou proteger a força principal; ou obter informações para o escalão em proveito do qual opera. Empregam os tiros diretos e

indiretos e são capacitados para operar em contato direto com o inimigo (BRASIL, 2019, p. 4-4, grifo nosso).

Segundo BRASIL (2019, p. 4-5), os elementos de apoio ao combate contribuem diretamente para o aumento da eficiência dos elementos de combate, devendo ser considerados na avaliação do Poder Relativo de Combate (PRC).

Os principais Elementos de Apoio ao Combate da F Ter são: artilharia (de campanha e antiaérea), engenharia, comunicações, guerra eletrônica, guerra cibernética, DQBRN, inteligência e operações psicológicas (BRASIL, 2019, p. 4-5).

Agregado a isso, a Força Terrestre busca o desenvolvimento de capacidades, priorizando a geração de módulos sustentáveis com capacidades completas, em especial nos itens da Doutrina, Organização, Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura (DOAMEPI), com todas as funcionalidades de combate, e de acordo com as demandas das áreas estratégicas e dos interesses nacionais (BRASIL, 2019, p.4-1).

Infere-se que a doutrina brasileira possui várias premissas para a concepção dos escalões de combate estudados nesse trabalho, em especial o Corpo de Exército.

2.2 AS CARACTÉRÍSTICAS DO CORPO DE EXÉRCITO

O Corpo de Exército foi concebido como tropa modular, tendo seus meios adjudicados de acordo com a missão recebida.

Como observado no item anterior, as demandas das áreas estratégicas e dos interesses nacionais influenciam diretamente na organização da Força Terrestre, podendo assim determinar os grandes comandos operativos segundo o manual de Doutrina Militar Terrestre (BRASIL, 2019, p.4-4), os quais são:

- a) Brigada (Bda);
- b) Artilharia Divisionária (AD);
- c) **Artilharia de Corpo de Exército (ACEx)**;
- d) Grupamento (Gpt);
- e) Divisão de Exército (DE); e
- f) **Corpo de Exército (C Ex)** [Grifo Nosso].

Outro fator importante, é a missão C Ex de cooperar com o Comando Conjunto (C Cj) na consecução dos objetivos operacionais e vencer o combate terrestre, de forma integrada com as demais Forças Componentes (F Cte) e com órgãos e agências

civis engajados no esforço de se atingir o EFD, situação que flexibiliza sua constituição (BRASIL, 2020a, p.2-2).

No escalão Corpo de Exército a doutrina brasileira tem um escopo de organização básica:

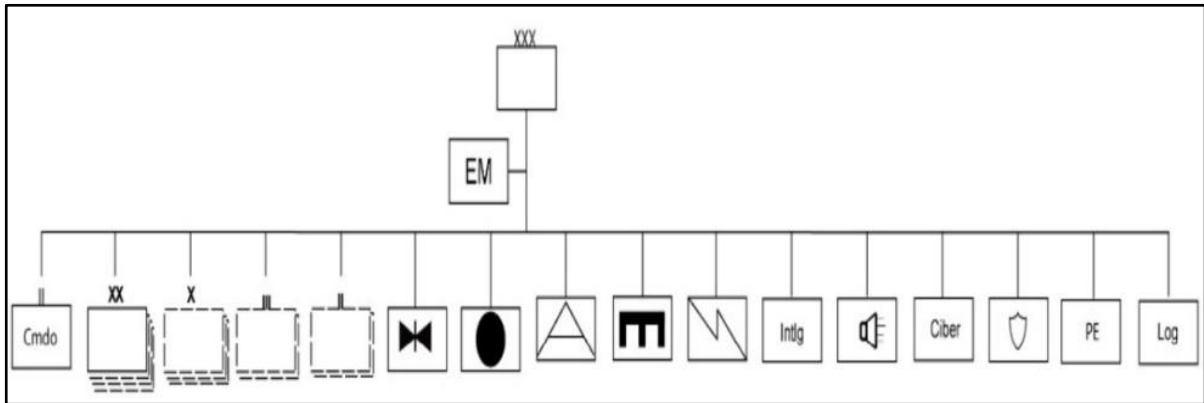


FIGURA 1 – Organização do C Ex

Fonte: Manual de Doutrina Militar Terrestre (BRASIL, 2020a, p. 2-4)

Dessa forma, alguns elementos recebem maior relevância na estruturação do C Ex, em especial circunstâncias dentro do cenário futuro dos conflitos, que exigirá que a Artilharia de Campanha (Art Cmp), como exemplo, esteja cada vez mais apta a empregar os elementos tecnológicos proporcionados pelos avanços da Era da Informação, de modo que seus fogos sejam mais seletivos, sem perder o poder letal, bem como o seu emprego seja mais flexível e sua mobilidade maior, podendo assim apoiar as futuras operações (LIMA Jr, 2014, p. 42)

O C Ex é um grande comando operativo concebido para o planejamento e condução das operações terrestres que envolvam o emprego de **duas ou mais divisões de exército** e outros meios (de combate, de apoio ao combate e de apoio logístico) tidos como necessários (BRASIL, 2019, p.4-8, grifo nosso).

Assim apresenta-se a escala segundo a doutrina:

[...] no tocante aos elementos de combate, contará com um **número variável de divisões de exército (DE), e de brigadas (Bda)**, batalhões (Btl) e regimentos (Rgt) necessários para o cumprimento de suas tarefas, podendo contar com os meios da Aviação do Exército e de Operações Especiais. A disponibilidade de meios normalmente é expressa em comandos de DE, Bda e unidades a enquadrar. A geração de força, baseada no planejamento baseado em capacidades (PBC), que evidencia mais flexibilidade na organização da força, **pode exigir que o C Ex tenha somente uma divisão em sua composição e algumas brigadas subordinadas diretamente.** (BRASIL, 2020, p.2-3, grifo nosso).

Podemos verificar ainda, com o objetivo de expor as capacidades próximas do escalão C Ex, a Divisão de Exército, que segundo o manual de Doutrina Militar Terrestre, é um grande comando operativo da F Ter concebido para o planejamento e condução das operações terrestres. É integrada por um número variável de brigadas (normalmente até cinco e de naturezas diferentes), de elementos de combate, de apoio ao combate e de apoio logístico, requeridas para o cumprimento da missão (BRASIL, 2019, p. 4-7).

Ademais, de acordo com BRASIL (2019, p. 4-8) é o primeiro elemento da F Ter capaz de combinar atitudes, ou seja, é o menor escalão que pode executar, simultaneamente, dois ou três tipos de operações básicas (operações ofensivas, operações defensivas e operações de cooperação e coordenação com agências).

O fogo é um dos principais e mais flexíveis meios de que dispõe o comandante (Cmt) da DE para intervir no combate (BRASIL, 2020b, p. 4-5)

A Divisão de Exército subordina-se a um Corpo de Exército, que, no escopo das Operações Conjuntas, será designado pelo Comando do Exército como Força Terrestre Componente (FTC) (BRASIL, 2020b, p. 2-1).

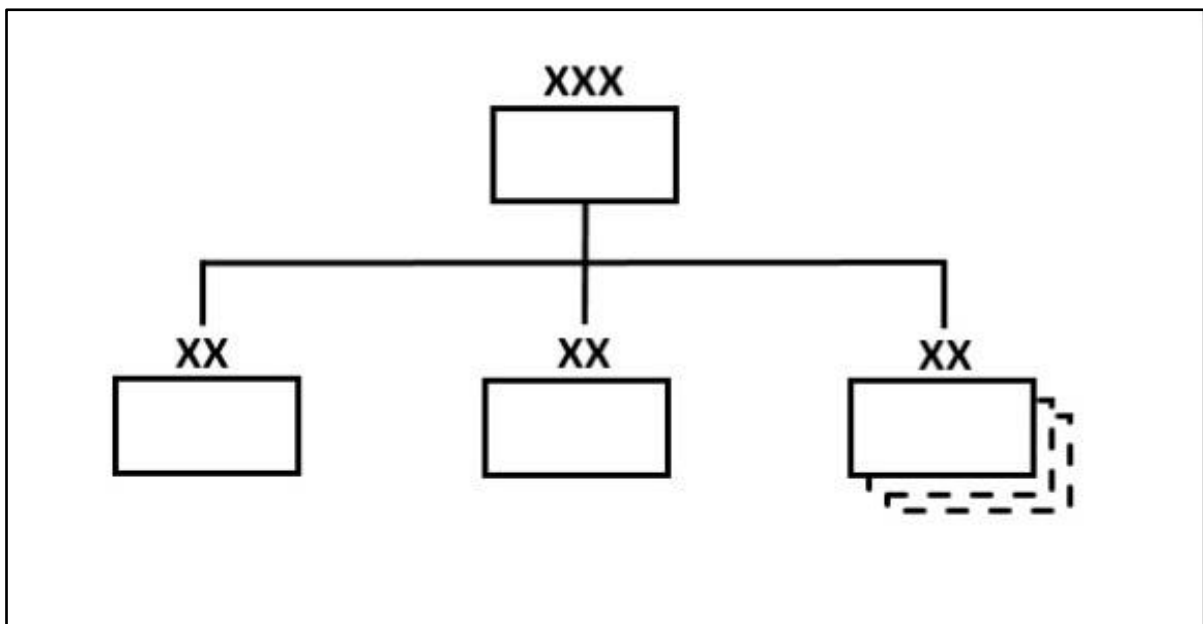


FIGURA 2 – Organograma da DE subordinada ao C Ex

Fonte: Manual de Doutrina Militar Terrestre (BRASIL, 2020a, p. 2-2)

Podemos compreender quais escalões estão enquadrados e possuem capacidades de influenciar as decisões de emprego do Corpo de Exército, além de compreender quais finalidades esses elementos possuem dentro da doutrina militar.

2.3 A ARTILHARIA DO CORPO DE EXÉRCITO

A Artilharia de Corpo de Exército (ACEx) é o grande comando operativo, diretamente subordinado ao Corpo de Exército (C Ex), constituído por unidades e subunidades de Artilharia. Exerce as mesmas atribuições que a AD, no tocante ao escalão C Ex (BRASIL, 2019, p.4-7).

Segundo BRASIL (2019b, p. 2-1), manual EB70-MF-10.224, a Art Cmp quando integrada na Função de Combate Fogos, engaja os alvos que ameacem o êxito das operações. Para cumprir essa missão, a Art Cmp realiza as seguintes atividades, de acordo com o Manual de Campanha Artilharia de Campanha nas Operações:

- a) apoiar os elementos de manobra com fogos sobre os escalões avançados do inimigo;
- b) realizar fogos de contrabateria; e
- c) **aprofundar o combate, pela aplicação de fogos sobre instalações de comando, logísticas e de comunicações, sobre reservas e outros alvos situados na zona de ação da força.** (BRASIL, 2019b, p.2-1, grifo nosso).

Ademais, organiza-se em oito subsistemas, que desempenham as atividades relacionadas à aplicação do poder de fogo, sendo que a linha de fogo visa lançar artefatos cinéticos com o fim de produzir efeito específico, letal ou não letal sobre alvos designados. Os meios de lançamento são canhões, morteiros, obuses e lançadores, e os artefatos cinéticos são as granadas, foguetes e mísseis, permitindo assim, os efeitos desejados sobre os alvos (BRASIL, 2019b, p.3-1).

Decorrente dessas particularidades da função de combate Fogos, o planejamento baseado em capacidades terá a modularidade e flexibilidade na sua constituição, inclusive, tendo assim uma organização básica (BRASIL, 2020, p. 3-6):

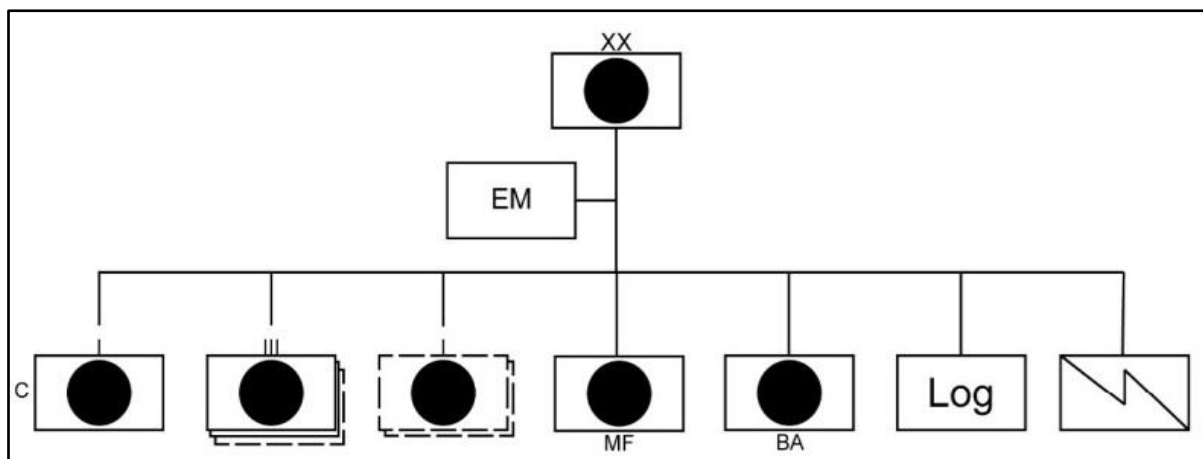


FIGURA 3 – Organização da ACEx

Fonte: Manual de Doutrina Militar Terrestre (BRASIL, 2020a, p. 3-6)

Segundo Brasil (2020, p.3-6), a cada nova missão deve corresponder uma nova organização. Por outro lado, a ACEx deve possuir a flexibilidade de enquadrar novos meios, permutar e/ou perder elementos no curso das operações.

