



ACADEMIA MILITAR

Emprego das Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha

Autor: Aspirante de Artilharia Henrique Dutra Lopes Cardoso

Orientador: Coronel de Artilharia Élio Teixeira dos Santos

Mestrado Integrado De Ciências Militares Na Especialidade De Artilharia

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2023



ACADEMIA MILITAR

Emprego das Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha

Autor: Aspirante de Artilharia Henrique Dutra Lopes Cardoso

Orientador: Coronel de Artilharia Élio Teixeira dos Santos

Mestrado Integrado De Ciências Militares Na Especialidade De Artilharia

Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada

Lisboa, maio de 2023

EPÍGRAFE

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem procura e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

DEDICATÓRIA

A todos os que me fizeram crescer...
aos que partiram, dedico todo o meu amor, saudade e
agradecimento pelas experiências e ensinamentos.
São a minha inspiração e razão para almejar sempre mais.

AGRADECIMENTOS

Um Trabalho de Investigação Aplicada (TIA) é uma longa jornada, que envolve um percurso marcado por inúmeros reptos, inquietações, incertezas, satisfações e muitas contingências pelo caminho. Contudo, e tendo em conta que todo o investigador está destinado a um processo solitário, este reúne contributos de inúmeras pessoas, impreteríveis para encontrar o rumo mais indicado em cada momento dessa jornada.

Posto isto, gostaria de expressar minha gratidão a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste TIA, de forma direta ou indireta, seja fornecendo sugestões sobre onde procurar informações, ou dando recomendações ao longo da redação do trabalho. Gostaria de endereçar um agradecimento especial:

- Ao Coronel de Artilharia Élio Teixeira dos Santos, meu orientador, que, através das suas orientações perspicazes e apoio inabalável, tornou possível aprofundar o conhecimento na área, além de desenvolver aptidões basilares para esta pesquisa. A sua paciência e disponibilidade para colmatar as minhas dúvidas e oferecer *insights* valiosos foram fundamentais para o sucesso deste trabalho.
- Ao Major de Artilharia Humberto Miguel Rodrigues Gouveia que, na qualidade de diretor de curso, acompanhou o percurso atribulado, porém gratificante dos 10 jovens Artilheiros do curso Pedro Francisco Massano de Amorim, e encaminhou-os para aquele que é o caminho, não mais fácil, mas mais íntegro e gratificante;
- Ao Major General João Jorge Vieira Borges, Brigadeiro-General António José Ruivo Grilo, Coronel de Artilharia Carlos Manuel Mendes Dias e ao Major de Artilharia Humberto Miguel Rodrigues Gouveia, que gentilmente contribuíram para o desenvolvimento deste TIA através da sua disponibilidade para, prontamente, responder às entrevistas e compartilhar a sua experiência e conhecimentos, inestimáveis para o sucesso deste projeto, agradeço também pelo tempo e esforço dedicados, pois a sua colaboração enriqueceu significativamente a pesquisa realizada.
- À minha amada família, que sempre esteve ao meu lado, apoiando-me em cada passo da minha jornada, a minha rocha e o meu refúgio, sendo eternamente grato pelo amor e apoio incondicionais que recebo de cada um.

- Aos meus amigos e Bravos camaradas, aqueles que estiveram comigo nos bons e maus momentos, rindo e chorando, mas sempre juntos, lutando lado a lado pelos nossos objetivos e sonhos.

- À minha namorada e melhor amiga, que ilumina minha vida com o seu amor, companheirismo e compreensão.

RESUMO

O emprego de munições inteligentes na Artilharia de Campanha é uma prática cada vez mais comum em operações militares ao redor do mundo. Essas munições, também conhecidas como Munições Guiadas de Precisão (*Precision Guided Munitions*), utilizam tecnologia avançada para pesquisar e atingir alvos específicos com maior precisão do que as munições convencionais.

Na Artilharia de Campanha, as munições inteligentes podem ser usadas para atingir objetivos a longas distâncias e em terrenos complexos, minimizando o risco de danos colaterais e maximizando os efeitos pretendidos, contribuindo assim para a consecução da missão da força apoiada.

A finalidade primária deste Trabalho de Investigação Aplicada consiste em identificar e caracterizar os diversos tipos de Munições Guiadas de Precisão utilizadas pela Artilharia de Campanha nos principais Teatros de Operações contemporâneos, tendo em vista analisar a sua possível adoção pela Artilharia de Campanha nacional, tornando esta apta a realizar fogos de precisão, designadamente em ambiente urbano, evitando os danos colaterais inerentes ao emprego de munições convencionais.

O método de investigação utilizado foi o dedutivo, fundamentando-se numa análise documental extensiva, validados e complementados com inquéritos por entrevista a oficiais com elevada experiência no que toca à componente operacional.

Em suma, será possível concluir quais as munições, entre as SMArt 155, Vulcano, Bonus, M712 Copperhead, M982 Excalibur, as Espoletas de Correção de Trajetória (Course Correcting Fuze) Spacido e M1156 PGK, bem como as PGMM M/94 Strix e XM395, e os sistemas de armas, entre o morteiro Tampella tipo Standard 120 mm m/9047 e os obuses M119 105mm LG/30/m98, AP M109 A5 155mm, M777 Lightweight Towed 155mm, Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000), CAESAR e FH77 BW Archer, mais vantajosas perante os requisitos dos novos TO, e que se adequam ao Exército Português, equacionando o seu emprego pela Artilharia Nacional.

Palavras-Chave: Munições Inteligentes, Espoletas, Operações Militares, Teatros de Operações contemporâneos, Artilharia de Campanha

ABSTRACT

The use of smart munitions in Field Artillery is an increasingly common practice in military operations around the world. These munitions, also known as Precision Guided Munitions, use advanced technology to search for and strike specific targets with greater precision than conventional munitions.

In Field Artillery, smart munitions can be used to hit targets at long distances and in complex terrain, minimizing the risk of collateral damage and maximizing the intended effects, thus contributing to the achievement of the supported force's mission.

The primary purpose of this TIA is to identify and characterize the various types of Precision Guided Munitions used by the Field Artillery in the main contemporary Operations Theaters, to analyze their possible adoption by the national AC, making it capable of conducting precision fire, particularly in urban environments, avoiding the collateral damage inherent to the use of conventional ammunition.

The research method used was deductive, based on an extensive documentary analysis, validated, and complemented by interview surveys of officers with high experience in the operational component.

In summary, it will be possible to conclude which munitions, among the SMArt 155, Vulcano, Bonus, M712 Copperhead, M982 Excalibur, Spacido and M1156 PGK Course Correction Fuzes (CCF), as well as the M/94 Strix and XM395 PGMM, and weapon systems, between the Tampella Standard 120mm m/9047 mortar and the M119 105mm LG/30/m98, AP M109 A5 155mm, M777 Lightweight Towed 155mm, Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000), CAESAR and FH77 BW Archer howitzers, are more advantageous to the requirements of the new Operations Theaters, and adequate to the Portuguese Army, equating their employment by the national Artillery.

Keywords: Smart Munitions, Fuzes, Military Operations, contemporary Operations Theaters, Field Artillery

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE GERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABELAS	xii
LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS.....	xiv
INTRODUÇÃO	1
 CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA	3
1.1. Apoio de Fogos nas Operações Militares contemporâneas.....	3
1.1.1. Caracterização das Operações Militares contemporâneas	3
1.1.2. Apoio de Fogos	5
1.1.3. Emprego Tático da Artilharia de Campanha.....	9
1.2. Armas e Munições.....	13
1.2.1. Armas	13
1.2.1.1. Morteiros	13
1.2.1.1.1. Tampella Standard 120 mm m/9047	15
1.2.1.2. Bocas de Fogo	15
1.2.1.2.1. Obus M119 105 mm LG/30/m98.....	16
1.2.1.2.2. Obus M114A1 155 mm.....	16
1.2.1.2.3. Obus AP M109A5 155 mm.....	17
1.2.1.2.4. Obus M777 Lightweight Towed 155 mm.....	17
1.2.1.2.5. Obus Panzerhaubitze 2000 (PZH2000).....	18
1.2.1.2.6. CAESAR	19
1.2.1.2.7. FH77 BW Archer	20
1.2.1.2.8. 2S19.....	21
1.2.1.2.9. 2S35.....	22

1.2.2. Munições	22
CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA	25
2.1. Método e Estratégia de Investigação.....	25
2.2. Modelo de Análise	25
2.3. Modelo e Técnica de Recolha de Dados	26
CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DAS MUNIÇÕES INTELIGENTES	27
3.1. Generalidades	27
3.2. PGM para Bocas de fogo	27
3.2.1. SMarT 155.....	28
3.2.2. Vulcano	28
3.2.3. 30F75 Santimetr	30
3.2.4. 2K25 Krasnopol	30
3.2.5. SPACIDO.....	32
3.2.6. Bonus.....	33
3.2.7. M712 Copperhead	34
3.2.8. M982 Excalibur.....	34
3.2.9. M1156 PGK	36
3.3. PGMM 120 mm	37
3.3.1. M/94 Strix	38
3.3.2. KM-8 Gran	38
3.3.3. XM395	39
CAPÍTULO 4 – EMPREGO DE MUNIÇÕES DE PRECISÃO GUIADAS NOS TO CONTEMPORÂNEOS.....	41
Generalidades	41
4.1. Iraque (2003 – 2011).....	41
4.2. Afeganistão (2001 – 2021).....	42
4.3. Guerra Civil Síria (2011 -)	42