[...] o manual da Divisão de Exército coloca as seguintes missões para a AD:

- a) **aprofundar o combate e aumentar o apoio de fogo** proporcionado pelos grupos orgânicos das Brigadas;
- b) realizar fogos de contrabateria, dentro do alcance de seu material, visando a **obter a superioridade** sobre a artilharia de campanha e os morteiros inimigos; e
- c) realizar a busca de alvos, empregando os meios disponíveis no seu escalão. (BRASIL, 2020b, p.5-5, grifo nosso)

Os fogos de aprofundamento são planejados, normalmente, pelos escalões Divisão e Corpo de Exército, tomando por base o estudo do terreno e os conhecimentos de inteligência de busca de alvos disponíveis (BRASIL, 2019b, p. 6-16).

Assim os Grupos de Artilharia orgânicos das Brigadas podem ter seus fogos controlados pelo Corpo de Exército, situação que segue no manual EB70-MC 10.360: “...Um GAC pode ter seus fogos coordenados e controlados pela AD e, excepcionalmente, pela ACEx, sem que o tiro e o comando do Grupo estejam centralizados por esse escalão” (BRASIL, 2020c, p. 3-3).

Segundo o manual EB70-MC-10.244, a artilharia no nível Corpo de Exército deve cumprir suas missões baseadas na Flexibilidades, Adaptabilidade, Modularidade, Elasticidade e Sustentabilidade (FAMES), permitindo atingir os resultados decisivos. Assim, o Corpo de Exército não possui uma constituição fixa, possibilitando que os meios sejam adjudicados, de acordo com o FAMES, quando de sua formação para a operação (BRASIL, 2020a, p 2-3).

A artilharia tem se adaptado à nova realidade mundial onde, a constante presença da mídia em eventos capitais e a valorização de questões humanitárias e ambientais pelas sociedades têm sido argumentos preponderantes no teatro de operações. Nessas circunstâncias, as operações militares respondem a algumas condicionantes conforme o que se segue: combates com menos baixas; o mínimo de prejuízo para a população civil afetada – tanto em baixas como em sofrimentos desnecessários; e, os menores “danos colaterais” possíveis, causados a não combatentes e a bens (culturais, religiosos ou de qualquer natureza) não diretamente relacionados com as operações (BRASIL, 2017, p. 2-3 e 2-4).

Outrossim, quanto às operações terrestres, observa-se um rol de ações comuns às operações, podendo ser realizadas por tropas de qualquer natureza desde que estas tenham as capacidades necessárias. Relacionam-se às funções de combate, às atividades e tarefas a serem conduzidas pelos elementos da F Ter e apresentam um grau de intensidade variável, de acordo com a operação militar planejada e conduzida. Insere-se, dentro do grau de coordenação que requerem e a sua abrangência, a ação de planejamento e coordenação do apoio de fogo (BRASIL, 2017, p. 5-1).

Assim sendo, o Corpo de Exército tem uma situação incipiente no que tange ao emprego de fogos de artilharia, possibilitando vários modelos de apoio de artilharia, o que viabiliza o emprego das VBC OAP M109 A5+ Br e suas munições.

Outras particularidades são as de emprego de materiais blindados com alta tecnologia agregada nos combates convencionais.

Essas condicionantes requerem que as forças militares busquem trabalhar com **relativa proteção blindada e acurada precisão**, dispondo de capacidades específicas, dotadas de meios com **alta tecnologia agregada**, de armas de letalidade seletiva – e em alguns casos menos letais – e que combinadas com meios de inteligência, vigilância, busca e aquisição de alvos e reconhecimento, permitam uma rápida e precisa avaliação de danos (BRASIL, 2017, p. 2-3, grifo nosso)

Segundo Carroza (2019, p.6), as necessidades de emprego das munições são limitadas ao seguinte:

Com a intenção de mitigar esses efeitos colaterais, o Apoio de Fogo das Forças Militares envolvidas, ou seja, todos os meios de lançamento de granadas e bombas em direção a um alvo específico, necessitam cada vez mais de precisão. As munições inteligentes, ou seja, as munições guiadas por GPS (*Global Position System*) apresentam-se como a solução no que se refere a precisão e eficácia do Apoio de Fogo nos ambientes urbanos, face às munições convencionais ou munições ditas “burras” (sem guiamento). Como exemplo do emprego desse tipo de munições nos conflitos recentes, podemos citar a guerra do Iraque (2003-2011), onde os EUA utilizaram uma grande quantidade de munições especiais (munições inteligentes), em Bagdá, capital do Iraque.

Dessa forma a artilharia, de acordo com a doutrina tem previstas tarefas, a qual destaca-se a seguinte no item execução dos fogos: proporcionar um efeito coordenado em alvo específico, mediante controle, correção e guiamento das trajetórias dos projéteis” (BRASIL, 2016, p. 5-2, grifo nosso).

Assim, o manual de Campanha Fogos, classifica os fogos de acordo com a natureza do alvo seguindo o quadro abaixo (BRASIL, 2015, p. 2-10):

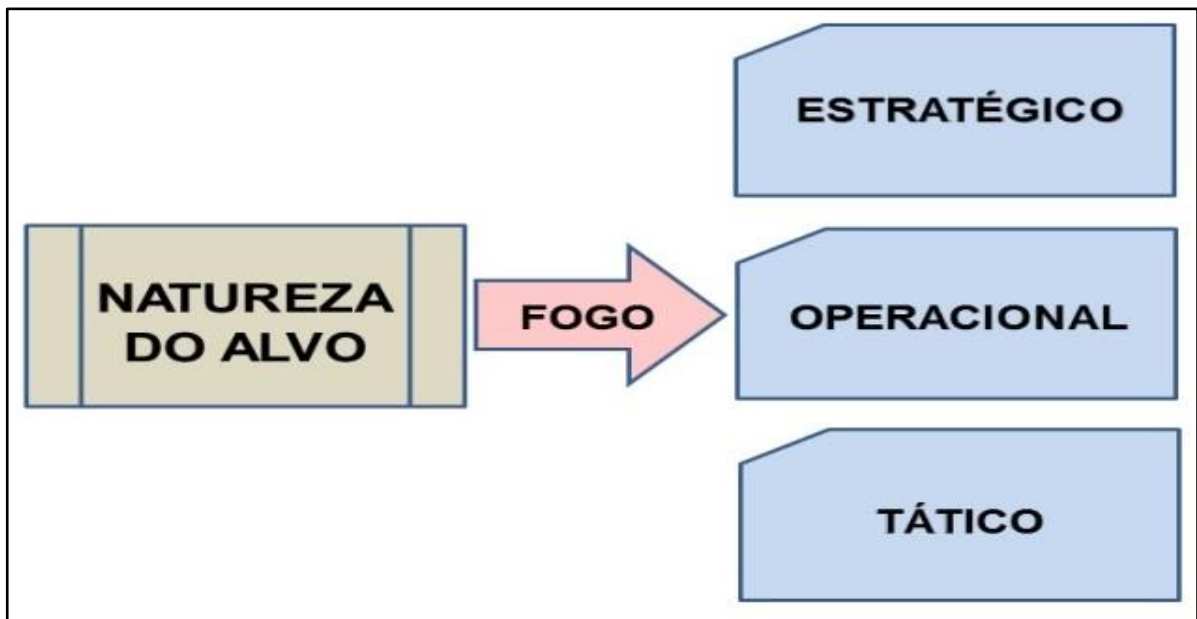


FIGURA 4 – Classificação dos Fogos

Fonte: Manual de Campanha Fogos (BRASIL, 2015, p. 2-10)

No aspecto tático o manual de campanha Fogos, EB70-MC-10.206, classifica os fogos da seguinte forma dentro do aspecto tático:

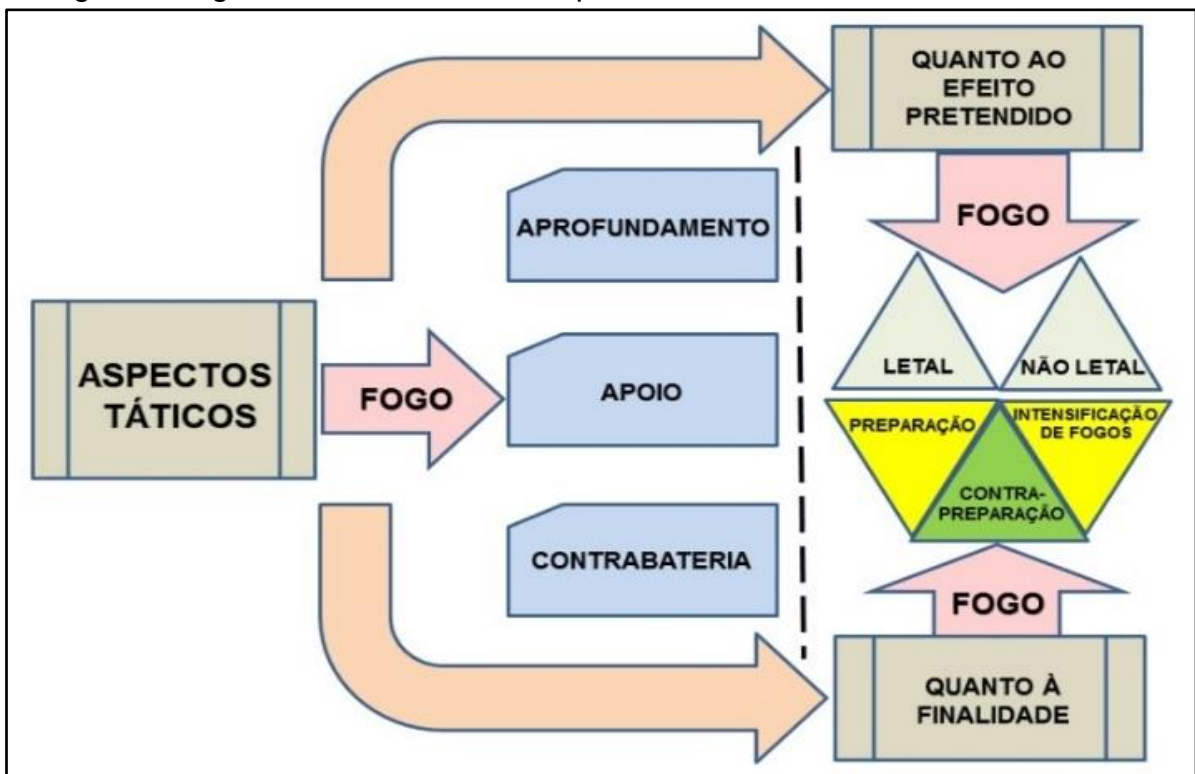


FIGURA 5 – Classificação dos fogos (aspectos táticos)

Fonte: Manual de Campanha Fogos (BRASIL, 2015, p. 2-11)

3 GRUPO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA

No que se refere à organização dos GAC orgânicos da AD, segundo BRASIL (2020c, p. 2-2), observa-se a seguinte estrutura:

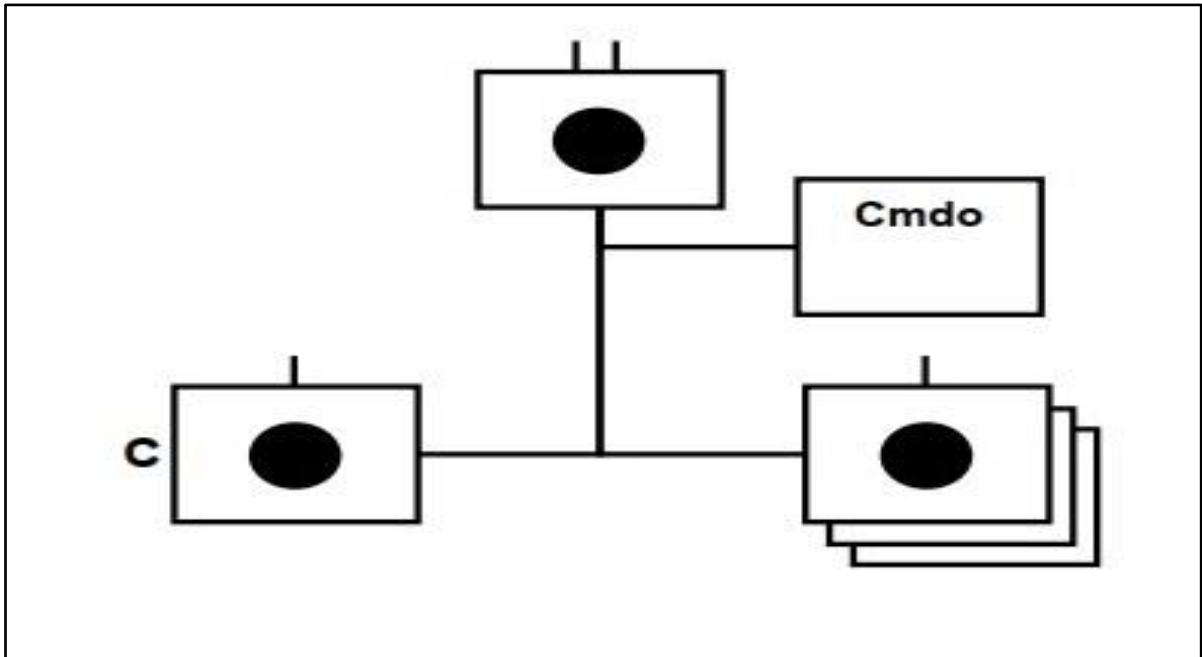


FIGURA 6 – Organização do GAC AP para AD

Fonte: Manual do Grupo de Artilharia de Campanha (BRASIL, 2020c, p. 2-2)

Essa organização básica pode sistematizar as capacidades de fogos dentro da doutrina militar terrestre, embora a artilharia tenha modularidade para agregar possibilidades de emprego, assumindo uma forma adaptável aos TO. No que foi apresentado, o GAC no escalão AD, e assim por dedução nos escalões superiores, estaria organizado com três baterias de obuses.

Além disso, segundo DE PAULA (2014, p. 62), é salientada a tendência de padronização do calibre 155 mm, que desde os anos 80 vem sendo largamente utilizado, tendo em vista que o referido calibre propicia maior alcance, alto grau de eficácia, centralização, além de possuir uma inigualável variedade de munições, já que as munições de precisão são compatíveis somente com o calibre médio. Assim, o calibre 155 mm/52 é, atualmente, o padrão definido pela Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) para apoio às brigadas médias e pesadas, pois proporciona maior emassamento de fogos, maior profundidade (alcance) às forças de manobra, bem como a utilização de toda a gama de munições especiais existentes.

Embora seja frisado o emprego do calibre 155mm/52, entende-se que é a evolução natural do calibre 155mm/39 para esse último, detendo as mesmas possibilidades com relação as munições, principal estudo desse trabalho.

3.1 AS MISSÕES E CARACTERÍSTICAS DOS GAC AP

No entendimento das capacidades do GAC é fundamental entender a estrutura do grupo autopropulsado, sobre lagartas e de calibre 155mm e quais situações ele pode ser enquadrado.

Pode-se assim definir, a organização do GAC AP que poderá ser adjudicado ao C Ex em suas operações:

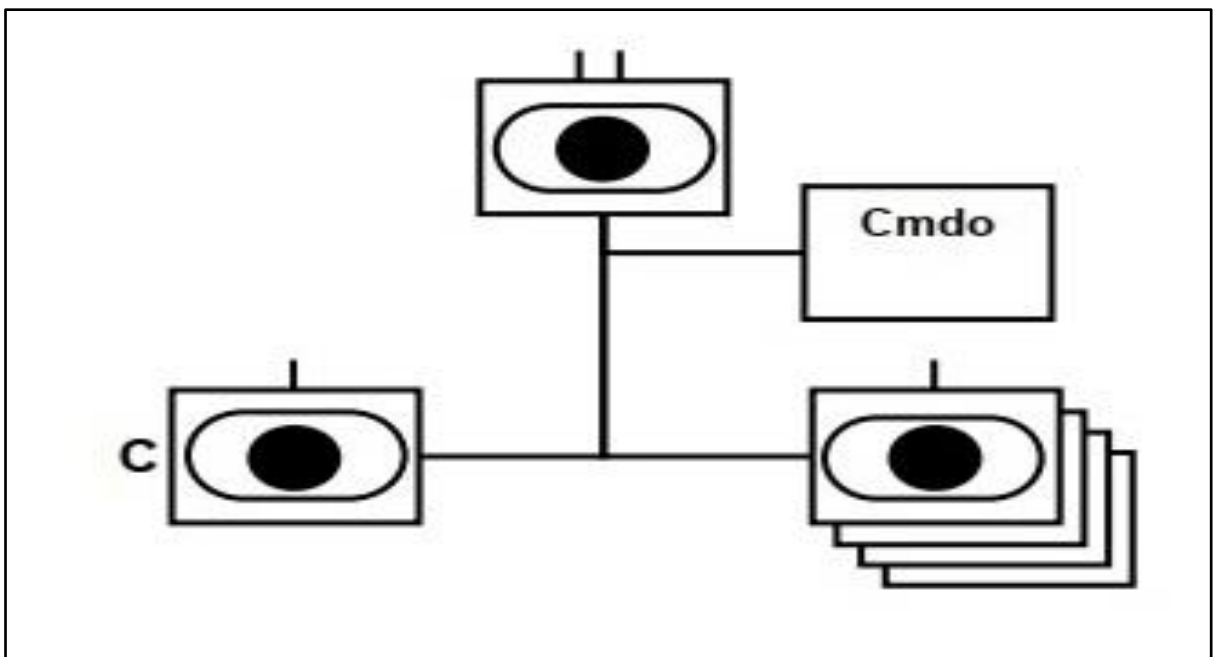


FIGURA 7 – Organização do GAC AP

Fonte: Manual do Grupo de Artilharia de Campanha (BRASIL, 2020c, p. 2-3)

Desse modo, o apoio de fogo de que dispõe a Bda Bld é fornecido pelo GAC orgânico, dotados de quatro Baterias de Obuses (Bia O) e pelas frações dos morteiros pesados das Forças Tarefa Unidade Blindada (FT U Bld). Esse apoio de fogo orgânico da Bda poderá ser **ampliado pelos fogos de outras unidades de artilharia do escalão superior** (BRASIL, 2019c, p. 6-1, grifo nosso).

Observa-se que o GAC AP apresenta particularidades que podem ser aplicadas somente às Bda Bld do Exército Brasileiro, porém pode-se levantar tal situação para

outras possibilidades doutrinárias ainda não estudadas, tal como a incipiente doutrina da ACEX.

Assim, os obuseiros 155mm AP sobre lagartas integram atualmente as Brigadas Blindadas e Artilharia Divisionárias, ao mesmo tempo que possibilitam a flexibilidade e modularidade de emprego de fogos emassados com aprofundamento, sendo elemento de decisão para o Corpo de Exército, uma vez que esse é modular.

Na continuidade das capacidades, é citado em BRASIL (2019b, p. 2-4), que a Artilharia de Campanha Blindada executa as seguintes tarefas:

- a) apoiar pelo fogo as operações que exijam alta mobilidade tática e proteção blindada (BRASIL, 2019b, p 2-4);
- b) deslocar-se com rapidez, mesmo através campo (BRASIL, 2019b, p 2-4); e
- c) proteger-se, de forma limitada, contra os efeitos de armas químicas, biológicas, radiológicas e nucleares (BRASIL, 2019b, p 2-4).

As tarefas listadas acima, determinam as características básica dos materiais de artilharia blindados utilizados pelo Exército Brasileiro.

Ainda em BRASIL (2019b, p. 2-4), a Artilharia de Campanha Blindada apresenta as seguintes limitações:

- a) mobilidade limitada pelas florestas, montanhas, áreas edificadas, áreas construídas e terrenos acidentados (BRASIL, 2019b, p 2-4);
- b) sensibilidade ao largo emprego de minas anticarro e a obstáculos artificiais (BRASIL, 2019b, p 2-4);
- c) dificuldade de manutenção do sigilo de suas operações, em virtude do ruído e da poeira decorrentes do deslocamento de suas viaturas (BRASIL, 2019b, p 2-4);
- d) necessidade de transporte rodoviário ou ferroviário para deslocamentos administrativos a grandes distâncias (BRASIL, 2019b, p 2-4); e
- e) elevado consumo de suprimento das classes III (combustíveis), V (munição) e IX (materiais motomecanizados) (BRASIL, 2019b, p 2-4).

Para o melhor planejamento dos fogos cinéticos em ambiente operacional, segundo Brasil (1998, p. 11-2; 10-12), deve-se ter um adequado emprego dos GAC em operações, obedecendo alguns princípios: Ação de massa, Centralização, Continuidade de apoio de fogo e Segurança. Ademais na ofensiva, em especial no ataque, o GAC visa a Surpresa, Ação de massa, Continuidade do Apoio de Fogo e Supremacia sobre a artilharia inimiga.

Esses princípios devem direcionar as possibilidades de organização e capacidades peculiares da artilharia no nível C Ex, observando ainda, outros princípios da doutrina da Força Terrestre.

Para melhor emprego dos GAC, a doutrina determina os seguintes fundamentos de organização para o combate da artilharia: o controle centralizado, o apoio de fogo adequado ao elemento de manobra, prioridade para ação principal ou para as áreas mais importantes, o apoio de fogo disponível para intervir no combate e facilitar operações futuras (CAPAF) (BRASIL, 2019B, p.5-8; 5-9)

De acordo com o manual EB70-MC-10.206, “A função de combate Fogos fundamenta-se nos seguintes princípios que norteiam suas atividades e tarefas: **precisão**, adequabilidade, sincronização, presteza e atuação em rede”. (BRASIL, 2015, p.2-5, grifo nosso).

No que tange ao emprego, os Grupos de Artilharia de Campanha (GAC) podem prestar o apoio de fogo aos escalões Bda, DE e C Ex, empregando, em princípio, suas baterias, de forma centralizada. Dependendo dos fatores de decisão e conforme as necessidades das operações, o GAC poderá empregar suas baterias de forma descentralizada e apoiar o escalão unidade (BRASIL, 2020c, p. 2-1).

Em operações convencionais, o menor escalão de emprego na Art Cmp é a Bateria de Obuses (Bia O). Quando empregada isoladamente, esta deve receber os reforços necessários (BRASIL, 2020c, p. 3-1).

Assim, segundo BRASIL (2020c, p. 4-5), existe o entendimento da relação da missão do GAC com a de seu escalão superior (no mínimo dois níveis acima - Bda e DE ou AD e ACEX), com as missões de outras forças que participarão da operação (Op) e com a obtenção do estado final desejado (EFD), situação definida pelos Cmt dos escalões enquadrantes.

No que se refere a classificação, a artilharia de tubo compreende canhões, obuseiros e morteiros pesados, sendo que a classificação dos obuseiros quanto ao calibre são: leves - até 120 mm, inclusive; **médios - acima de 120 até 160 mm**, inclusive; pesados - acima de 160 até 210 mm, inclusive; e muito pesados - acima de 210 mm (BRASIL, 2019b, p.2-2, grifo nosso).

Os Grupos de Artilharia de Campanha Autopropulsados, com maior calibre e capacidades, que dotam o Exército Brasileiro estão mobiliados como obuseiros médios de 155mm.

Nesse contexto, segundo OROZCO (2012), é salientado que o calibre 155 mm tornou-se uma tendência de mercado, possibilitando o desenvolvimento de sistemas que passam pela generalização do seu uso, com múltiplas configurações, modelos de comprimento dos tubos e volume das câmaras. Observa-se, ainda, uma uniformização na adoção de sistemas ultraleves de 155mm/L52 (52 calibres) modelo OTAN, recorrendo a novas ligas de titânio mais resistentes e leves.

Assim as estruturas analisadas para a artilharia de campanha em estudo, para obuseiros com tubos de 155mm de 39 calibres e 52 calibres, diferenciando-os pelo comprimento do tubo, sendo o primeiro menor que o segundo, vê-se abaixo as principais diferenças:



FIGURA 8 – Quadro comparativo dos Tubos L39 e L52

Fonte: *THE FIRST ONLINE TANK MUSEUM* (2022)

Tal situação pode ser confirmada por LIMA JR (2014, p. 63) que apresenta a Art Cmp média como tendência mundial com a utilização do calibre 155 mm. As vantagens do uso deste material com tubos superiores a 39 calibres é que a maior parte das munições “inteligentes” em desenvolvimento é feita para ser lançada desse tipo de armamento.