4.4. Invasão da Ucrânia (2022 -)	42
CAPÍTULO 5 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	44
CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema de Apoio de Fogos	6
Figura 2 – Processo de Targeting (D3E).....	8
Figura 3 - Morteiro Tampella tipo Standard 120 mm m/9047	XVIII
Figura 4 - Obus M119 105 mm LG/30/m98.	XVIII
Figura 6 - M114 A1 155 mm/23.	XIX
Figura 7 - Obus AP M109 A5 155 mm.....	XIX
Figura 8 - Obus M777 Lightweight Towed 155 mm.	XX
Figura 9 - Obus Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000).....	XX
Figura 10 - Obus CAESAR.....	XXI
Figura 11 - Obus FH77 BW Archer.....	XXI
Figura 12 - Obus 2S19 MASTA-S.....	XXII
Figura 13 - Obus 2S35 Koalitsiya-SV.	XXII
Figura 14 - PGM SMar155.	XXIII
Figura 15 - Funcionamento das PGM SMar155 e Bonus.	XXIII
Figura 16 - PGM Vulcano.....	XXIV
Figura 17 - CCF SPACIDO.	XXIV
Figura 18 - PGM BONUS.....	XXV
Figura 19 - PGM M712 Copperhead.	XXV
Figura 20 - PGM M982 Excalibur.	XXVI
Figura 21 - CTF M1156 PGK.	XXVI
Figura 22 - EPIAFS (Enhanced Portable Inductive Artillery Fuze Setter).....	XXVII
Figura 23 - PGMM M/94 Strix.	XXVII
Figura 24 - PGMM XM395.	XXVIII
Figura 25 - PGM Santimetr.....	XXIX
Figura 26 - PGM 2K25 Krasnopol.....	XXIX
Figura 27 - PGMM KM-8 Gran e Sistema de Aquisição de Objetivos.	XXX
Figura 28 - Quadro Orgânico do GAC/BrigRR	XXXI
Figura 29 - Quadro Orgânico do GAC/BrigInt.....	XXXII
Figura 30 - Quadro Orgânico do GAC/BrigMec.	XXXIII
Figura 31 - Orlan-30 (Caracterização).....	XXXIV
Figura 32 - Lancet-3 Loitering Munition.	XXXV

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Possibilidades e limitações do emprego de morteiros.	14
Tabela 2 - Tipos de munições empregues pela AC.	24
Tabela 3- PGM utilizadas por Bocas de Fogo, produzidas pela Alemanha, Rússia, França e EUA, no ativo em múltiplos TO.	27
Tabela 4 - Características da PGM SMar155.	28
Tabela 5 - Características da PGM Vulcano.	29
Tabela 6 - Características da PGM 30F75 Santimetr.	30
Tabela 7 - Características da PGM 2K25 Krasnopol.	31
Tabela 8 - Características da CCF Spacido.	33
Tabela 9 - Características da PGM Bonus.	33
Tabela 10 - Características da PGM M712 Copperhead.	34
Tabela 11 - Características da PGM M982 Excalibur.	36
Tabela 12 - Características da CCF XM1156 PGK.	37
Tabela 13 - PGMM utilizadas por morteiros de 120 mm, produzidas pela Suécia, Rússia e EUA.	37
Tabela 14 - Características da PGMM M/94 Strix.	38
Tabela 15 - Características da PGMM KM-8 Gran.	39
Tabela 16 - Características da PGMM XM395.	40

LISTA DE APÊNDICES E ANEXOS

Apêndices

Apêndice A - Guião de Entrevista ao Major-General João Jorge Vieira Borges.....	II
Apêndice B - Respostas às Questões colocadas na entrevista ao Major-General João Jorge Vieira Borges	IV
Apêndice C - Guião de Entrevista ao Brigadeiro-General António José Ruivo Grilo.....	V
Apêndice D - Respostas às Questões colocadas na entrevista ao Brigadeiro-General António José Ruivo Grilo.....	VII
Apêndice E – Guião de Entrevista ao Coronel de Artilharia Carlos Manuel MendesDias	VIII
Apêndice F – Respostas às Questões colocadas na entrevista ao Coronel de Artilharia Carlos Manuel Mendes Dias.....	X
Apêndice G - Guião de Entrevista ao Major de Artilharia Humberto Miguel Rodrigues Gouveia	XIII
Apêndice H – Respostas às Questões colocadas na entrevista ao Major de Artilharia Humberto Miguel Rodrigues Gouveia	XV

Anexos

ANEXO A – Sistemas de armas que equipam o Exército de países aliados da NATO.....	XVIII
ANEXO B – Sistemas de armas que equipam o Exército Russo.....	XXII
ANEXO C – Munições padrão da NATO.....	XXIII
ANEXO D – Munições padrão da Rússia.....	XXIX
ANEXO E – Quadros Orgânicos das Brigadas nacionais.....	XXXI
ANEXO F – UAS empregues na Guerra da Ucrânia.....	XXXIV

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

A

AAFCS *Automated Artillery Fire Control System* (Sistema Automático de Controlo de Fogos de Artilharia)

AC Artilharia de Campanha

A/C Ação de Conjunto

ACE Artilharia de Corpo de Exército

A/D Apoio Direto

AD Artilharia Divisionária

AF Apoio de Fogos

AM Academia Militar

AO Ambiente Operacional

AP Autopropulsado

B

BB *Base Bleed* (Combustão na Base)

bf bocas de fogo

BGen Brigadeiro-General

BrigInt Brigada de Intervenção

BrigMec Brigada Mecanizada

BrigRR Brigada de Reação Rápida

C

C2 Comando e Controlo

CBtr	Contra-Bateria
CC	Carros de Combate
CCF	<i>Course Correcting Fuze</i> (Espoleta de Correção de Trajetória)
CEP	<i>Circular Error Probable</i> (Erro Circular Provável)
CIMIC	<i>Civilian and Military Cooperation</i> (Cooperação Civil-Militar)
Cmdt	Comandante

D

DICA	Direito Internacional dos Conflitos Armados
------	---

E

EAF	Elemento de Apoio de Fogos
EME	Estado-Maior do Exército
EPIAFS	<i>Enhanced Portable Inductive Artillery Fuze Setter</i> (Configurador Indutivo Portátil de Espoletas de Artilharia)
ER	<i>Extended Range</i> (Alcance Aumentado)

F

FASCAM	<i>Family of Scatterable Mines</i> (Família de Minas Dispersáveis)
--------	--

G

GAC	Grupo de Artilharia de Campanha
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)

H

HE	<i>High Explosive</i> (Alto Explosivo)
HE-FRAG	<i>High Explosive of Fragmentation</i> (Alto Explosivo de Fragmentação)

HPT	<i>High Payoff Target</i> (Objetivo Remunerador)
HVT	<i>High Value Target</i> (Objetivo de Elevado Valor)
I	
ICM	<i>Improved Conventional Munition</i> (Munição Convencional Melhorada)
IFV	<i>Infantry Fighting Vehicle</i> (Veículo de Combate de Infantaria)
In	Inimigo
INS	<i>Inertial Navigation System</i> (Sistema de Navegação Inercial)
L	
LTD	<i>Laser Target Designator</i> (Designador de Alvo Laser)
M	
MGen	Major-General
N	
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organization</i> (Organização do Tratado Atlântico Norte)
NEP	Normas de Execução Permanente
O	
OAv	Observador Avançado
P	
P	Percussion fuze (espoleta de Percussão)
PD	Pergunta Derivada
PDE	Publicação Doutrinária do Exército
PGM	<i>Precision Guided Munition</i> (Munição Guiada de Precisão)
PGMM	<i>Precision Guided Mortar Munition</i> (Munição Guiada de Precisão de Morteiro)
PGK	<i>Precision Guided Kit</i> (Kit de Guiamento de Precisão)

PP Pergunta de Partida

R

RAP *Rocket Assisted Projectile* (Munição Assistida por Foguete)

R/F Reforço de Fogos

S

SAL *Semi Active Laser* (Laser Semi Ativo)

SEAD *Supression of Enemy Air Defense* (Supressão da Defesa Aérea Inimiga)

T

T *Time fuze* (espoleta de Tempos)

TIA Trabalho de Investigação Aplicada

TLE *Target Location Error* (Erro de Localização do Alvo)

TO Teatro de Operações

TOM Tiro Obus Minuto

ton toneladas (unidade de medida)

TSO Tiro Simultâneo no Objetivo

TTP Técnicas, Táticas e Procedimentos

U

UAS *Unmanned Aerial System* (Sistema Aéreo Não Tripulado)

UAV *Unmanned Aerial Vehicle* (Veículo Aéreo Não Tripulado)

V

VT *Variable Time fuze* (espoleta de Proximidade)

INTRODUÇÃO

O Relatório Científico Final do Trabalho de Investigação Aplicada (TIA), agora apresentado, está subordinado ao tema “Emprego de Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha”. Este encontra-se inscrito no ciclo de estudos dos mestrados integrados da Academia Militar (AM), visando a obtenção do grau de mestre em Ciências Militares, bem como o desenvolvimento de aptidões na área do saber-saber.

A tipologia das atuais operações militares, caracterizadas por vastas Zonas de Ação, natureza irregular e fugaz da ameaça, que utiliza os meios urbanos como refúgio, coloca novos desafios aos sistemas de armas e munições da Artilharia de Campanha (AC), com especial ênfase no seu alcance, precisão e tempo de resposta.

Os advenços tecnológicos, juntamente com a necessidade de aperfeiçoar a eficiência em combate na guerra assimétrica, onde as forças contendoras atuam sem limites definidos, contribuíram para o surgimento das chamadas “munições inteligentes”, as quais revolucionaram o conceito de precisão no que toca à destruição de alvos a grandes distâncias.

Assim sendo, é imperativo que a AC satisfaça os requisitos do apoio de fogos no atual espectro de missões, cuja complexidade exige a especialização, inovação e flexibilidade dos meios de AC empregues no apoio às operações militares.

Atualmente, a AC enfrenta um dilema. Embora a história nos tenha ensinado o valor dos fogos de artilharia em massa, os artilheiros não podem ignorar a eficácia das munições de precisão nas áreas de operações urbanizadas, a qual requer localizações exatas do inimigo. Face a este problema, surge cada vez mais a necessidade de uma reestruturação das forças, que coloca as munições guiadas de precisão (PGM) numa posição de elevado destaque (Mandel, 2004).

Cumulativamente, por imposição do Direito Internacional Humanitário, as baixas civis deixaram de ser admissíveis, e a carga logística de munições de artilharia tende a reduzir-se dada a elevada dispersão, natureza ligeira (facilmente projetável) e reduzido efetivo das forças de manobra apoiadas. O atual impulso para a adoção generalizada da precisão, como um novo paradigma para a AC, tem o seu paralelismo no esforço de restabelecer a AC como uma arma de combate relevante no século XIX.

O presente TIA tem como objetivo geral, estudar as possibilidades de emprego de munições inteligentes na AC, tendo como objetivos específicos, decorrentes do objetivo geral, os seguintes: (i) Estudar as munições inteligentes mais utilizadas na atualidade, ou em

fase de desenvolvimento, que permitam conferir uma maior eficácia do Apoio de Fogos em todo o espectro de operações militares, nomeadamente em ambiente urbano; (ii) Identificar as vantagens e limitações de emprego de munições inteligentes, nos âmbitos técnico e logístico; (iii) Estudar o seu emprego tático no apoio às unidades de manobra.