O GAC AP reúne as características de mobilidade, potência de fogo e proteção blindada, que tornam adequado o seu emprego nas ações ofensivas que exijam massa, poder de choque e capacidade de prestar o apoio cerrado aos Elm Man, como é o caso do Apvt Exi (BRASIL, 2019b, p.10-30).

Aos GAC orgânicos da ACEX, geralmente, terá a missão tática atribuída de Ação de Conjunto (Aç Cj), Ação de Conjunto e Reforço de Fogos (Aç Cj – Ref F), além da situação de comando de Reforço, ou a uma Bda ou uma AD (BRASIL, 2020c, p. 4-7).

Além das situações levantadas de emprego do GAC, ainda são consideradas ações em regiões edificadas, que naturalmente estão protegidas por novas convenções e restrições internacionais para o emprego de fogos cinéticos.

Dessa forma, GUEDES (2018, p.4, grifo nosso) salienta que:

...o grande volume de fogos profundos, rápidos, precisos e intensos, necessita, portanto, que seu conceito de precisão e intensidade sejam ampliados para a nova realidade, pois se outrora batia por fogos áreas com centenas de metros e com a máxima letalidade, hoje deve ser capaz também de ser aplicada efetivamente em pequenas áreas selecionadas, buscando uma letalidade seletiva. Assim, a Doutrina de Emprego da Art Cmp no contexto de atuação em áreas urbanas humanizadas ainda é incipiente, pois além de não haver sido empregada neste tipo de operação, não possui em sua literatura uma abordagem clara e detalhada, sendo somente de maneira sucinta e genérica. Para atingir a capacidade de letalidade seletiva e atuar em áreas urbana humanizadas, são necessários além de uma doutrina de emprego, os meios materiais, **equipamentos e munições**, que abrangem os Subsistemas da Art Cmp.

Todas essas características do GAC AP facilitam o entendimento dos Cmt dos diversos escalões sobre a efetividade doutrinária do emprego da artilharia, em especiais aquelas missões que tem como premissa básica alta precisão e emassamento de fogos.

3.2 CARACTERÍSTICAS E EVOLUÇÃO DAS VBC OAP M109

A família de obuseiros blindados surgiu com o Exército dos Estados Unidos que modificou todos as viaturas do modelo M109 originais para modelos novos, ora denominado M109 A1, entrando em serviço naquela força armada a partir de 1973. O M109 A1 recebeu um motor hidráulico maior e com melhoramentos, barras de torção mais fortes, a fim de suportar o acréscimo de peso frontal e um novo dispositivo de amarração do tubo (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 13).

Outras melhorias foram acrescentadas a partir do M109 A1, decorrente do interesse de países da OTAN em adquirir novos obuseiros autopropulsados, pois não havia na Europa projeto similar compatível à época. Assim, a produção ocorreu simultânea para os modelos M109 A2 e M109 A3, ambos muito parecidos, diferindo-

os apenas no número de contatos do chassi com a torre. Em ambos se instalou o novo reparo M178 para melhor absorver o recuo do tubo de 39 calibres, além de outros 27 itens técnicos de segurança e manutenção, dentre os quais proteção blindada para a cabeça da luneta panorâmica, novos dispositivos de trancamento do giro da torre, novo gradil para estocar munições na parte de trás da torre e do aumento do espaço interno para alojar mais munições. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 15).

Segundo FLÔRES (2020, p.57), o recebimento dos M109 A3 no Brasil significou um aumento substancial no apoio de fogo dos grupos orgânicos da AD, proporcionando aumento de alcance e letalidade ao apoio de fogo adicional, orgânico das DE.

O M109 A6 é a última versão operante do obuseiro M109, dotado de novo motor e sistema de carregamento automático. Ainda possui sistema de navegação inercial, pontaria automática e sistema de controle de tiro automatizado. Tem um alcance máximo de 30 Km com munição assistida, podendo chegar a 40 Km empregando a granada *Excalibur*. É o principal meio de apoio de fogo utilizado pela Art Cmp do Exército dos EUA (ARMY TECHNOLOGY, 2022).

Sobre o M109 A7, tem como principal característica estar sob a base do chassi da viatura Bradley, com vistas a uma padronização de estrutura e aumento do tempo de vida útil, originando o PIM (*Paladin Integrated Management*), que já vem sendo adotado por algumas unidades do Exército dos EUA (FLÔRES, 2020, p. 67).

Atualmente, a última versão da família M 109 ocorreu com o obuseiro XM 1299 (protótipo), que em seus últimos testes com munição guiada de precisão M982 *Excalibur* obteve êxito e precisão em 65 km (GALANTE, 2022, p.2).

Segundo USA (1994, p.1-18), as principais diferenças de cada versão do M109 são as seguintes:

O M109 A3 foi um obuseiro convertido de um modelo M109 A1 com uma série de produtos e kits de melhoria, diferentemente do modelo M109 A2, que possuía características próprias. Também alguns obuseiros M109 A2 e M109 A3 foram convertidos para um modelo M109 A4 com outros itens e kits de melhoria (USA, 1994, p.1-18).

Os modelos M109 A5 foram convertidos exclusivamente dos modelos M109 A4. Além de todas as atualizações do M109 A4, o modelo M109 A5 também substituiu o tubo M185 para o tubo M284, além do reparo M178 para o M182. Assim, algumas diferenças importantes podem ser observadas, como o sistema de defesa química,

biológica e nuclear que se encontra apenas nos obuseiros M109 A4/M109 A5 (USA, 1994, p.1-18). Pode-se verificar esse sistema nas versões mais modernas, como no M109 A6 e M109 A7 (USA, 1994, p.1-18).

Os obuseiros M109 A2 / M109 A3 / M109 A4 têm o reparo M178. Os obuseiros M109 A5 possuem o reparo M182 (USA, 1994, p.1-18). Aplica-se essas novas tecnologias nas versões M109 A6 e M109 A7 (USA, 1994, p.1-18).

Os Obuses M109 A2 / M109 A3 / M109 A4 possuem reparo do tubo M185. M109 A5 tem o reparo do tubo M284. Esta configuração fornece o obuseiro M109 A5 maior capacidade de alcance (USA, 1994, p.1-18).

Observa-se assim de forma mais concisa a evolução da família M109:

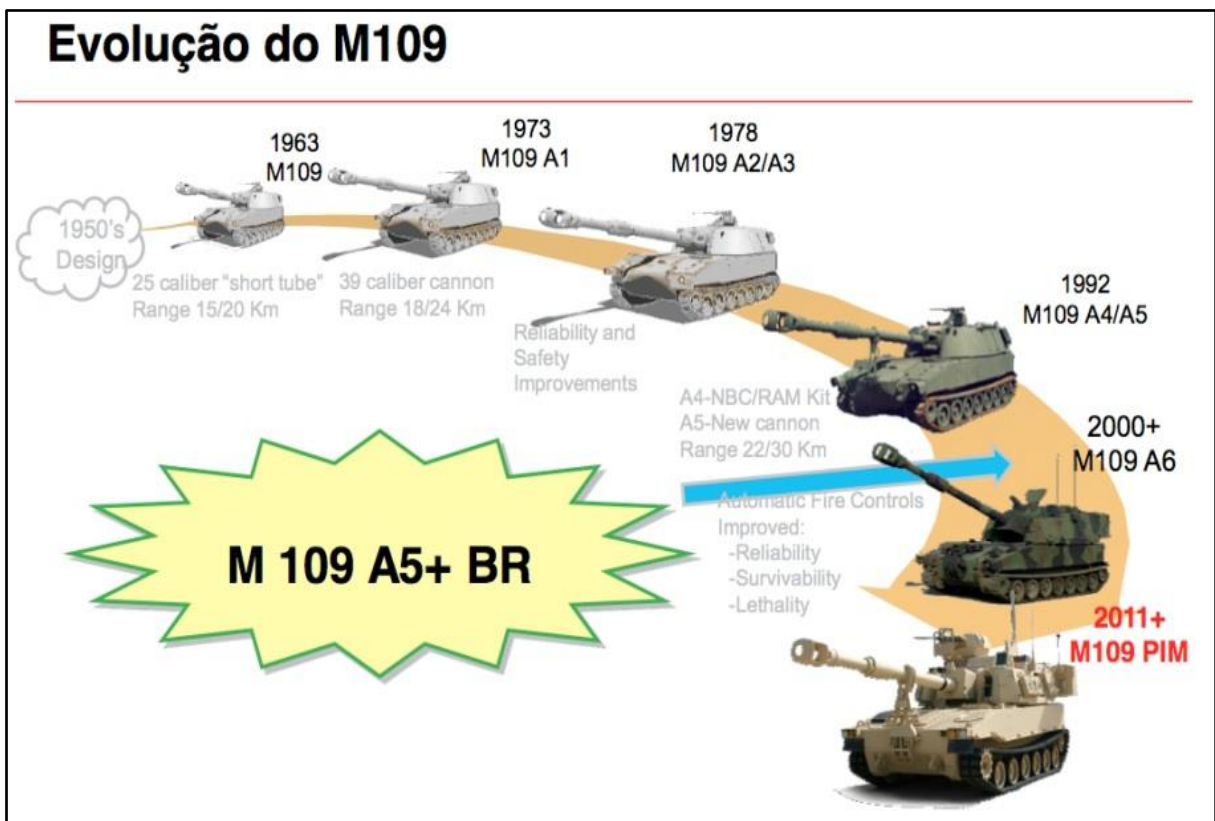


FIGURA 9 – Evolução das VBC OAP M109

Fonte: Manual do Grupo de Artilharia de Campanha (BRASIL, 2020c, p. 2-3)

Para o Brasil, as aquisições do novo obuseiro M 109 A5 AP pelo EB no ano de 2013, restabeleceu para a versão M109 A3, provavelmente, uma sobrevida no Exército Brasileiro. O pacote de melhoramentos disponibilizado para o M109 A5 AP “Plus BR” também estará disponível para modernização do M109 A3. Esses melhoramentos incluem Navegador Inercial/GPS, Sistema Automatizado de Controle

de Tiro e Pontaria e Sistema de Medição de Velocidade Inicial [V0] (TECNOLOGIA E DEFESA, 2013).

3.2.1 VBC OAP M109 A5

De acordo com o manual TM 9-2350-311-10- *Operator Manual for howitzer medium, self propelled* (Manual do Operador do Obuseiro médio autopropulsado), do Exército dos Estados Unidos da América, a VBC OAP M109 A5 possui as seguintes características:

- a) fabricante: *FMC-United Defense / BAE Systems* - EUA;
- b) guarnição: 6 (seis) militares;
- c) peso vazio: 23586 Kg; preparado para o combate: 24948 kg (USA, 1994, p. 1-20);
- d) velocidade máxima: 56.3 Km/h (USA, 1994, p. 1-20);
- e) autonomia: 349 Km com o tanque com capacidade de 511 litros (USA, 1994, p. 1-20);
- f) armamento: canhão M284 (6,09 metros de comprimento) montado sobre o reparo M182, equipado com eficiente eliminador de alma com 60 raias (USA, 1994, p. 1-21):
- g) carregamento: manual, compete ao municionador o preparo da munição, a disponibilização sobre a calha de carregamento, sua apresentação na câmara e o acondicionamento da carga de projeção e da estopilha. O único trabalho realizado de maneira automatizada é o justo acondicionamento do projétil no interior da câmara, que ocorre com o auxílio do braço mecânico da peça que empurra a munição ao seu local exato para a consecução do disparo (USA, 1994, p. 2-202 - 2-214);
- h) armamento secundário: metralhadora Cal.50, sem estabilizadores, com capacidade de armazenamento de 500 cartuchos (USA, 1994, p. 1-22);
- i) capacidade de armazenamento de munição: 36 tiros completos;
- j) munições: está apto a utilizar todas as munições da família M109, inclusive a munição *Excalibur* (USA, 1994, p. 1-22).
- k) cadência máxima de tiro: 6 (seis) tiros por minuto (TPM) (cadência teórica) (USA, 1994, p. 1-22);

l) cadência sustentada de tiro: 4 TPM nos primeiros 3 minutos; após, 1 TPM. Na carga 8: 1 TPM, para missões com duração maior que 60 minutos: 1 tiro para cada 3 minutos (USA, 1994, p. 1-22).

m) calibres: 39;

n) alcance:

- carga 7 convencional: 18000 metros (USA, 1994, p. 1-22);
- carga 8 convencionais: 22000 metros (USA, 1994, p. 1-22);
- com o uso de MACS (sistema de carga modular de artilharia) na carga 5
- (máxima carga para uso do MACS-M109): 22000m (USA, 1994, p. 1-22);
- com MACS (carga 5) e munição assistida: 30000m (USA, 1994, p. 1-22);

Assim os obuseiros M109 A5 receberam capacidades que antes não eram atingidas, como citado por ZALOGA; BRYAN (2005, p.24), quando salienta que um sistema de navegação inercial denominado MAPS (*Modular Azimuth Positioning System*) foi desenvolvido para os novos M109 que usavam um giroscópio a laser compacto conectado a um computador balístico digital e um controle de armas. Assim, ao ser inserida uma ordem de tiro no computador, esse imediatamente combinava com a locação obtida a partir do MAPS e automaticamente colocava o tubo na posição precisa para realizar o tiro. Os dados do alvo chegavam para a peça através de um processador digital de comunicações de forma segura. Em outras palavras, o que antes era calculado e medido por equipes constituídas para central de tiro e topografia, agora podia ser feito em poucos minutos com os sistemas digitais integrados.