Para tal foi formulado um problema ou **pergunta de partida (PP)**: “De que forma o emprego de munições de precisão pode aumentar a eficiência e eficácia dos fogos de Artilharia de Campanha em todo o espectro de operações militares, com destaque para o combate em ambiente urbano?”.

Quanto à sua organização, o presente TIA compreende uma introdução, apresentando uma visão geral do trabalho, incluindo a apresentação do tema, a relevância do estudo, os principais objetivos e a formulação da pergunta de partida, desenvolve-se em quatro capítulos e culmina com as conclusões e recomendações.

No primeiro capítulo é apresentada uma revisão de literatura que se concentra nos conceitos relevantes para a problemática em estudo, fundada numa extensa pesquisa bibliográfica.

No segundo capítulo são apresentados o método e a estratégia de investigação, o modelo de análise, bem como os métodos e técnicas de recolha de dados.

No terceiro capítulo são caracterizadas as Munições Inteligentes empregues nos Teatros de Operações (TO) da atualidade, pelos Exércitos dos países aliados da NATO e da Rússia, não só de forma a verificar a compatibilidade das PGM padrão da NATO com os sistemas de armas nacionais, como também identificar as capacidades de fogos indiretos da atual ameaça.

No quarto capítulo são analisados os principais TO onde foram recentemente empregues a maioria das PGM estudadas no capítulo anterior, tendo em vista analisar o seu emprego face aos requisitos táticos e operacionais.

Por último, nas conclusões e recomendações, são enfatizados os principais aspetos abordados, sendo dada resposta às perguntas derivadas e de partida, bem como sugeridas recomendações para investigações futuras.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo serão abordados os conceitos necessários para uma interpretação clara e inequívoca da problemática investigada no presente trabalho, designadamente a caracterização das operações militares contemporâneas, o Apoio de Fogos e o emprego tático da Artilharia de Campanha.

1.1. Apoio de Fogos nas Operações Militares contemporâneas

1.1.1. Caracterização das Operações Militares contemporâneas

O ambiente em que as Operações Militares contemporâneas se encontram inseridas é estigmatizado pela Nova Conflitualidade, conflitualidade esta que se encontra definida como

“...um significativo crescimento das ameaças, traduzidas em ações violentas não convencionais; no terrorismo; na proliferação de armas de destruição maciça e na interligação de capacidades inesperadas com fins, também eles não ortodoxos. As áreas urbanas e terrenos difíceis (zonas desérticas, a selva ou regiões montanhosas), as linhas de comunicação terrestre e marítimas, as áreas de retaguarda e também o espaço aéreo e ciberespaço, são os campos de batalha preferencial para aquelas ações” (Ramalho, 2007).

A condução de operações militares em todo o espectro do conflito pelas Forças Armadas, exige preparação, adaptação e capacidade para combinar, de forma simultânea, todo o tipo de operações, sendo elas ofensivas, defensivas, de estabilização e de apoio civil, ajustadas às contínuas alterações, com a finalidade de atingir uma paz estável, de modo a alcançar os objetivos definidos pela política. Torna-se, então, imprescindível que as Forças Armadas sejam dotadas de uma grande capacidade de adaptação, para que as técnicas, táticas e conhecimentos se ajustem adequadamente às alterações do ambiente operacional do TO.

A fluidez do ambiente operacional, resultante das mudanças contínuas de coligações, alianças, parcerias e intervenientes, torna impreterível a interação de diferentes organizações e condução de operações conjuntas e combinadas (EME, 2004).

Autores, como Lind (2004), descrevem as operações militares atuais, também conhecidas como operações militares contemporâneas, como parte das guerras de quarta geração. Essas operações são caracterizadas pela descentralização e iniciativa, nas quais os estados não detêm mais o monopólio da guerra, abrindo espaço para conflitos entre estados e grupos não estatais, como a al-Qaeda. Nesse tipo de operação, as forças militares operam no meio da população, tornando a adaptabilidade, a interação e a integração com a população chaves para o sucesso.

Lind (2004) refere que, as técnicas, táticas e procedimentos utilizadas nas Operações Militares contemporâneas não são atuais. Uma importante transformação nessas operações é a dificuldade em identificar os adversários, já que se torna extremamente desafiador distinguir o inimigo, muitas vezes está difundido entre a população civil e/ou não utiliza uniformes, o que dificulta consideravelmente a seleção dos alvos a destruir ou proteger. No atual campo de batalha, as forças assumem uma maior dispersão e atuam em menor número comparativamente com as forças no passado. Cumulativamente, dispõem de capacidade de convergir rapidamente para realizar ataques a distâncias consideráveis, impondo às operações um elevado ritmo, tornando depois a dispersar, dando assim lugar a um campo de batalha não linear (assimétrico), que substitui o convencional/linear (Grilo & Romão, 2007).

Quando os conflitos são assimétricos, tendo forças irregulares como intervenientes, a força mais fraca compensa as suas desvantagens transferindo o combate para zonas edificadas, onde pode obter abrigo com relativa facilidade, dissimular-se no meio da população civil e adquirir apoio (Grilo & Romão, 2007).

“O carácter da conflitualidade evoluiu, para guerras assimétricas, sem frentes, sem uniformes, de objetivos pouco claros, estando os combatentes misturados com a população, que é utilizada como escudo ou moeda de troca, se necessário.” (Grilo & Mimoso, 2010, p. 2).

Relativamente às ameaças, estas podem ser classificadas em quatro categorias diferentes: tradicionais, irregulares, catastróficas e desestabilizadoras. No entanto, é importante notar que esta classificação não é suficiente para caracterizar completamente os inimigos e adversários atuais e futuros, já que eles podem encaixar-se em qualquer uma ou em todas essas categorias, dependendo das suas intenções (EME, 2004).

As ameaças tradicionais, para as quais a maioria dos Estados se prepara para debelar, são representadas por Estados que usam capacidades militares convencionais.

As ameaças irregulares, por outro lado, são compostas por adversários que usam métodos e meios não convencionais para atingir os seus objetivos. Adversários mais fracos militarmente, normalmente recorrem à guerra irregular para contrariar as vantagens do mais forte e prolongar o conflito. Isso inclui o uso de táticas como terrorismo, subversão e guerra de guerrilha, combinados com iniciativas económicas, diplomáticas, informacionais e culturais (EME, 2004).

As ameaças catastróficas envolvem a posse, aquisição e uso de armas de destruição em massa. Se um inimigo ou adversário obtiver esse tipo de armamento, terá a capacidade

de infligir danos catastróficos. A proliferação dessas armas aumentou a probabilidade do seu uso em comparação ao passado.

Por fim, as ameaças desestabilizadoras envolvem a criação de novas tecnologias usadas pelo inimigo ou adversário para reduzir ou anular as vantagens das nossas forças em áreas operacionais críticas (EME, 2004).

O inimigo ou adversário procurará criar condições favoráveis aos seus propósitos, alterando o carácter do conflito e usando capacidades que não irão ao encontro da preparação das nossas forças. O objetivo é impedir que as nossas forças tenham acesso à área da crise no momento certo. Se nossas forças conseguirem entrar com sucesso nessa área, o inimigo ou adversário procurará empenhar-se em terrenos complexos e urbanos, utilizando métodos que reduzam as nossas capacidades (EME, 2004).

De acordo com Talambas, (2004), haverá um menor efetivo e uma maior dispersão das forças relativamente ao passado, tendo capacidade de rápida concentração, para levar a cabo ataques a distâncias significativas, imprimindo uma alta cadência às operações, voltando seguidamente a dispersar-se.

“A fluidez e a ausência de frentes lineares e zonas de retaguarda, provocará o desaparecimento do campo de batalha linear sendo substituído pelo não linear” (Talambas, 2004).

1.1.2. Apoio de Fogos

Apoio de Fogos (AF) é “o uso coletivo e coordenado dos fogos terrestres, aéreos e marítimos, baseado em sistemas de fogos indiretos, aeronaves armadas, aviação, guerra eletrónica e munições não-letais, contra objetivos terrestres” (EME, 2004, pp. 2-5).

Encontra-se inserido nas funções de combate¹, a considerar no planeamento do Comandante (Cmdt) e visa o seguinte.

- O uso coordenado de elementos de aquisição de objetivos, armas de tiro indireto, aeronaves e outros meios letais e não letais contra forças terrestres, em apoio da força de manobra ou a coordenação de operações de ataque em profundidade;
- O desenvolvimento de critérios de empenhamento para apoio à intenção do Cmdt e os meios ou mecanismos para derrotar o inimigo;

¹ Manobra, Apoio de Fogos, Informações, Mobilidade, Contra mobilidade e Sobrevivência (Proteção), Defesa Aérea, Apoio de Serviços, Comando e Controlo (C2).

- A produção de listas de objetivos², incluindo as Listas de Objetivos de Elevado Valor (*HVT*)³ e de Objetivos Remuneradores (*HPT*)⁴;
- O planeamento e integração do apoio da Guerra Eletrónica (GE)⁵ disponível (EME, 2004).

Quanto ao Sistema de Apoio de Fogos, este é constituído por 3 componentes, como está representado na Figura 1, abaixo exposta.

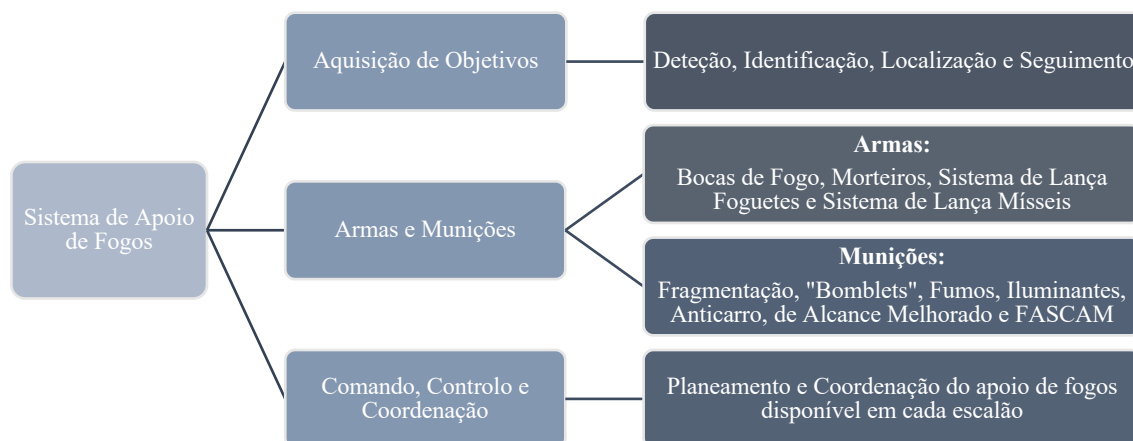


Figura 1 - Sistema de Apoio de Fogos

Fonte: EME, 2004

Estas três componentes diferenciadas, mas interdependentes, operam conjuntamente, oferecendo ao Cmdt da força o AF necessário para o cumprimento da sua missão (EME, 2004).