3.2.2 VBC OAP M109 A5+ Br

A aquisição de 32 (trinta e dois) obuseiros M109 A5 pelo Exército Brasileiro junto ao programa *Foreign Military Sales* (FMS), pode ser citado como referencial de sucesso no relacionamento Brasil – Estados Unidos no campo da cooperação militar (Amaral, 2020, p. 25-26).

Nesse diapasão, foi adotado o M109 A5 como substituto dos obuseiros autopropulsados do inventário nacional e, a partir do ano de 2013, as negociações foram entabuladas via FMS. Por intermédio do programa, naquele ano, foram doados, pelo governo americano, 40 (quarenta) obuseiros autopropulsados 155 mm M109 A5. As peças de artilharia se encontravam num depósito de material – *Maine Military Authority* – na cidade de Limestone, no estado do Maine (EUA). Uma equipe de oficiais

do EB, capitaneada pela Diretoria de Material/Comando Logístico escolheu os 40 (quarenta) obuseiros em melhores condições. Já em 2014, as VBC OAP ficaram disponíveis para o prosseguimento das ações (AMARAL, 2020, p. 25-26).

Após a aquisição já mencionada, os obuseiros começaram a sofrer um processo de transformação e inovação dentro das possibilidades de aquisição do Brasil, tornando-se as VBC OAP 155mm A5+ Br, que é um obuseiro de 155mm, autopropulsado de fabricação da empresa norte americana BAE Systems.



FIGURA 10–VBC OAP M109 A5+ Br

Fonte: Flôres (2020, p.14, apud Comissão de Fiscalização da Manutenção do Material M109A5+ BR 2017).

Essa viatura foi um projeto criado a partir do M109 A5, acrescido de alguns itens que o Brasil viu necessidade, em conjunto com o Exército Brasileiro, criando a versão Brasil (Br). Nesse escopo, foi oferecido ao Brasil a mesma configuração oferecida ao Chile, que vinha a ser, segundo a Empresa *BAE Systems* (BAE SYSTEMS, 2011):

De acordo com este contrato o Governo Norte Americano irá fornecer os obuseiros ao Governo Chileno e a Empresa *BAE Systems* irá proceder a repotencialização dos veículos, incluído a substituição dos equipamentos obsoletos e a reforma do veículo para uma condição “como se fosse novo”. Além disso, a empresa deverá incorporar conectividade digital para transmissão de dados e sistemas de posicionamento da VBC e de navegação, visando menor tempo de entrada em posição, menor tempo de resposta a pedidos de tiro e maior capacidade de sobrevivência (BAE SYSTEMS, 2011).

Dessa forma, além das características do M109 A5, citadas anteriormente, o A5+Br possui os seguintes itens diferenciais segundo GUEDES (2018, p.21-22):

- a) radar de velocidade inicial: possibilita a medição da velocidade inicial do projétil;
- b) unidade de controle de força: possibilita ao chefe da peça recarregar as baterias do obuseiro para o prosseguimento da missão, sem, no entanto, se deslocar com o obuseiro;
- c) unidade de display para o chefe de peça tratorista e atirador: mantém todos os elementos da VBC OAP 155 mm M109 A5+ Br informados dos dados da missão;
- d) sistema de controle de armas;
- e) rádios digitais;
- f) sistema de giro da torre hidráulico;
- g) unidade de referência do veículo (GPS e sistema de guiamento inercial);
- h) sistema de lagarta T 154;
- i) motor de 440 Hp; e
- j) sistema de trava automática do dispositivo de amarração do tubo.

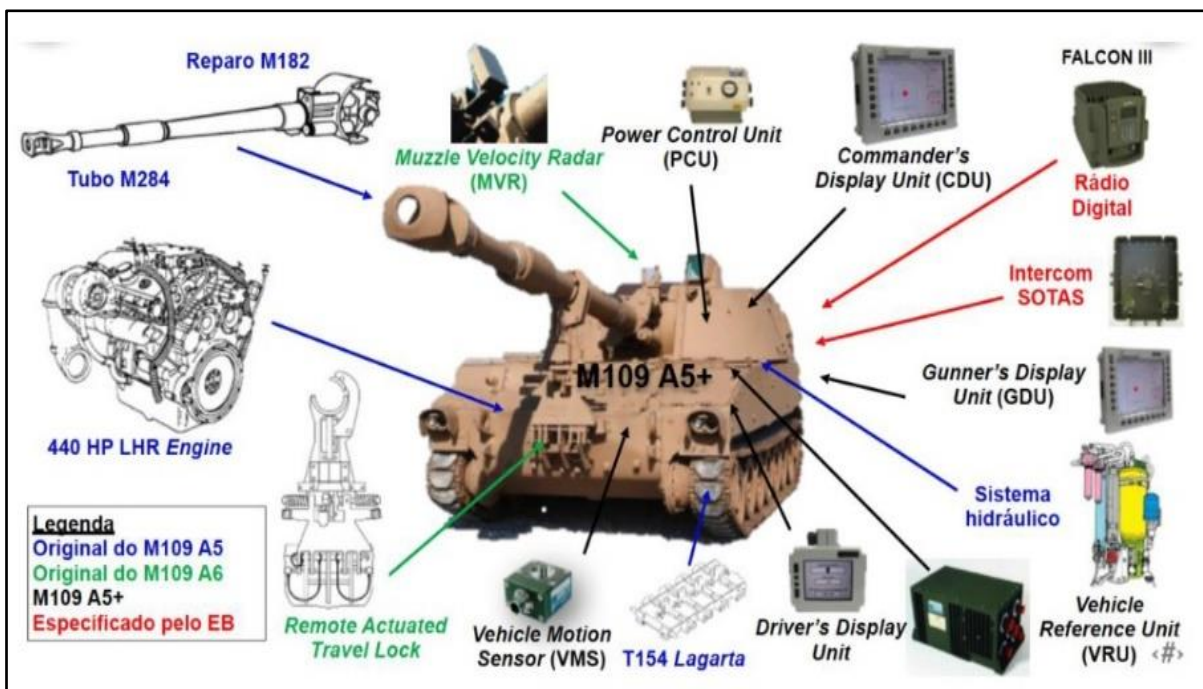


FIGURA 11 – Conjunto de equipamentos da VBC OAP M109A5+ BR

Fonte: Flôres (2020c, p. 130, apud 5º GAC AP - 2015)

Para o emprego de munições M982 *Excalibur*, como exemplo, é necessário se implementar *upgrade* no software do AFCS (*Automatic Fire Control System*), que vem

a ser o nome dado a todo o sistema de controle automático de fogo, similar ao da versão A6 (Paladin).

Essas possibilidades técnicas serão base para a análise no nível estratégico de emprego de munições, em especial de munições com maior precisão como a *Excalibur* e a *OTO Vulcano*.

Dentro do emprego efetivo nos escalões considerados, em especial nas Brigadas Blindadas, segundo LIMA JR (2014, p.117), as características do material sobre lagartas da manobra fazem os obuseiros M109 A5+Br suprirem as necessidades desse escalão.

Além disso, é enfatizada por LIMA JR (2014, p.117) sobre o uso de sistemas de navegação inercial e pontaria automática, que é de dotação ou pode ser acoplado em todos os obuseiros supracitados, permitindo às linhas de fogo da Art Cmp uma rápida entrada em posição com os sistemas de armas já georreferenciados, diminuindo o tempo necessário para a abertura do fogo e facilitando os trabalhos topográficos na área de posição.

Os obuseiros sofreram revitalizações, dentre outros itens já citados, incluíram um novo sistema automático de controle de tiro – AFCS e GPS embarcado, permitindo navegar com precisão (localização geográfica), calcular dados e aumentar a cadência de tiro e ter maior rapidez na saída de posição; instalação de navegador inercial; determinação de posicionamento de navegação; e novo sistema de comunicações (AN/VIC-1 e AN/VIC-3 *Intercom System*) (TECNOLOGIA E DEFESA, 2013).

Essa nova situação, tornou o material mais versátil, moderno e adaptável aos ambientes operacionais que podem enquadrar Bda, DE e C Ex.

4 MUNIÇÃO COM ALTA TECNOLOGIA

Segundo HILLESHEIM (2017, p.16, grifo nosso), em situações críticas ou de perigo de vida, grande parte dos especialistas consultados afirmaram que utilizariam o meio de apoio de fogo para situações de emergência, **desde que possuíssem munições inteligentes.**

Essa assertiva coloca os fogos precisos em destaque para as atividades de emprego de tropa, as quais necessitem de apoio de fogo cerrado e preciso, tornando-se uma das principais alternativas para se intervir no combate.

Além disso, para que tenhamos um melhor entendimento da dispersão que as granadas podem sofrer, o estudo em questão estará utilizando os conceitos básicos de *Circular Error Probable* (CEP).

Assim definimos CEP de acordo com MANSO (2020, p.9):

é um indicador de precisão de impacto de munição, usado para determinar o provável dano ao alvo. O padrão de referência é um círculo dentro do qual se espera que incida metade dos projéteis lançados. Dessa forma, uma munição que possua, por exemplo, um CEP de 30 m significa que, em uma circunferência cujo raio tenha esse valor, pelo menos 50% de um determinado número de disparos incidirá nesse local.

A definição acima citada pode ser melhor exemplificada de acordo com as imagens abaixo:

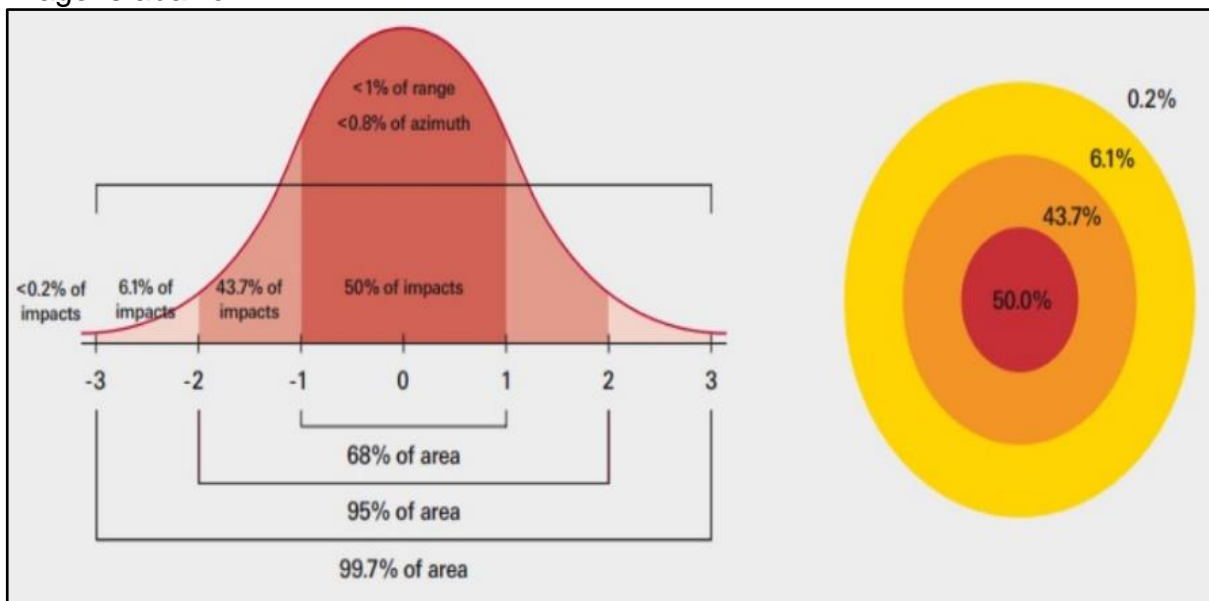


FIGURA 12 – Erro em torno do ponto de impacto - distribuição gaussiana e diagrama de distribuição circular do Erro Circular Provável (CEP). Tradução nossa

Fonte: MANSO (2020, p.9, apud, GICH, 2017, p. 27)

Outro conceito importante para a concepção das munições inteligentes são os dispostos nas *Standardization Agreement* (STANAG), que define padronizações para o emprego e constituição dessas munições de artilharia. Essas padronizações são determinadas de acordo com o Comitê de Padronização da Organização do Atlântico Norte (OTAN) e seus signatários (NATO, 2022).

Tal fato, torna as munições estudadas um exemplo de possibilidade de atuação cinética no campo de batalha por meio de elementos padronizados em âmbito dos países signatários da OTAN.

Podemos pormenorizar as características dessas granadas, enfatizando o efeito desejado e suas vantagens de tê-las como dotação orgânicas de escalões estratégicos da Força Terrestre.

Além disso, atualmente é observado, entre as potências mundiais uma busca constante por munições com maior precisão e alcance, como visto por OSBORN (2022, p.2): “O Exército dos EUA está elevando a artilharia ao próximo nível, dobrando o alcance de sua artilharia de precisão para 70 km por meio de seu Programa de Artilharia de Canhões de Alcance Estendido, o ERCA, como é chamado.

4.1 GRANADA M982 *EXCALIBUR*

As granadas lançadas pelos obuseiros, como demonstrado nos conflitos atuais, continuam sendo em sua maioria as convencionais. Contudo, o uso de munições de alta precisão no calibre de 155 mm, como a *Excalibur*, permitiu à Art Cmp obter um alto nível de acerto para neutralização de alvos de importância para o comandante tático ou que estejam em longos alcances, superiores a 30 quilômetros. Para alcances entre 15 e 30 quilômetros, o módulo PGK (*Precision Guidance Kit*) poderá substituí-las por apresentar um CEP aproximado de 50 m, permitindo boa precisão na execução do apoio de fogo, porém não tão precisa quanto a munição *Excalibur*. Em alcances inferiores a 15 quilômetros, na maioria dos casos, não há necessidade de uso de munições de precisão, pois o CEP médio é semelhante (LIMA JR, 2014, p.116).

Entretanto, percebe-se que as munições inteligentes se encontram em constante transformação e evolução tecnológica, como observado na munição anteriormente citada:

Atualmente a munição possui três variantes: alto explosivo de precisão; para atacar alvos móveis em áreas extra-urbanas; e para atacar veículos individualmente em cidade e em terrenos acidentados. Além disso, a *Raytheon* está desenvolvendo uma **quarta variante**, guiada por laser, que pode explorar fontes de designação externas (BASTOS JR, 2022, grifo nosso).

Isso denota a importância das munições inteligentes no TO, com efetividade no engajamento de alvos de alto valor para a operação.

4.1.1 Características

A granada M982 *Excalibur* é desenvolvida pela indústria bélica norte americana desde o início década de 1990, sendo possível ser encontrada, principalmente, na versão alto explosiva (AE) para o calibre 155 mm e guiada por sistema de GPS. Entre suas principais características, a existência de aletas auxilia na correção da trajetória até atingir o alvo. Seu peso aproxima-se dos 48 (quarenta e oito) kg com a possibilidade de atingir uma distância máxima de 50 (cinquenta) Km (CARROZZA, 2019, p. 12).

Sua estrutura, como descrita, apresenta-se como na imagem abaixo:



FIGURA 13 – granada M982 Excalibur

Fonte: Gianciracusa (2022)

Essa munição ainda apresenta precisão e acurácia com margem de 2 metros, possibilitando o uso próximo das tropas, além do uso de inúmeras espoletas como

retardo, proximidade e detonação no alvo, com reduzido ângulo de aproximação e otimizando da cabeça de guerra (LEAL, 2018, p.38).

A munição *Excalibur* é uma munição de precisão, impactando a uma distância radial de menos de dois metros do alvo em todas as condições climáticas, o que contribui para mitigar o risco de causar danos colaterais (BASTOS JR, 2022, p. 2).

Segundo Bastos Jr (2022, p.2), após ser disparada, a *Excalibur* assume ângulos altos e em altitudes elevadas, dotado de um poderoso receptor de navegação por satélite GPS (*Global Positioning System*), que usa os sinais de satélite recebidos para guiar o projétil para seus alvos pretendidos, e são estabilizados com barbatanas e canards, como pode ser verificada na imagem:

4.1.2 Vantagens

A emprego das granadas M982 *Excalibur*, de modo geral, visa fornecer outra capacidade aos soldados o mais rápido possível, além de fornecer uma capacidade avançada para intervir no combate, que coadunados com a redução do valor unitário da fabricação e a crescente confiabilidade dessa munição, faz aumentar a produção dessas por intermédio do desenvolvimento cooperativo internacional e acordos, sendo um aspecto positivo para o seu emprego (USA, 2021, p.163).

Embora os custos de produção estejam em queda, este tipo de munição continua sendo um material de emprego militar de alto valor para aquisição.

Embora as munições guiadas por GPS sejam vulneráveis ao empastelamento, o guiamento por GPS é um sistema de rádio-navegação, a qual possui propriedades anti-empastelamento (BARBOSA, 2019, p. 10).

Essa situação gera uma proteção relativa contra ataques que possam alterar a configuração de trajetória da granada.

Outra vantagem observada, é o engajamento de alvos com precisão no desencadear da primeira concentração, situação que nega ao inimigo a capacidade de tomar medidas de proteção ou fugir da área. Assim, o raio de dano limitado permite que o alvo seja engajado nas proximidades e não só na posição específica (USA, 2021, p.163).

A atualização mais recente permite que o granada incida no alvo com variados ângulos de abordagem, possibilitando a inclusão de alvos locados em inclinação muito abruptas. Além disso, atualizações incluíram a compatibilidade com

o sistema de armas *Extended Range Cannon Artillery* (ERCA) para engajar alvos até 70 quilômetros (km) e melhorando o programa *Cannon Delivered Area Effect Munition* para abordar alvos móveis ou em movimento, além de veículos blindados em distâncias maiores. (USA, 2021, p.163)

Pode-se observar as possibilidades de trajetória da granada por meio da ilustração abaixo:

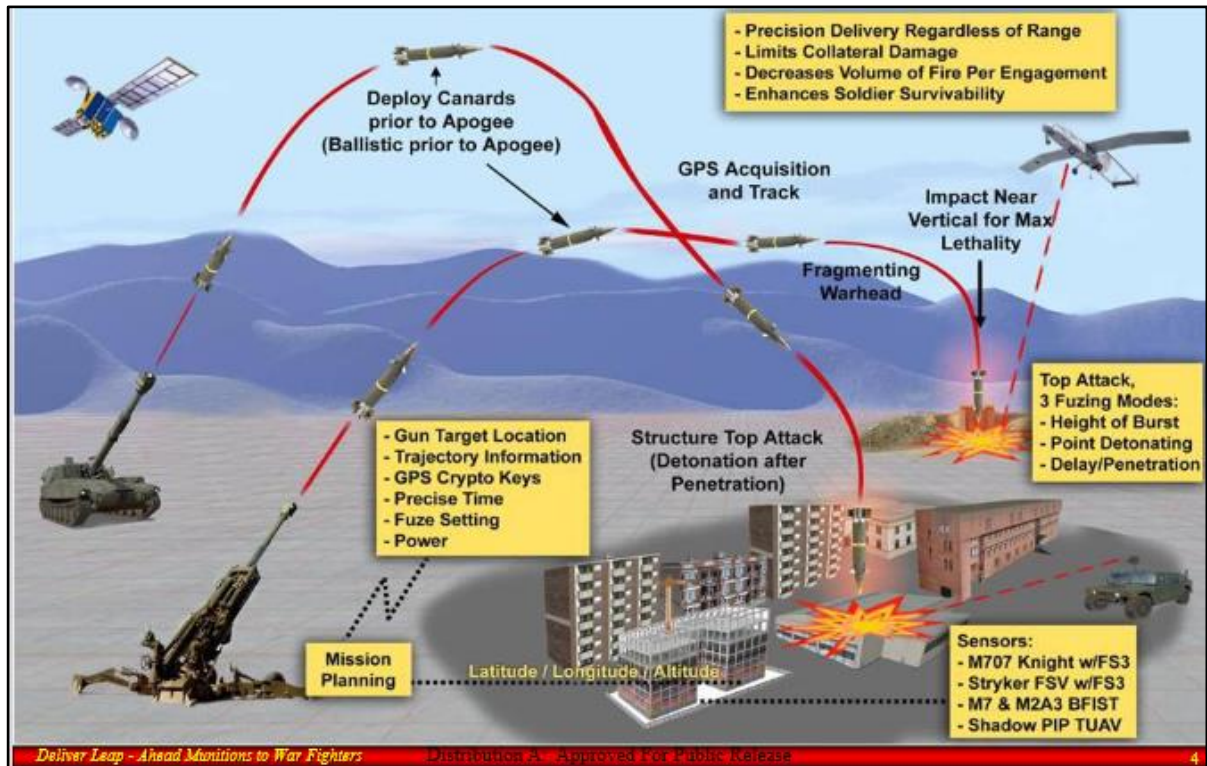


FIGURA 14 – Trajetória da granada M982 Excalibur

Fonte: Milner (2022)

4.1.3 Desvantagens

Segundo BARBOSA (2019, p. 10, grifo nosso), a maior limitação das munições inteligentes é a situação delas serem empregadas somente em alvos parados, o que leva o inimigo a utilizar a neutralização do sinal GPS dessas granadas, e consequentemente da precisão dessas. Tal situação ocorre por meio de interferências conhecidas como **empastelamento**, meio estático de emissão de sinal bloqueador.

Tal fato ocorre devido ao sinal transmitido pelos satélites serem extremamente fracos, chegando à superfície da terra com uma potência de 5×10^{13} W, que é um valor extremamente baixo (BARBOSA, 2019, p. 10).

“Outra ameaça ao GPS é conhecida como **mistificação** (*spoofing*), que consiste em pôr no ar sinal semelhante aos dos satélites de modo que os receptores adquiram o sinal falso e sejam levados a desviarem-se de sua trajetória” (BARBOSA, 2019, p. 10, grifo nosso).

Ainda como desvantagem, segundo CARROZZA (2019, p.13) podemos levantar que o custo por granada é de aproximadamente 68 (sessenta e oito) mil dólares.

Em que pese a busca pela precisão de alvos em ambientes urbanos seja uma das características exploradas pelas artilharias modernas, fica claro que as granadas convencionais não serão abandonadas. Isso ocorre, devido ao alto custo da munição inteligente e ao efeito psicológico proporcionado pelas concentrações de artilharia (quebra da vontade de lutar do inimigo), uma vez que não se pode abrir mão do efeito de massa causado por essas concentrações (LEAL, 2018, p.40).

Esses fatos concentram as principais desvantagens do uso dessa munição, apresentando possibilidades variadas para o emprego com grande participação do estudo de sua utilização e em especial o efeito que se deseja atingir.

4.2 GRANADA OTO *VULCANO*

A granada OTO *Vulcano* é uma munição de artilharia terrestre de 155 mm, tendo como principal característica o sistema chamado BER (*Ballistic Extended Range*) e um sistema de guiamento chamado GLR (*Guided Long Range*). Ela representa a tecnologia mais avançada disponível, atualmente, para disparos precisos de artilharia terrestre (LEONARDO, 2020, p. 1).

Segundo LEONARDO (2020, p.1) “essa munição, tanto a BER quanto a GLR, foram qualificadas de acordo com os STANAGs relevantes sob supervisão conjunta do Ministério da Defesa Italiano e Alemão”.

O desenvolvimento da munição 155mm GLR teve início em 2010, porém, somente em 2012, que a empresa italiana OTO MELARA assinou a cooperação com a *Diehl Defence* para a conclusão do projeto. A partir daí, a *Diehl Defence* consolidou o *Semi Active Laser* (SAL) e por consequência alguns testes foram realizados conjuntamente entre Itália e Alemanha, obtendo êxito a alcances de 33 e 50 Km do alvo, utilizando o obuseiro PZH 2000 (DHINGRA, 2021, p. 1092).

Assim, segundo DIEHL DEFENCE (2022), a fim de fornecer às Forças Armadas no futuro a capacidade de engajar alvos estacionários, bem como alvos móveis a longas distâncias com precisão, a *Diehl Defense* desenvolveu, juntamente com seu parceiro industrial LEONARDO, a nova munição de artilharia guiada *VULCANO*.

Assim podemos observar algumas características dessa munição no que tange à sua forma aerodinâmica balística:



FIGURA 15 – granada OTO Vulcano

Fonte: *Diehl Defence* (2022)

4.2.1 Características

A granada OTO *Vulcano* 155mm possui uma excelente aerodinâmica, aliada ao GPS que gera a capacidade de orientação e modelagem da trajetória, permitindo ainda que a munição 155 GLR venha atingir um alcance máximo de 70 km e mantendo uma precisão extrema de menos de 5m em todos os níveis operacionais (LEONARDO, 2020, p. 1).