A combinação das três componentes do Sistema de AF assegura uma elevada eficácia na utilização dos fogos indiretos, sendo eles terrestres, aéreos ou navais, englobando também

² As Listas de Objetivos contêm informações detalhadas sobre os objetivos - localizações inimigas confirmadas, suspeitas ou prováveis, bem como pontos notáveis do terreno - utilizadas para efeitos de planeamento e posterior ataque, se assim decidido, a executar pelas baterias de bocas de fogo. Para tal incluem o respetivo n.º, descrição, localização, dimensões, orientação, origem e/ou precisão da aquisição e observações.

³ *HVT* são “os meios de que o inimigo necessita para cumprir a sua missão e cuja perda provoca uma degradação das suas capacidades comprometendo a concretização da manobra que pretendia realizar” (EME, 2004).

⁴ *HPT* são “objetivos cujo ataque é necessário e fundamental para o sucesso da manobra das nossas forças, tendo em conta o escalão da força que está a conduzir o planeamento (Batalhão, Brigada, etc.), para poder causar ao inimigo os efeitos pretendidos e assegurar que são atacados os meios Inimigos com interferência direta na manobra da nossa força” (EME, 2004).

⁵ GE é a ação militar que envolve o uso do espectro eletromagnético. Consiste numa variedade de táticas que visam explorar, identificar e interceptar emissões eletromagnéticas inimigas, além de usar a energia eletromagnética, como a energia dirigida, para neutralizar ou impedir o uso hostil do espectro. Também inclui medidas para garantir que as forças próprias possam utilizar efetivamente esse espectro nas suas operações (MC 64/8, 2000).

fogos não letais e comando e controlo, através do procedimento de *Targeting* (Instituto de Estudos Superiores Militares, 2010).

Por *Targeting* entende-se o procedimento metódico de análise visando transformar objetivos de índole militar, e até mesmo políticos, em objetivos a atacar pelos meios de AF disponíveis, adequados aos efeitos pretendidos e no momento oportuno, com a finalidade de cumprir os objetivos definidos pelo Cmdt da força, este,

“constitui um mecanismo de integração dos meios de deteção e recolha de informações com a utilização dos meios de apoio de fogos, assegurando uma maior eficiência na utilização dos mesmos e eficácia no ataque aos objetivos, empregando os meios mais adequados às características de cada alvo de acordo com os efeitos pretendidos” (EME, 2004).

Ainda segundo o EME (2004), essa abordagem permite uma integração mais eficiente do AF e das capacidades específicas de cada sistema de armas, visando atingir os objetivos definidos pelo Cmdt no que diz respeito ao cumprimento da missão e do conceito da operação. Para além de orientar a utilização dos sistemas de AF letais e não letais, para neutralizar, suprimir ou destruir os *HPT*, racionaliza ainda o emprego do AF em cada escalão, tendo em consideração os objetivos prioritários específicos de cada um, que podem ser diferentes dos objetivos dos outros escalões. Por exemplo, no escalão Batalhão, os objetivos prioritários para o AF podem ser as forças ou meios inimigos que estão em combate próximo com as nossas forças. Já em escalões superiores, os objetivos prioritários podem ser as forças inimigas que possam influenciar decisivamente o combate a favor do inimigo (como reservas, artilharia e postos de comando), que se encontram numa maior profundidade do campo de batalha.

Este procedimento tem início na receção da missão e toma continuidade ao longo do desenrolar do plano, não devendo atuar separadamente dos outros procedimentos de planeamento e devendo manter uma relação intrínseca com os restantes estudos. As fases que caracterizam o processo de *Targeting* são Decidir, Detetar, Executar e Avaliar, também conhecidos como D3A (*Decide, Detect, Delivery and Assess*), conforme resumido e ilustrado na Figura 2.

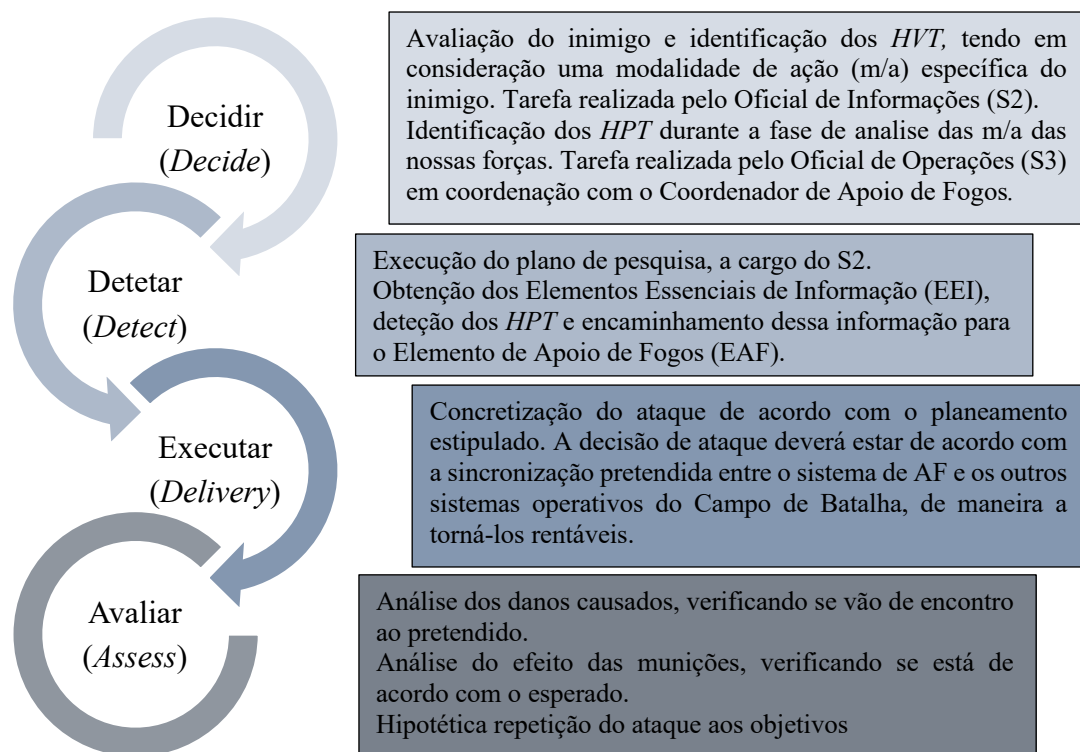


Figura 2 – Processo de *Targeting* (D3E)

Fonte: EME, 2004

Nota: Por Elementos Essenciais de Informação (EEI) subentende-se a Origem da informação (entidade/meio que efetuou a deteção); Data/Hora da deteção; Descrição da atividade (alvo em movimento ou estacionário); Dimensão do alvo; Localização do alvo; Precisão da localização e Validade temporal da informação (EME, 2004).

Em suma, o *Targeting* é o instrumento responsável por integrar os meios de deteção e recolha de informação (ISTAR⁶) com os meios de ataque, como a vertente aérea, a GE e os fogos indiretos, assegurando uma coordenação eficaz, assim como a utilização do sistema de armas que mais se adequa no ataque a cada objetivo. Posto isto, como é considerada uma ferramenta efetiva e eficiente na gestão dos recursos, torna-se indispensável para a capacidade de reação às ações impostas pelo inimigo (Castelão, 2013).

Relativamente ao emprego do AF em áreas urbanas, este deve ser criteriosamente planeado e executado. Existem múltiplos fatores que os Elementos de Apoio de Fogos (EAF)⁷ devem ter em consideração, tais como as zonas de hipotética existência de depósitos de combustível, subterrâneos ou à superfície, gasodutos, ou outras zonas suscetíveis de

⁶ *Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance* (Informações, Vigilância, Aquisição de Objetivos e Reconhecimento).

⁷ Órgãos de planeamento e coordenação do AF, que incluem representantes (normalmente Oficiais de Ligação) de todos os meios de AF disponíveis em cada escalão e que garantem as comunicações diretas com os mesmos.

incêndio com a detonação de projéteis de artilharia ou de morteiros. A conceção/composição das edificações circundantes e superfícies das estradas devem ser tidas em consideração devido aos ricochetes e ângulos de tiro. Os Observadores Avançados (OAv) devem também ser posicionados em locais que lhe permitam ter um campo de visão desimpedido, atuando consoante um plano de observação rigoroso. Cumulativamente, as zonas no terreno devem ser escolhidas de maneira a não comprometer os sistemas de GPS⁸ e as comunicações, tais como postes de alta tensão ou grandes estruturas (FM 3-09).

1.1.3. Emprego Tático da Artilharia de Campanha

Na doutrina nacional, o Grupo de Artilharia de Campanha (GAC) é a unidade base da AC, cuja orgânica inclui um Comando (Cmd), Estado Maior (EM), uma Bateria de Comando e Serviços (BtrCmdSvc) e 3 Baterias de Bocas de fogo (Btrbf), estas últimas constituídas pelo Comando da Secção Comando (CmdSecCmd), Secção de Transmissões (SecTm), Secção de Munições (SecMun), 3 Secções de Observador Avançado (SecOAv) e uma Bateria de Tiro (BtrTiro) que inclui 6 Secções de bocas de fogo (Secbf).

Para efeitos de organização para o combate, são atribuídas aos GAC Missões Táticas, que definem as suas responsabilidades de AF⁹, mas que não influenciam a estrutura organizacional ou as relações de comando que delas decorrem. Estas são definidas pelo Comandante da Força sob proposta do Comandante da Artilharia da Força, sendo inscritas na Ordem de Operações da força, bem como no Anexo - Apoio de Fogos e Apêndice - Plano de Fogos de Artilharia de Campanha (EME, 2004).

⁸ *Global Positioning System*, que utiliza uma rede de 24 satélites em órbita ao redor da Terra para determinar a posição exata de qualquer ponto no planeta, sendo capaz de identificar um objetivo em qualquer lugar e guiar a munição até ele com precisão de cerca de 10 metros. Além disso, o sinal do GPS é codificado e protegido contra interferências no âmbito da Guerra Eletrónica (GE).

⁹ Prioridade de resposta a pedidos de tiro, estabelecimento de ligação e de comunicações, fornecimento de OAv, escolha de Zonas de Posição e deslocamentos, Zona de Ação (ZA)/Sector a apoiar e planeamento de fogos.

As Missões Táticas que podem ser atribuídas a um GAC são a Ação de Conjunto (A/C)¹⁰, Apoio Direto (A/D)¹¹, Reforço de Fogos (R/F)¹², Ação de Conjunto - Reforço de Fogos (A/C-R/F)¹³ (EME, 2004).

No caso dos GAC orgânicos das Brigadas nacionais, a sua Missão Tática (por defeito) é o A/D, destinado ao apoio próximo das unidades de manobra empenhadas em combate. Quanto à Missões Táticas de A/C e A/C-R/F, estas são doutrinariamente atribuídas ao GAC da Artilharia Divisionária (AD) ou da Artilharia do Corpo de Exército (ACE), a considerar apenas em caso de emprego de forças multinacionais de escalão Divisão ou Corpo de Exército, constituídas sob a égide da NATO.

Quanto à tipologia dos fogos, o Sistema de Artilharia de Campanha assegura fogos de apoio próximo, ações de Contrabateria (CBtr), fogos em profundidade e Supressão dos meios de Defesa Antiaérea In (*Suppression of Enemy Air Defences* - SEAD).

Os fogos de apoio próximo são executados sobre as forças inimigas (In), tanto armas como posições, que constituam uma ameaça direta aos elementos de manobra amigos, nas suas ações defensivas ou ofensivas.

Os fogos de contrabateria são executados sobre os sistemas de tiro indireto do In, sendo eles morteiros, Artilharia de Campanha, Postos de Observação (PO) e Órgãos de Comando e Controlo (C2) da Artilharia, através de meios aéreos, morteiros e AC, visando obter a superioridade de AF indispensável à liberdade de ação das forças de manobra.

Os fogos em profundidade têm por finalidade bater HVT (reservas, PC, órgãos de transmissões e instalações logísticas) para desorganizar/enfraquecer a sua capacidade de comando e dificultar o seu apoio logístico, bem como interditar áreas fundamentais, isolando as forças In mais avançadas (1º escalão) ou retardar as forças In não empenhadas, mas que poderão condicionar as operações terrestres, como forças In em 1º escalão (não empenhadas), segundos escalões e respetivos órgãos logísticos.

¹⁰ “As unidades em A/C estão na exclusiva dependência do Comandante da força, sendo para o efeito comandadas pelo Comandante da Artilharia da força; a sua principal responsabilidade reside no apoio da força como um todo” (EME, 2004).

¹¹ Uma unidade de artilharia em A/D, “fornece AF próximo e contínuo aos elementos de manobra que lhe forem designados; a sua ligação com a unidade apoiada é muito íntima e a disponibilidade dos seus fogos em favor daquela é direta e permanente” (EME, 2004).

¹² Uma unidade de artilharia em R/F “reforça, com os seus fogos, a capacidade de fogos de outra unidade de artilharia, aumentando assim o seu potencial de apoio. A unidade em R/F permanece sob o comando do Comandante da artilharia do escalão que lhe atribuiu a MT, mas os seus fogos são planeados e controlados pela unidade de AC reforçada com fogos” (EME, 2004).

¹³ A MT de A/C-R/F “pressupõe a prioridade das missões de A/C em proveito da força como um todo sobre as missões de R/F em benefício de outra unidade de artilharia, o mesmo é dizer, em proveito de uma das unidades de manobra. Esta missão apenas é atribuída aos GAC pertencentes à AD (Artilharia Divisionária) ou à ACE (Artilharia do Corpo de Exército)” (EME, 2004).

Por último, os fogos de SEAD são executados sobre os sistemas de Artilharia Antiaérea In, tendo por finalidade assegurar uma segura e eficaz intervenção dos meios de apoio aéreo amigos, contribuindo para a eficiência do AF global.

Quanto aos efeitos pretendidos sobre o objetivo, são doutrinarmente definidos os seguintes:

- Destruição: colocar o objetivo fora de combate definitivamente, causando 30% ou mais de baixas, implicando um elevado consumo de munições e emprego de múltiplas unidades);
- Neutralização: colocar o objetivo temporariamente fora de combate, com 10% ou mais de baixas, sendo que a unidade retoma a operacionalidade após a reparação ou substituição do material e reacompanhamento do pessoal;
- Supressão: reduzir a capacidade de combate e eficiência do pessoal na área do objetivo, sendo que os efeitos só se fazem sentir enquanto dura o tiro.

De acordo com as publicações doutrinares do Exército Português (PDE), como também da NATO, a AC constitui-se como o principal meio de AF indiretos ao dispor de um Cmdt, garantindo assim um AF oportuno e contínuo em qualquer tipo de condições atmosféricas ou de terreno, sendo a sua missão executar fogos de supressão, neutralização e destruição, através dos seus sistemas de armas, bem como integrar todo o AF nas operações da força (Grilo, 2013).

Contudo, o TO contemporâneo lança diversos repto no que concerne ao emprego do AF, o qual deverá estar permanentemente disponível garantindo precisão cirúrgica, oportunidade no ataque e elevada capacidade para atacar alvos em movimento, minimizando a gradação de efeitos e os danos colaterais, nunca olvidando da capacidade de executar fogos de massa (Grilo, 2013).

O poder de fogo que a AC fornece às forças de manobra mostra-se imprescindível no planeamento e conduta das operações, pois permite rapidez no apoio e um volume de fogos extremamente elevado. Porém, por ser impossível usar este tipo de apoio na totalidade do espectro do campo de batalha, e não tendo ele a mesma precisão que o apoio aéreo (que normalmente empega munições com guiamento laser), resulta evidente a necessidade de um esforço conjunto dos elementos do AF (Tenenbaum, 2012).

A AC possui, no seu empenhamento, múltiplas limitações no que toca ao ambiente urbano, salientando-se a reduzida disponibilidade de Áreas de Posição para os sistemas de armas, mobilidade limitada pelas características dos seus materiais, operações dispersas,

emprego dos OAv na condução do tiro, campos de tiro, segurança e comunicações/transmissões (Urtado, 2005).

Tal como referido por Romão & Grilo (2008), os novos TO encerram ainda outros desafios à AC, dos quais se destacam os seguintes:

- Danos Colaterais – Nestes TO, os fogos letais de AC requerem maior precisão e menor volume, de modo a minimizar os efeitos colaterais sobre os habitantes e as infraestruturas envolventes;
- Zona de Ação – Pelo facto de o TO adotar cada vez mais a forma não linear, verifica-se uma maior dispersão das unidades e a criação de vazios¹⁴, que provocam alterações na seleção das zonas de posição das unidades de AC. Estas deixam de estar limitadas ao acompanhamento das forças em manobra, como outrora, passando agora a incluir as retaguardas, os flancos e os espaços não controlados pelas forças. Tudo isto conduz a um aumento dos alcances e à capacidade de apoiar em todas as direções;
- Tempo de Reação – Nos TO da atualidade, as tropas móveis de menor escalão são os principais objetivos, circunscritos maioritariamente às áreas urbanas. A elevada mobilidade e fugacidade são as características primárias desses objetivos, pelo que o tempo de reação tem de ser minorado;
- Emprego coordenado de meios – As forças irregulares, que se infiltram na população procurando granjear o seu apoio, são a grande ameaça no combate em áreas urbanas, levando à utilização de meios não letais. A coordenação de meios exige novas aptidões à Célula de Coordenação de AF, assegurado pela AC, pois tem de ser capaz de coordenar, integrar e sincronizar o emprego dos meios de AF com o intuito de dar apoio à manobra;
- Organização – Os conflitos da atualidade¹⁵ compreendem três fases. Na primeira ocorre a projeção das forças, na segunda são levadas a cabo pequenas operações e na terceira, operações de estabilização de extensa duração. Na terceira fase ocorrem vários tipos de conflito, exigindo capacidade para realizar diferentes tipos de operações (chamado “*three block war*”), pelo que a AC deverá ser dotada de elevada flexibilidade, tendo em conta o conceito contemporâneo de emprego das forças;

¹⁴ Áreas não ocupadas por forças.

¹⁵ Balcãs, Iraque, Afeganistão e outros.

- Missões – Nas operações de estabilização, as unidades de AC estão sujeitas a outros tipos de missões, missões estas de segurança, transporte, apoio ao sistema de informações e apoio a operações CIMIC¹⁶. Nestas operações é expectável a redução do emprego de meios de AF letais, tendo em conta o princípio do emprego mínimo da força. Nas circunstâncias em que se verifica um aumento da intensidade para operações de guerra, o AF por parte da AC é fundamental para garantir o apoio da força.

1.2. Armas e Munições

Tendo o presente TIA, como objetivo geral, estudar as possibilidades de emprego de munições inteligentes na AC, importa identificar e caracterizar não só a tipologia de munições inteligentes empregues nos TO contemporâneos, como alargar este estudo aos respetivos sistemas de lançamento. Uma vez que se pretende ainda analisar a possível adoção de munições inteligentes pela AC nacional, o presente estudo cinge-se aos sistemas de armas que equipam o Exército Português, excluindo assim os sistemas de lançamento de foguetes múltiplos (tais como o norte-americano MLRS ou o BM-21 russo) e as respetivas munições.

1.2.1. Armas

1.2.1.1. Morteiros

Os morteiros são armas de fogos indiretos, orgânicos das unidades de manobra (Companhias e Batalhões de Infantaria, Grupos de Carros de Combate e Esquadrões de Reconhecimento). No entanto, em Portugal, equipam igualmente o GAC da Brigada de Reação Rápida (BrigRR), tendo por finalidade assegurar o AF às suas subunidades quando projetadas, por meios aéreos, na profundidade do campo de batalha.