Ainda detalhada em DHINGRA (2021, p. 1092), a munição OTO *Vulcano* BER e GLR apresentam alcance máximo em obuseiros de 39 calibres de 50km e 57km, respectivamente, podendo aumentar para 70 e 80km nos materiais de 52 calibres.

Com tais afirmações, pode-se depreender que a munição envolve a capacidade de aprofundar os fogos de maneira seletiva, havendo ainda algumas nuances na precisão real do alcance eficaz.

Na estrutura, o corpo da granada é preenchido com explosivo (IM) e anéis de tungstênio, permitindo uma eficácia extremamente alta contra alvos levemente

protegidos. Além disso, o gatilho de detonação é gerado por um espoleta programável por radiofrequência (RF) com diversas funcionalidades, tais como: impacto com detonação tempo, instantânea e retardo (LEONARDO, 2020, p. 1).

Ainda para artilharia 155mm terrestre a munição OTO Vulcano GLR apresentasse com a seguinte estrutura:



FIGURA 16 – granada OTO Vulcano 155mm GLR

Fonte: *Diehl Defence* (2022)

Quando a espoleta de RF é substituída por sensor dedicado *Semi Active Laser* (SAL), a munição também pode engajar efetivamente alvos estacionários e em movimento (com o uso obrigatório de observador avançado), com maior precisão em relação ao sistema de orientação, puramente, por GPS (LEONARDO, 2020, p. 1).

Observa-se abaixo o Kit de programação da granada:



FIGURA 17 – Kit de programação da granada OTO *Vulcano*

Fonte: Leonardo (2022, p.2)

Além disso, há possibilidade de programar o ataque final com ângulo de até 90° (ou seja, queda vertical) no alvo. Isso permite a maximização da eficácia e da precisão da orientação da granada, bem como minimizar a probabilidade de detecção de projéteis em voo pelos sistemas de defesa do inimigo (LEONARDO, 2020, p. 1).

4.2.2 Vantagens

A munição OTO *Vulcano* apresenta grande similaridade em suas vantagens com a munição M982 *Excalibur*, porém alguns itens a difere de forma significativa, como podemos destacar, segundo DHINGRA (2021, p. 1093), o peso da granada aproximando-se dos 12kg. Tal característica possibilita transporte na viatura blindada de maior quantidade de munições, acarretando em acréscimo de alternativas para engajar mais alvos.

Outra vantagem, é a combinação de navegação por satélite com controle de sensor a laser ou infravermelho, o que torna a granada OTO *Vulcano* uma das munições de artilharia mais precisas do mundo (DIEHL DEFENCE, 2022).

Segundo DIEHL DEFENCE (2022), ressalta-se que essa família de munições combina a mais alta precisão do alvo com a opção exclusiva de abortar a missão após o disparo, empregando os modelos de granada OTO *Vulcano* BER e GLR.

Esta munição foi apresentada como sendo mais barata e mais precisa que a *Excalibur* americana, atingindo o alvo no primeiro disparo e com um desvio de apenas 1 metro do alvo. Esta precisão é atingida por meio do chamado “*laser target tracking*” ou marcação do alvo a laser, feita por Observadores Avançados, que mantém o alvo, seja este estacionário ou não, “iluminado” todo o todo, até que seja atingido. O alcance prometido também é espantoso, sendo de aproximadamente 80 km, pela metade do preço do rival americano. Testes de campo demonstraram a veracidade das afirmações dos fabricantes europeus (CARVALHO; DE CARVALHO, 2015, p. 1).

Assim, constata-se que o valor da munição OTO *Vulcano* se aproxima dos 35 mil dólares, valor muito inferior à sua similar estadunidense *Excalibur*.

A modularidade da trajetória é uma grande vantagem dessa munição, onde ela sendo guiada podendo quebrar com maiores ângulo em sua trajetória final.

Segundo LEONARDO (2020, p.2) a munição OTO *Vulcano* é totalmente compatível com os obuseiros de 155mm de 39 calibres. Assim a VBC OAP M109 A5+ Br tem condições técnicas para o emprego dessa munição, havendo a necessidade de compatibilizar o sistema de guiamento AFCS.

Para melhor entendimento, na figura abaixo verificamos a sequência de trajetória típica da munição 155mm, abrangendo um Trajeto de Voo Balístico (1) envolvendo Inicialização e Aquisição de GPS, um Glide Path (2) com navegação GPS

de meio curso e orientação de terminal (3) com modo GPS ou SAL, dependendo da configuração (LEONARDO, 2020, p. 2).

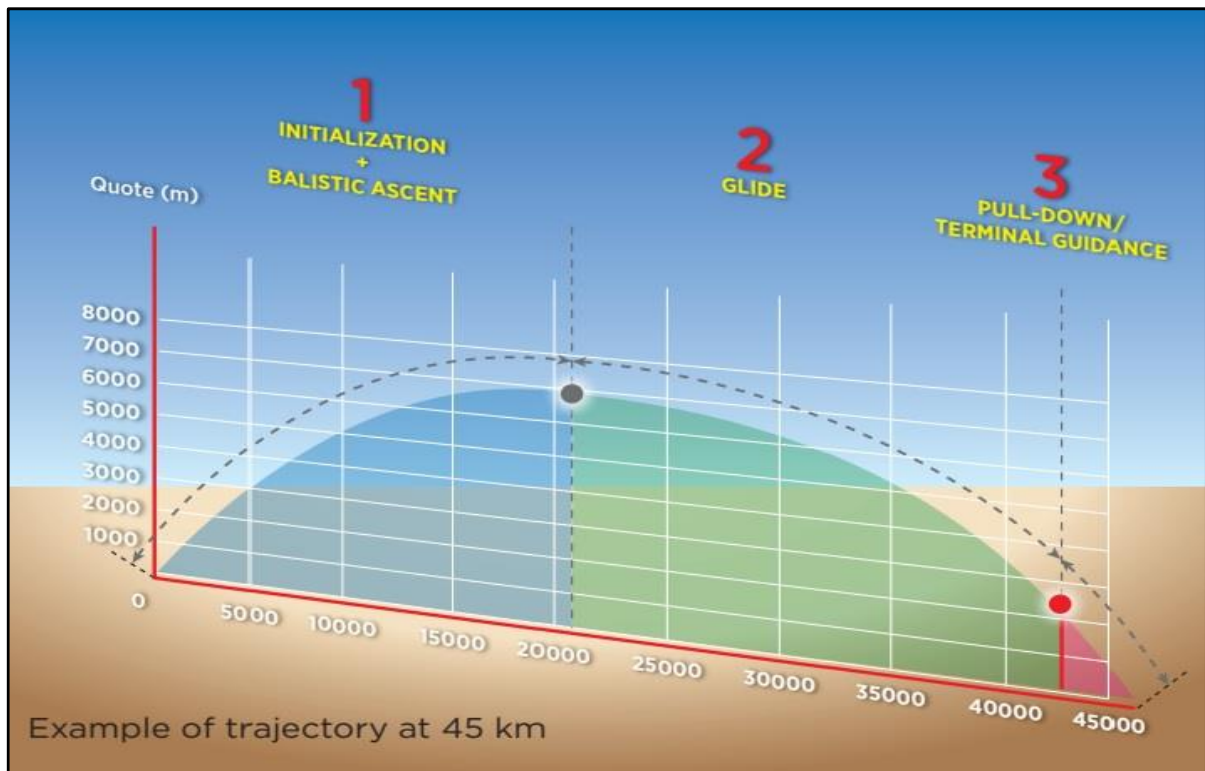


FIGURA 18 – Trajetória da Granada OTO *Vulcano*

Fonte: Leonardo (2022, p.2)

4.2.3 Desvantagens

Dentro das desvantagens da utilização dessa munição, a eficácia do uso de projéteis não guiados em distâncias muito elevadas é muito duvidosa, portanto, de acordo com os dados conhecidos, a produção em série de granadas OTO *Vulcano* no calibre 155 mm está sendo realizada apenas na versão controlada GLR (BMPD, 2022).

Confirmando tal situação, a munição guiada OTO *Vulcano* 155 GLR estão sendo fornecidas em série à Leonardo (empresa italiana) desde 2021 e, atualmente, já estão incluídas no armamento de obuses autopropulsados de 155 mm/52 da produção alemã do obuseiro PzH 2000 das forças armadas da Alemanha, Itália e Catar. No entanto, em relação à Alemanha, as compras em série desses tiros para a “*Bundeswehr*” (Exército Alemão) estão previstas apenas a partir de 2025, uma vez que as exigências do exército alemão preveem a compra de granadas apenas na variante GLR/SAL (BMPD, 2022).

Apesar das munições possuírem versatilidades diferentes das Excalibur, como marcação laser no alvo e guiamento por radiofrequência, a navegação ocorre também, com guiamento geoposicionado (GPS). Dessa forma, como levantado por BARBOSA (2019, p. 10), onde as munições inteligentes ao serem empregadas em alvos parados, leva ao conhecimento do inimigo a utilizar a neutralização da precisão do sinal GPS dessas granadas, por meio de interferências conhecidas como empastelamento, além do procedimento de mistificação, como já abordado nesse trabalho.

A tecnologia dessa munição não é de conhecimento de empresas brasileiras, o que torna sensível a produção e utilização pelo EB desse tipo de granada inteligente, tornando um fator dificultador para o planejamento de emprego.

Por fim, a granada *OTO Vulcano* 155mm possui alto valor agregado, tornando um meio nobre para ser utilizado no campo de batalha, necessitando de apuradas análises para o seu emprego.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve o objetivo de analisar a viabilidade das munições *Excalibur* e *OTO Vulcano* para serem utilizadas pelas VBC OAP M109 A5+ Br, obuseiros que integram os GAC AP, no C Ex ou em apoio as ações desse escalão, em um contexto de DE e Bda inseridas na operação.

Assim, foi possível observar, a partir da metodologia de pesquisa bibliográfica, no processo descritivo aplicado, baseando-se na investigação sobre os assuntos relacionados à artilharia, munições e premissas doutrinárias, que torna-se aceitável a viabilização do emprego das munições em estudo pelo escalão ACEX, devido a existência de circunstâncias precípuas ao emprego dos fogos, como as constantes atualizações tecnológicas desse meio de intervenção no combate, pelas possibilidades da VBC OAP M109 A5+ Br, pelo binômio custo de produção *versus* uso de munições altamente destrutivas com diminuta ocorrências de danos colaterais no TO, além da dissuasão estratégica.

As conclusões alcançadas por este trabalho foram ainda, limitadas pela inexistência do estudo de campo e de entrevistas com especialistas doutrinários que compõem o alto escalão da Força Terrestre.

No entanto, tais conclusões para emprego obtiveram parâmetros em constatações que ratificam os vários conceitos e concepções do emprego da artilharia em combate.

De acordo com o exposto, o C Ex é um Grande Comando Operativo com a capacidade de isolar o campo de batalha e assim, reunindo formas e meios para desenvolver operações com características diferenciadas, visualizando as melhores condições para ações aproximadas. No entanto, há necessidade da combinação correta entre fogo e movimento, conciliando os fatores da DOAMEPI.

Ao enquadrar a ACEX no C Ex, essa absorve os princípios básicos de emprego desse escalão, tornando-se um elemento extremamente flexível em sua constituição e capacidades, devendo acompanhar as tecnologias e avanços da Era da Informação, e se necessário, executar mais de uma operação básica para a conquista de seus objetivos.

De acordo com a doutrina, o C Ex possui DE as quais recebem capacidades e apoios desse elemento de combate, tudo baseado na FAMES dessas DE e suas

missões, podendo para isso, serem adjudicados novos meios, com destaque para os blindados que detém o maior poder de choque.

A Art Cmp tem como finalidade o emprego dos fogos com precisão e massa, sendo amparado seu enquadramento pelos fundamentos do CAPAF e FAMES, disponibilizando as premissas básicas para a construção e amparo da doutrina para o emprego da artilharia nos diversos ambientes operacionais e em diferentes tipos de operações.

Esses subsídios tornam coerente o emprego de variados materiais de artilharia, podendo adaptar-se dentro da modularidade necessária para o cumprimento da missão. Nesse caso, o Brasil vem implementando, por meio de projetos estratégicos (OCOP), o aumento da capacidade operacional com crescente inovação tecnológica, possibilitada inclusive, pelo uso de munições inteligentes.

Os meios blindados apresentam características indispensáveis ao C Ex, em especial para as condições que esse escalão dever dispor, com o poder de intervir no TO alterando e comprometendo o Poder de Combate do Inimigo.

Outro ponto importante, são as capacidades observadas pelos GAC AP dotados das VBC OAP M109 A5+ Br, que ao serem adjudicados à ACEX tornará esse Grande Comando Operativo um Elemento de Combate mais versátil e decisivo no âmbito do C Ex, além da possibilidade de avaliar quais Zonas de Ação do TO necessitam de maior poder de fogo.