O seu emprego deverá ter em consideração as suas possibilidades e as suas limitações:

¹⁶ Por CIMIC entende-se “a coordenação e a cooperação, em apoio da missão, entre o comandante de uma força militar e os atores civis, nos quais se incluem a população civil local e as suas autoridades representativas, bem como as organizações não governamentais internacionais e nacionais e ainda as agências” (EME, 2005).

Tabela 1 - Possibilidades e limitações do emprego de morteiros

Possibilidades	Limitações
• Execução rápida de cortinas de fumos e de fogos de iluminação, missões para o que são particularmente aptos; • Obtenção de uma superioridade local de fogos, dada a sua elevada cadência de tiro; • Supressão ou destruição de objetivos pontuais ou de área; • Ataque a objetivos em contraencosta ou desenhados.	• Relativo curto alcance; • Fraca precisão dos seus fogos (raramente dispõem de apoio topográfico e são afetados por ventos fortes); • Fácil deteção pelos radares inimigos devido à elevada trajetória do projétil e à sua longa duração; • Exigência de grandes taxas de reabastecimento de munições devido às suas elevadas cadências de tiro.

Fonte: EME, 2004

Os morteiros, devido à sua grande manobrabilidade, podem entrar em posição fácil e rapidamente, de modo a executar fogos com particular eficácia, não só fogos não letais (tiro de fumos e iluminação), como também para bater objetivos desprotegidos, como tropa a descoberto, posições de armas individuais/coletivas com ou sem cobertura, depósitos de munições ou abastecimento, Zonas de Reunião, entre outros (EME, 2004).

A evolução do TO deve tornar o emprego das armas, neste caso dos morteiros, o mais cirúrgico possível, tendo em conta a localização do objetivo, mas também os efeitos pretendidos no mesmo. Posto isto, a

“execução de fogo de morteiros para bater objetivos de área, em áreas abertas, recorrendo a granadas de alto explosivo, executando salvas em elevados regimes de tiro para suprimir pessoal abrigado, é passado. Hoje e amanhã, o fogo de morteiro passa por bater objetivos precisos e localizados, utilizando poucas munições e “inteligentes”, diminuindo os danos colaterais” (Lopes, 2009, p. 68).

De forma a assegurar a precisão dos morteiros, é necessário automatizar algumas áreas, tais como a aquisição de objetivos, o controlo de trajetória e os sistemas de comando e controlo.

Com vista a preencher os requisitos impostos pelos TO contemporâneos, o emprego de morteiros tem de ser repensado de modo a evoluir, acrescentando-lhes um quadro diverso de capacidades, capacidades essas que passam pela utilização dos mais modernos sistemas de aquisição de objetivos e emprego de novos sistemas de armas e ou munições de modo a incrementar a sua precisão.

1.2.1.1.1. Tampella Standard 120 mm m/9047

O morteiro Tampella tipo Standard 120 mm m/9047¹⁷ equipa o Exército Português, mais precisamente o GAC/BrigRR¹⁸, desde 1990. Caracteriza-se como sendo uma arma coletiva de tiro indireto, cujo carregamento se efetua pela boca do cano, de alma lisa com um comprimento de 1940 mm e com percutor móvel. Dotado de um calibre de 120 mm, é oriundo de Singapura, apresenta 2600 mm de comprimento, 1800 mm de largura e uma altura de 1200 mm. Possui um peso de 235 kg em posição de tiro e de 512 kg quando preparado para transporte. Dadas as características acima mencionadas, este morteiro permite a capacidade de empenho e mobilidade essenciais relativamente a requisitos operacionais para um GAC que apoia uma Brigada de reação rápida (Grilo, 2012).

1.2.1.2. Bocas de Fogo

São normalmente agrupadas em seis secções, constituindo assim uma Btrbf. São conhecidas como os “Músculos”, integrantes da componente “Armas” do Sistema de AF. Têm como missão a execução de fogos seguindo os Comandos de Tiro comunicados pelo PCT (MC 20-15 Bateria de bocas de Fogo de Artilharia de Campanha, 1988).

Os antigos países do Pacto de Varsóvia adotaram bocas de fogo (bf) com o calibre de 152 mm desenvolvido na Rússia, enquanto os membros da NATO e outras forças “ocidentais” adotaram o calibre 155 mm, sendo ambos capazes de disparar projéteis de aproximadamente 40 kg a distâncias de 17 a 40 km (GICHHD, 2018). Cumulativamente, a AC dos países aliados da NATO e da Rússia dispõem ainda dos calibres padrão 105 mm e 122 mm, respetivamente.

Para o presente estudo há naturalmente que abordar os sistemas de armas que equipam os GAC da BrigRR, Brigada de Intervenção (BrigInt) e Brigada Mecanizada (BrigMec), designadamente os obuses M119 105 mm LG/30/m98, M114A1 155mm e M109A5 155 mm AP, respetivamente. A título complementar, importa ainda analisar outros sistemas de armas utilizados nos múltiplos TO contemporâneos, como os obuses M777, PZH2000, CEASAR, FH77 BW ARCHER, 2S19 e 2S35, de modo a obter uma imagem abrangente quanto às respetivas capacidades, em particular no que respeita ao emprego de

¹⁷ Ver Anexo A – Figura 3.

¹⁸ Ver Anexo E – Figura 27.

munições inteligentes. Quanto à NATO, numa perspetiva de capacidades, quanto à Rússia como perceção da potencial ameaça.

1.2.1.2.1. Obus M119 105 mm LG/30/m98

O obus M119 105 mm LG/30/m98¹⁹, que equipa o GAC/BrigRR²⁰, é de origem britânica, tendo sido adquirido pelo Exército Português em 1998. Designa-se obus pois é uma bf de AC com um tubo cujo comprimento é de 30 calibres, velocidades iniciais inferiores a 500 m/s e torna possível o tiro no 2º arco (> 800 milésimos). M119 é a designação atribuída pelo produtor, 105 mm é o seu calibre e LG significa *Light Gun* (arma leve) (EME, 2003, pp. 1-2).

Caracteriza-se como sendo uma bf ligeira, com um peso de 1814 kg, o seu reparo é monoflecha, podendo ser rebocada, helitransportada e aerotransportada por meio de helicópteros de médio porte e aeronaves de transporte, dispondo também da capacidade de ser lançado de paraquedas (EME, 2003, pp. 1-2).

Este obus consegue disparar uma diversa panóplia de munições, sendo elas a *High Explosive* (HE), *HE Base Bleed* (HE BB), *HE Hollow Base* (HE HB), *HE Rocket Assisted Projectile* (HE RAP) e *Improved Convencional Munition* (ICM), utilizando cargas distintas.

Com base nas diferentes munições e cargas utilizadas, é possível assegurar o AF em distâncias máximas variadas. Por exemplo, utilizando munição HE M1 e carga M67 (comumente usadas em Portugal), o AF pode ser garantido até 11.400 metros. Com munição HE M1 e carga M200, o AF pode ser alcançado a 14.300 metros. Já com munição HE BB, o alcance efetivo pode chegar a 18.800 metros. Utilizando munição HE RAP M913, o AF pode ser alcançado a 19.500 metros, enquanto com munição ERM1 da *Royal Ordnance* (RO), o AF pode chegar a 19.500 metros (Fernandes, 2012).

1.2.1.2.2. Obus M114A1 155 mm

O obus M114 A1 155 mm/23²¹, de origem americana, foi adquirido em 1983 pelo Exército Português (Estriga & Alves, 2010) e equipa atualmente o GAC/BrigInt²².

¹⁹ Ver Anexo A – Figura 4.

²⁰ Ver Anexo E – Figura 27.

²¹ Ver Anexo A – Figura 5.

²² Ver Anexo E – Figura 28.

É uma bf média, pesando cerca de 5760 kg, rebocada por uma viatura 6x6 de 5 toneladas e, tendo em conta o seu elevado peso, não tem capacidade de ser helitransportada (EME, 1991).

Apresenta uma cadência de tiro de 4 tiros/obus/minuto (TOM) nos primeiros 3 minutos e de 1 TOM em tiro prolongado, demorando cerca de 3 minutos a entrar em posição, com uma guarnição treinada e sem preparação do terreno. O projétil disparado pesa cerca de 43 kg e tem um alcance máximo de 14600 m (EME, 1991).

Porém, apesar da sua evidente potência, este apresenta limitações, como o peso, alcance e a impossibilidade de disparar PGM, ou seja, todos estes aspetos limitam a sua mobilidade tática e consequentemente o seu emprego operacional (Grilo & Mimoso, 2010).

1.2.1.2.3. Obus AP M109A5 155 mm

Em 2002, o Exército Português adquiriu o obus AP M109 A5 155 mm²³, que equipa o GAC/BrigMec²⁴, com o intuito de substituir o desatualizado M109 A2, adquirido em 1982. Embora o M109 tenha sido desenvolvido nos anos 50, a versão A5 ostenta significativos *upgrades*, tais como um tubo-canhão M284 que possibilita um maior alcance (cerca de 19 300 m), sendo que o seu alcance máximo se encontra na ordem dos 40 km com o emprego de munições assistidas (Estriga & Alves, 2010).

O M109 A5 é guarnecido por oito elementos, possuindo uma cadência de tiro de 4 TOM nos primeiros 3 minutos e 1 TOM em tiro continuado (Martinho, 2010).

Garante AF em qualquer direção, visto que a sua torre opera a 360 graus. A sua versão mais recente, o Paladin M109A7 AP 155 mm, oferece uma elevada capacidade de desempenho, resposta e sobrevivência (Global Security, n.d.-a).

1.2.1.2.4. Obus M777 Lightweight Towed 155 mm

As forças de elevada mobilidade requerem sistemas que lhes permitam um rápido empenhamento e fácil transporte. O obus M777²⁵ foi inicialmente desenvolvido para o Corpo de Fuzileiros Navais (*Marines*) e para o Exército dos EUA, como sendo a próxima geração de armas de Artilharia Média, tendo-se tornado a referência para os Sistemas de Artilharia Ligeira Rebocada de 155 mm. É altamente transportável por terra, ar e mar, apresentando um encargo logístico mínimo, juntamente com a máxima flexibilidade. Isso significa que

²³ Ver Anexo A – Figura 6.

²⁴ Ver Anexo E – Figura 29.

²⁵ Ver Anexo A – Figura 7.

pode ser deslocado e reposicionado com frequência, maximizando a capacidade de sobrevivência da unidade. O M777 pode percorrer longas distâncias, independentemente do terreno e dos obstáculos, sendo também compatível com todo o tipo de munições convencionais de 155 mm, bem como Munições Guiadas de Precisão, como é o caso da Bonus e Excalibur (BAE SYSTEMS, 2023).