Ademais, a sociedade internacional deve atender às demandas que antes não existiam, como o respeito ao DICA e as STANAG, que orientam o emprego da artilharia no combate.

Assim, os fogos serão empregados, cada vez mais, com a observância da nova realidade mundial, onde assuntos diretamente relacionados à artilharia tomaram grande importância, com destaque para o menor dano colateral possível no TO.

Essas premissas tornam as munições M982 *Excalibur* e OTO *Vulcano*, materiais altamente compensadores para serem empregadas como uma alternativa ao C Ex.

O valor de produção é um dos principais fatores de exclusão do uso dessas granadas, sendo que a evolução tecnológica pode reduzir custos e por consequência o preço final, tornando seu uso mais atraente no âmbito estratégico militar.

Todos os aspectos técnicos das granadas são suficientes para compor uma capacidade do escalão C Ex, que deixa nesse nível a possibilidade de analisar o

emprego de munições inteligentes sem o alto custo do emprego de outros tipos de munições, como por exemplo os foguetes e mísseis.

O alcance das munições estudadas é característico de escalões compatíveis com o C Ex, assim definindo uma possibilidade de emprego, com o CEP extremamente reduzidos, confiando ações estratégicas da artilharia moderna em combates convencionais e, até mesmo, em Zonas de Ação edificadas, estudo não realizado nesse trabalho.

As capacidades incorporadas à ACEx com o emprego das munições estudadas, podem determinar alterações significativas no combate, em especial, pela possibilidade de engajar alvos em movimento ou estacionários com alto grau de precisão.

Essa alternativa não exclui o uso de munições não inteligentes, porém, a sua incorporação à dotação orgânica dos GAC adjudicados à ACEx irão abrir novas possibilidades sem reduzir os princípios da massa de fogos, que contribui para outros fatores como o de abalar a moral da tropa inimiga.

Por fim, o Estado Brasileiro, ao empregar meio de combate tão nobre, estará indo ao encontro de novas tendências mundiais do emprego da artilharia, transparecendo a importância demandada nos níveis estratégico e político sobre a conduções de campanhas militares direcionadas por regras internacionais que presam pelas vidas de inocentes e o engajamento de objetivos exclusivamente militares.

REFERÊNCIAS

AMARAL, LEANDRO OLIVEIRA DO. **As vantagens do programa Foreign Military Sales para o Exército Brasileiro**. Monografia. Rio de Janeiro: ECEME, 2020.

BAE SYSTEMS BOFORS. **Archer FH77 BW L52 Self-Propelled Howitzer**, Estados Unidos da América, 2022. Disponível em: < <https://www.baesystems.com/en/product/m109a7>>, acesso em: 19 maio. 2022.

BAE SYSTEMS BOFORS. **Archer FH77 BW L52 Self-Propelled Howitzer**, Estados Unidos da América, 2022. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20110222215016/http://www.armytechnology.com/projects/archerhowitzer/archerhowitzer6.html>>, acesso em: 20 maio. 2022.

BAE SYSTEMS BOFORS: **Upgrading Howitzers for Chile**. EUA, 2011. Disponível em < <https://www.baesystems.com/en/article/upgrading-howitzers-for-chile> > acesso em: 20 maio. 2022.

BARBOSA, ROBSON FERREIRA. **As possíveis falhas que podem ocorrer durante a utilização de munições inteligentes no combate urbano e as implicações para o direito internacional dos conflitos armados**. Monografia. Rio de Janeiro: EsAO, 2019.

BASTOS JR, Paulo Roberto. Sistema de Artilharia CAESAR dispara munição Excalibur. **Tecnologia e Defesa**. Disponível em 21 Jan 2022< <https://tecnodefesa.com.br/sistema-de-artilharia-caesar-dispara-municao-excalibur/>>, acesso em: 16 maio. 2022.

BMPD. **Germany will supply Ukraine with long-range guided Vulcano projectiles** LIVEJOURNAL. Disponível em 22 Agosto 2022: <<https://bmpd.livejournal.com/4575357.html>> acesso em: 25 agosto. 2022

BRASIL, Estado-Maior do Exército. C 6-20: **Grupo de Artilharia de Campanha**. 4ª Edição. Brasília, DF, 1998.

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. EB70-MC-10.206: **Fogos**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2015.

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. EB20-MC-10.223: **Operações**. 5ª Edição. Brasília, DF, 2017.

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. EB70-MC-10.224: **Artilharia de Campanha nas Operações**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2019b.

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. EB70-MC-10.243: **Divisão de Exército**. 3ª Edição. Brasília, DF, 2020b.

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. EB70-MC-10.244: **Corpo de Exército**. Edição Experimental. Brasília, DF, 2020a.

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. EB70-MC-10.310: **Brigada Blindada**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2019c.

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. EB70-MC-10.341: **Lista de Tarefas Funcionais**. 1ª Edição., Brasília, DF, 2016.

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. EB70-MC-10.360: **Grupo de Artilharia de Campanha**. 5ª Edição. Brasília, DF, 2020c.

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. EB20-MF-10.101: **Exército Brasileiro**. 1ª Edição., Brasília, DF, 2014b.

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

BRASIL, Ministério da Defesa, Exército Brasileiro. **Concepção de transformação do exército**. Portaria nº 1253, Gab Cmt EB, de 05 de dezembro de 2013.

CARROZA, RICARDO ALMEIDA. **Munições inteligentes: as possíveis vantagens e desvantagens da sua utilização pela artilharia de campanha brasileira no ambiente urbano**. Monografia. Rio de Janeiro: EsAO, 2019.

CARVALHO, Eduardo Atem de; De CARVALHO, Rogério Atem. **Reflexões Teóricas Sobre Conflitos Assimétricos: Parte IV – Artilharia, a Arma Precisa** - DEFESANET. Disponível em: Brasília, DF, 5 Outubro 2015.<<https://www.defesanet.com.br/pensamento/noticia/20459/Reflexoes-Teoricas-Sobre-Conflitos-Assimetricos---Parte-IV-%E2%80%93-Artilharia--a-Arma-Precisa/>> Acesso em: 25 agosto 2022.

COSTA, L. P. S. Teatro de operações militares conjunto: definição de espaço geográfico. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, v. 8, n. 33, p. 195-203, 16 jan. 2015.

DE PAULA, ANDRE MENDES PEREIRA. A Artilharia de Campanha da Brigada de Infantaria Mecanizada: Um Estudo sobre o seu obuseiro. **Doutrina Militar Terrestre em revista**, p. 62, julho a dezembro. 2014.

DIEHL DEFENCE. **Ammunition: Guided ammunition Vulcano – a product of German-Italian cooperation.** Disponível em: <https://www.diehl.com/defence/en/products/ammunition/#guided-ammunition>. Acesso em: 22 ago. 2022.

DHINGRA, JAYESH. 155mm Vulcano HE projectile. **Jane's Weapons Ammunition**, p. 1092-1093, julho a dezembro. 2014.

EXÉRCITO BRASILEIRO. Escritório de Projetos: **Projeto Estratégico do Exército OCOP**. Disponível em: <<http://www.epex.eb.mil.br/index.php/ocop/escopoocop>>, acesso em: 28 junho. 2022b.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Grupo de artilharia recebe segundo lote de M109A5**. Cruz Alta, PR, 03 Dez 2021. Disponível em <https://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiariodoexercito//asset_publisher/znUQcGfQ6N3x/content/id/14678277>, acesso em:16 maio. 2022.

EXÉRCITO BRASILEIRO. **Missão e Visão de Futuro**. Disponível em <<http://www.eb.mil.br/missao-e-visao-de-futuro>>, acesso em: 16 maio. 2022a.

FONFRÍA MESA, A. Os conflitos do futuro: novo cenário para a Indústria de Defesa. **Coleção Meira Mattos: revista das ciências militares**, v. 14, n. 51, p. 245, 2 jul. 2020.

FLÔRES, FABRICIO. **O Obuseiro Autopropulsado M109 A5+Br: Os Impactos Doutrinários para o Brasil**. Programa Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais. Mestrado. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2020.

FREIRE, VOLBER. **Os Projetos Estratégicos do Exército Brasileiro e seus reflexos para a Política Externa Brasileira: a importância do incremento do poder militar para a projeção de poder do Brasil em sua área de interesse estratégico.** Monografia. Rio de Janeiro: EsAO, 2015.

GALANTE, ALEXANDRE. Exército dos EUA testa munição guiada de artilharia com 65 km de alcance. **Forças Terrestres.** Disponível em 14 Mar 2020 <<https://www.forte.jor.br/2020/03/14/exercito-dos-eua-testa-municao-guiada-de-artilharia-com-65-km-de-alcance/>>, acesso em: 22 agosto. 2022.

GIANCIRACUSA, GIAN. Nuovi Proiettili M982 Excalibur per l'US Army. **Ares Osservatorio Difesa.** Disponível em 7 Fev 2022< <https://aresdifesa.it/nuovi-proiettili-m982-excalibur-per-lo-us-army/>>, acesso em: 20 maio. 2022.

GUEDES, HENRIQUE LIMA. **A Viatura Blindada de Combate Autopropulsada 155mm M109 A5+BR em Operações de Guerra: Letalidade Seletiva em Áreas Urbanas Humanizadas.** Monografia. Rio de Janeiro: ECEME, 2018.

LEAL, EDSON LYRA. A Conferencia Future Artillery London 2018: Os desafios para a Artilharia Moderna. **Doutrina Militar Terrestre:** em revista. p. 36-41, outubro a dezembro. 2018.

LEONARDO. **OTO Vulcano 155,** Italia, 2022. Disponível em: <<https://electronics.leonardo.com/en/products/vulcano-155mm>>. Acesso em: 20 maio. 2022.

LIMA JR, CEZAR AUGUSTO RODRIGUES. **Uma projeção do subsistema linha de fogo da artilharia de campanha para o exército brasileiro de 2030.** Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: EsAO, 2014.

MANSO, JONAS ROCHA. **A Atualização doutrinária das munições previstas visando o emprego da Artilharia de Campanha Brasileira em ambiente urbano.** Monografia. Rio de Janeiro: EsAO, 2020.

MILNER, MIKE - **Precision Strike Association Excalibur Overview.** EUA, 2012. Disponível em: <https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2012/annual_psr/Milner.pdf>. Acesso em: 10 maio. 2022.

NATO. **NATO STANDARDIZATION OFFICE,** Bélgica, 2022. Disponível em: < <https://nso.nato.int/nso/home/main/home>>. Acesso em: 15 agosto. 2022.
OROZCO, Juan Carlos. **Conclusões parciais dos debates do fórum de apoio de**

fogo. Maio 2012. Disponível em: <
<https://doutrina.ensino.eb.br/ava/login/index.php>>. Acesso em: 20 abril 2022.

OSBORN, KRIS. **The Army's Extended Range Precision Cannon Just Keeps Getting Better.** The National Interest. Disponível em 17 Mai 2022<
<https://nationalinterest.org/blog/buzz/armys-extended-range-precision-cannon-just-keeps-getting-better-202480>>, acesso em: 25 agosto. 2022.

PINTO, Flávio Iserhardt; DOS SANTOS, Carlos Alexandre Geovanini. **Adoção da VBCOAP M109A5+ BR pelo EB.** Disponível em: Santa Maria, RS, 21 Maio 2018. <<http://www.cibld.eb.mil.br/index.php/periodicos/escotilha-do-comandante/427-ado%C3%A7%C3%A3o-da-vbcoap-m109-a5-br-pelo-eb>>. Acesso em: 16 maio. 2022.

RATHEON MISSILES AND DEFENCE. **Excalibur Projectiles,** Estados Unidos da América, 2022. Disponível em: <<https://www.ratheonmissilesanddefense.com/what-we-do/land-warfare/precision-weapons/excalibur-projectile>>, acesso em: 20 maio. 2022.

TECNOLOGIA E DEFESA. **Morteiros pesados de 120 mm.** Disponível em: <
<http://www.tecnodefesa.com.br/materia.php?materia=827>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

THE FIRST ONLINE TANK MUSEUM. **Army Technology.** Disponível em 2022 <<https://www.tanks-encyclopedia.com/static/archives.php>>, acesso em 22 agosto. 2022.

UNITED STATES OF AMERICA. *Headquarters, Department of the Army Technical Manual. TM 9-2350-311-10. Operator Manual for howitzer, medium, self propelled, Washington, DC, 1994.*

UNITED STATES OF AMERICA. *Office of the Assistant Secretary of the Army. Weapons Systems Handbook 2020-2021. Excalibur Precision 155mm Projectiles. Whashington, DC, 2021.*

ZALOGA, Steven J.; BRYAN, Tony. **M109 155mm self propelled howitzer 1960-2005.** Oxford: Osprey, 2005.