A estrutura do M777 é maioritariamente fabricada com titânio e fundidos de titânio, permitindo uma redução de 41% do peso em comparação com o seu antecessor, o obus M198. Está também equipado com um tubo de 39 calibres, detém uma velocidade inicial (*muzzle velocity*) de 827m/s com carga máxima (carga 8), um alcance máximo de 24,7 km com munições convencionais e 30 km com munições RAP. O M777A2 (versão mais atual) pode disparar os projéteis Raytheon / Bofors XM982 Excalibur, atingindo um alcance máximo de 40 km com um erro provável circular (*Circular Error Probability* - CEP²⁶) de 10 m, a sua cadência de tiro é cerca de 5 TOM num empenhamento intenso e de 2 TOM em cadência normal de tiro (Army Technology, 2020).

Atualmente, o obus M777 é empregue pelas forças americanas, canadianas, australianas e indianas, tendo mais recentemente sido adotado pelas forças ucranianas após a invasão russa, com um total de pedidos atualmente superior a 1200 unidades (BAE SYSTEMS, 2023).

Entrou em ação pela primeira vez no Iraque em 2007 e no Afeganistão em 2008, onde os seus pontos fortes foram demonstrados em batalha, tendo disparado mais de 360 000 tiros, e assim provado que é facilmente operável e fiável, mesmo em ambientes adversos (BAE SYSTEMS, 2023).

1.2.1.2.5. Obus Panzerhaubitze 2000 (PZH2000)

O desenvolvimento do Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000)²⁷ começou em 1987 pelas mãos da “Krauss-Maffei Wegmann”, juntamente com a “Rheinmetall Landsysteme”. Embora o protótipo tenha sido concluído em 1993, os primeiros sistemas foram entregues ao Exército Alemão apenas em 1998. Os países presentemente equipados com o PzH 2000 são a Croácia, Grécia, Itália, Lituânia, Holanda e Catar (EPA, 2010).

²⁶ Parâmetro que avalia a precisão de uma munição e ajuda a prever os danos que ela pode causar num alvo. É calculado com base num círculo de raio "x", dentro do qual é esperado que pelo menos metade dos impactos ocorram. Por exemplo, se o CEP de uma granada for de 30 metros, isso significa que cerca de 50% dos impactos serão esperados dentro de uma circunferência de 30 metros de raio (Manso, 2020).

²⁷ Ver Anexo A – Figura 8.

O PzH 2000 está equipado com um tubo de 155 mm/L52, ou seja, com um comprimento de 52 calibres, sendo o seu chassi constituído por componentes do Carro de Combate (CC) Leopard 2. O veículo possui um sistema de carregamento totalmente automático, com sistema de gestão de munições, é compatível com as munições padrão de 155 mm da NATO, o seu alcance máximo é de 30 km com projétil HE convencional e de 40 km com projétil *BB*, podendo atingir os 56 km usando a munição RAP VLAP sul-africana, sendo igualmente compatível com as PGM alemãs SMArt 155.

O PzH 2000 tem uma guarnição de cinco militares, incluindo o comandante, o apontador, dois municiaidores e o condutor. No entanto, em combate, pode operar apenas com dois militares, sendo os municiaidores apenas empenhados quando o sistema de carregamento automático falha. Conta também com espaço para armazenar um total de 60 projéteis no carregador (EPA, 2010).

Possui uma cadência de 9 TOM, tem a capacidade de disparar 3 projéteis em 10 segundos e é capaz de efetuar Tiro Simultâneo no Objetivo (TSO)²⁸ (Army Technology, 2001).

1.2.1.2.6. CAESAR

Trata-se de um obus produzido pela empresa francesa *Nexter Systems*, instalado num veículo trator *Shepa 6x6* da *Renault Trucks Defense* ou num *Daimler Benz Unimog 6x6*, dependendo do Exército que equipa, dado que a produção da anterior viatura foi descontinuada. Possui também um tubo de 155 mm, com um comprimento de 52 calibres, tendo a capacidade de disparar 3 tiros nos primeiros 5 segundos e uma cadência normal de 3 TOM. A viatura tem uma lotação de transporte de 18 munições completas, dispondo de uma guarnição composta por 6 militares, contando com o condutor (EPA, 2010).

O CAESAR²⁹ é detentor de um sistema semiautomático de carregamento, que torna possível que uma Btrbf, composta por 8 bf, disparar aproximadamente 1 ton de munições em menos de um minuto, sendo para tal necessário que cada obus disponha de um veículo de transporte de munições. É compatível com todo o tipo de munições 155 mm da NATO, desde HE convencionais, PGM, fumos e iluminantes, podendo bater alvos abrigados e também desprotegidos. Dispõe de um alcance de 42 km com munições *BB* e um alcance superior a 55 km utilizando a RAP (NEXTER SYSTEMS, 2013).

²⁸ Impacto simultâneo no objetivo de vários projéteis, disparados pelo mesmo obus com diferentes elevações, ao que correspondem diferentes trajetórias e diferentes tempos de duração do trajeto da granada.

²⁹ Ver Anexo A – Figura 9.

Este obus pode percorrer sensivelmente 600 km sem necessitar de reabastecimento, e atinge uma velocidade máxima que ronda os 100 km/h em estrada e 50 km/h fora dela, em terreno mais irregular. Pesa 5 ton e pode ser transportado por navio (à exceção da guarnição e viatura de transporte de munições), podendo também ser aerotransportado por via de C-130 (EPA, 2010).

1.2.1.2.7. FH77 BW Archer

O FH77 BW Archer³⁰ L52 é um obus autopropulsionado de 155 mm fabricado pela *BAE Systems Bofors* em Karlskoga, Suécia. É totalmente autónomo e pode ser usado em missões de AF em ambiente de guerra convencional, bem como em missões internacionais de manutenção e/ou imposição de paz em ambientes contemporâneos (Army Technology, 2021).

O seu design prioriza a capacidade de sobrevivência do militar e da plataforma. Os operadores controlam todo o sistema de armas, em segurança, no interior da cabine blindada. Executa uma missão de tiro em menos de 30 segundos a partir do momento em que os operadores recebem a ordem, ou seja, para parar o veículo, posicionar-se para ação e disparar o primeiro tiro. Após o fim de missão, demora menos de 30 segundos a iniciar novamente o deslocamento. O ARCHER pode disparar 6 tiros e deslocar-se 500 m em menos de 2 minutos, enquanto a tripulação permanece na cabine blindada. Dispara tanto munições convencionais como munições BONUS (Anti-blindagem) e outras PGM (BAE SYSTEMS, 2023).

Tem uma cadência de tiro de 9 TOM, é capaz de disparar cerca de 432 tiros/dia e, na versão mais atual, dispõe de um veículo de transporte de munições por obus e outro de apoio, reabastecimento e manutenção, ou seja, três viaturas por secção (EPA, 2010).

Para operar este sistema é necessária uma guarnição de 4 militares, incluindo o condutor. Porém, se necessário, pode ser operado apenas por dois militares (condutor e operador). O seu alcance varia entre os 30 e os 50 km, consoante o tipo de munições empregues. Para munições HE convencionais, conta com um alcance de 30 km, para BB cerca de 40 km e para PGM atinge os 60 km (EPA, 2010).

³⁰ Ver Anexo A – Figura 10.

1.2.1.2.8. 2S19

O obus autopropulsado 2S19 MSTA-S³¹ de 152 mm foi projetado para destruir armas e material desprotegidos e cobertos até ao escalão de Divisão. O MSTA-S, que entrou em serviço no Exército russo em 1989, compreende uma torre equipada sobre um chassi blindado 6 × 6, constituído por componentes dos Carros de Combate (CC) T-72 e T-80 (Army Technology, 2000).

O tubo 2A64 do obus, com um calibre de 152 mm, fabricado pela Associação de Produção do Estado de Barrikady, Volgogrado, Rússia, tem um comprimento de 47 calibres. A sua elevação máxima é de +68° e a mínima -3°, operando 360° em direção, sendo a sua cadência de tiro de aproximadamente 9 TOM. O MSTA-S é compatível com todos os projéteis padrão de 152 mm, incluindo projéteis HE padrão e RAP, projéteis *cluster* com submunições anticarro e PGM de 152 mm, como é o caso da KRASNOPOL e da SANTIMETR (antiga rival da americana M712 COPPERHEAD). O alcance máximo é de 24,7 km com o projétil HE e de 28,9 km com munição RAP. Equipa atualmente a AC da Bielorrússia, Etiópia, Geórgia, Ucrânia e Venezuela (Global Security, n.d.).

Este obus é produzido pela *Uraltransmash* de Ekaterinberg, na Rússia, que também produziu uma versão rebocada, denominada por MSTA-B, incluindo três novas variantes: 2S19M com um sistema de controlo de tiro automático, 2S19M1 com um tubo de 155 mm padrão da NATO, e 2S19M2 (2S33 ou MSTA-SM2).

Relativamente à atualização do 2S19, o obus autopropulsionado 2S19M1 MSTA-S é baseado no chassi do obus autopropulsado MSTA-S (Army Technology, 2020).

O MSTA-S é um moderno obus de lagartas, destinado à contrabateria (destruição de Btrbf e de morteiros), colunas de blindados, centros de Comando e Controlo e esquadrões de reconhecimento. Embora possa carregar projéteis automaticamente, as cargas são inseridas manualmente. O alcance máximo do sistema é de 41 km com munições convencionais, sendo compatível com a KRASNOPOL-M e outras PGM. O seu tubo tem 52 calibres, a sua elevação mínima é -4° e a máxima +70° operando 360° em direção, à semelhança do 2S19 (Army Technology, 2020).

Quanto ao MSTA-SM2, esta é uma versão aprimorada do obus autopropulsado 2S19 MSTA-S de 152 mm, equipado com um novo tubo 2A79 de 152 mm, com maior alcance, atingindo mais de 40 km, superior ao alcance de 25 km do 2S19.

³¹ Ver Anexo B – Figura 11.

1.2.1.2.9. 2S35

O 2S35 *Koalitsiya-SV*³² é um obus autopropulsionado de 152 mm fabricado pela *UralTransMash*, uma subsidiária da produtora russa de equipamentos militares *Uralvagonzavod*, que equipa o Exército russo desde 2020, sendo este o seu obus mais recente (Army Technology, 2022).

O 2S35 *Koalitsiya-SV* é o sucessor do 2S33 MSTA-SM, uma versão melhorada do obus autopropulsionado 2S19 MSTA-S de 152 mm, podendo ser montado em chassis de lagartas, como o blindado T-72/90 e o T-14 *Armata*, bem como em plataformas com rodas 8×8. A guarnição do obus é composta por três militares, o condutor, o operador e o comandante. O casco de aço, totalmente soldado, oferece proteção contra minas, armas ligeiras e estilhaços de projéteis (Army Technology, 2022).

As características do obus incluem um recetor de alerta, visão noturna, sistema de escorvamento de projéteis de micro-ondas, sistema de proteção Nuclear, Biológica e Química (NBQ) e amortecedor (Army Technology, 2022).

A arma principal é um canhão 2A88 de 152 mm de 52 calibres de comprimento, equipado com freio de boca e sistema de recuo. Consegue armazenar cerca de 50 a 70 projéteis, tem um alcance máximo de tiro de aproximadamente 70 km e dispõe de um carregador automático com compactador pneumático que permite uma cadência de 8 TOM. Este pode disparar uma grande variedade de munições, como PGM, projéteis *cluster* com submunições anticarro, bem como HE-FRAG e HE-BB. É compatível com os projéteis guiados a laser semiautomáticos 9K25 Krasnopol, que podem atingir os 20 km. O projétil tem quatro superfícies de controle móveis na parte anterior e quatro aletas fixas dobráveis na parte posterior (Army Technology, 2022).

1.2.2. Munições

O tiro de AC com munições HE convencionais empregues na AC implica um elevado grau de dispersão devido às condições aquando do disparo, tais como o vento, a humidade, o movimento de rotação da Terra, o gastamento do tubo, o próprio fabrico, a falta de precisão na prancheta de tiro e no levantamento topográfico, as folgas nos materiais derivadas ao constante uso, entre outros (PDE 3-38-13 Tiro Artilharia Campanha, 2012).

³² Ver Anexo B – Figura 12.

Para além do elevado volume de fogos e à necessária prontidão, a AC deverá garantir elevada precisão, capacidade para intercepar alvos móveis e mitigar os danos colaterais. Para tal, foram desenvolvidas munições não convencionais com características específicas, chamadas “Munições Inteligentes” ou PGM.

Estas munições são utilizadas para o ataque altamente preciso de alvos militares, sendo que o que as distingue entre si são somente os sistemas de guiamento. Estas podem ser guiadas por laser, GPS, infravermelhos, micro-ondas ou radares (Monteiro, 2007).

As PGM podem ser lançadas por meios aéreos, terrestres ou navais e podem alterar a trajetória do voo com base em novos dados relativos à localização do alvo. As PGM geralmente atendem a dois objetivos igualmente importantes: degradar ou destruir alvos específicos para eliminar ameaças importantes (HPT), bem como minimizar danos colaterais causados a não combatentes, material e instalações localizados na proximidade desses alvos. Como esses dois objetivos são primordiais, a PGM, os sistemas de direcionamento e as tecnologias anti interferência têm papéis iguais a desempenhar para garantir o sucesso da missão (BAE SYSTEMS, 2023).

O custo unitário das PGM é consideravelmente superior ao das munições convencionais³³, uma vez que cada uma inclui um sistema de orientação, bem como o próprio material bélico. No entanto, a precisão das PGM resulta num consumo significativamente inferior de munições necessárias para alcançar o sucesso da missão, reduzindo ainda os meios a empenhar e o risco associado (menor probabilidade de deteção e empenhamento de aeronaves militares, veículos, navios e pessoal das nossas forças), bem como o nível de destruição nas áreas-alvo, salvaguardando não-combatentes próximos e instalações críticas. De facto, em alguns casos, o uso de um número mínimo de PGM pode potencialmente evitar a necessidade de um ataque generalizado, contra-ataque ou ataque com munições não guiadas, muito mais destrutivos (BAE SYSTEMS, 2023).

É importante ressaltar que há uma tendência de uso generalizado do calibre 155 mm em detrimento do calibre 105 mm, devido à incapacidade deste último de empregar munições de precisão, como a Excalibur. A integração dos fogos de artilharia com as operações das forças de manobra é uma das razões pelas quais é necessário o uso dessas munições nas atuais áreas de operações, onde forças com efetivos reduzidos atuam em proximidade dos objetivos (Gabinete de Artilharia da AM, 2010).

³³ Custo unitário aproximado de 680€ para munições HE 155 mm e de 130€ para munições HE 105 mm (preços em 2014, indicados pela Direção de Material e Transportes do Exército Português).

Pese embora a AC portuguesa não dispor de PGM, as técnicas, táticas e procedimentos inerentes ao emprego desta tipologia de munições deve ser estudada, tendo em vista o seu potencial emprego futuro por unidades de AC inseridas em forças da NATO. Cumulativamente, o tempo de reação, a par da precisão dos meios, podem ser rentabilizados com as munições e meios atuais disponíveis, sendo necessário a implementar TTP adequados e meios de transmissão automática de dados entre todas as componentes do Sistema de AC (Grilo & Mimoso, 2010).

Na tabela abaixo apresentada encontram-se identificados os diversos tipos de munições explosivas, convencionais e “inteligentes”, disponíveis para os diversos sistemas de armas/calibres que equipam o Exército Português, bem como de países aliados da NATO e de alguns países do Leste da Europa.

Tabela 2 - Tipos de munições empregues pela AC

	105 mm	120 mm	152 mm	155 mm
Munições Convencionais	M1, M444, M760	M530	ER Z546 ER BB P760	M107, M449, M483A1, M692, M731, M795 H-FRAG, M549A1 RAP BB M864
Munições Guiadas de Precisão (PGM)		XM395 KM-8 Gran M/94 Strix	30F75 Sentimetr-M 2K25 Krasnopol	KM-1M Krasnopol-M2 Sentimetr-M1 M712 Copperhead SMArt 155 Bonus Vulcano M982 Excalibur
Espoletas de Correção de Trajetória (CCF)	M1156 Spacido			M1156 Spacido

Fonte: Autor

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

Neste capítulo são abordados os métodos e estratégias de investigação adotadas para a realização deste trabalho, bem como as técnicas de análise e recolha de dados.

Os produtos expostos foram baseados na Normas de Execução Permanente (NEP) 520/5ª de 2021 e 522/1ª de 2016 da AM, que definem as normas e procedimentos aplicáveis aos Trabalhos de Investigação Aplicada (TIA) realizados no âmbito dos mestrados integrados e não integrados ministrados pela Academia Militar (AM).

2.1. Método e Estratégia de Investigação

Relativamente ao método de abordagem, foi adotado o método dedutivo, que “parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilita chegar a conclusões de maneira puramente formal, isto é, em virtude unicamente de sua lógica” (Gil, 2008, p. 9), baseando-se maioritariamente numa pesquisa exploratória e análise documental, nomeadamente de outros artigos e trabalhos ligados ao tema em estudo. Foram utilizados como objeto de pesquisa documental, revistas da especialidade, manuais doutrinários e plataformas online, com a finalidade de identificar as munições inteligentes empregues nos TO contemporâneos e/ou em desenvolvimento, bem como o seu emprego no âmbito do Apoio de Fogos, em particular da AC, no apoio ao combate em áreas urbanizadas. A título complementar, foram também realizados inquéritos por entrevista a Oficiais da Arma de Artilharia, de competência reconhecida pelos pares, de modo a validar e complementar a informação recolhida.

Relativamente à estratégia de investigação, esta assenta numa abordagem qualitativa, ou seja, utiliza o texto como principal material empírico, em vez de dados numéricos, e parte do pressuposto de que as realidades em estudo são construções sociais. Procura entender as perspetivas dos participantes e conhecimentos relativos à questão em estudo, ao invés de se limitar a recolher informações objetivas (Flick, 2009).

2.2. Modelo de Análise

No processo de investigação, segundo Santos et al (2016), o modelo de análise é desenvolvido após a revisão da literatura e quando todos os elementos essenciais para o estudo estão disponíveis, ou seja, quando se tem uma completa noção do objeto de estudo e dos dados relevantes que o modelo de análise pode ser criado.

De modo a alcançar os objetivos definidos neste TIA, foi formulada a seguinte **PP**: “De que forma o emprego de munições de precisão pode aumentar a eficiência e eficácia dos fogos de Artilharia de Campanha em todo o espectro de operações militares, com destaque para o combate em ambiente urbano?”.

Para responder cabalmente à PP, foram formuladas as seguintes **perguntas derivadas (PD)**:

PD1 - Que munições de precisão e meios de lançamento poderão ser empregues, atualmente ou num futuro próximo, no apoio a missões conduzidas por países aliados da NATO?

PD2 - De que modo as munições inteligentes poderão contribuir para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?

PD3 - Que novas táticas, técnicas e procedimentos (TTP) deverão ser adotados, pelas unidades da Artilharia de Campanha nacionais, para o eficaz e eficiente emprego de munições inteligentes?

2.3. Modelo e Técnica de Recolha de Dados

Visto que a abordagem nesta investigação é de índole qualitativa, Santos et al (2010) afirma que a realização de entrevistas, observação e análise de documentos são imprescindíveis para a recolha de informações.

Com o objetivo de suplementar, confirmar ou contestar as informações documentais reunidas, foram conduzidas entrevistas³⁴ a oficiais oriundos da Arma de Artilharia, de reconhecida competência, que puderam contribuir com o seu saber relativo ao assunto abordado neste trabalho. As fontes de informação utilizadas para embasar este estudo foram principalmente artigos, revistas científicas, dissertações de mestrado e outros documentos, do Exército e da NATO, incidindo na organização e emprego da Artilharia de Campanha.

³⁴ Ver Apêndices A, B, C, D, E, F, G e H.

CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DAS MUNIÇÕES INTELIGENTES

3.1. Generalidades

Após a análise detalhada do que são as Operações Militares contemporâneas, Apoio de Fogos e o emprego tático da AC, chegamos a uma parte fundamental deste trabalho que consiste na caracterização dos sistemas de armas e munições desenvolvidas para satisfazer os requisitos dos novos TO.

Em seguida serão caracterizadas as munições inteligentes (incluindo as de morteiro), uma vez que a BrigRR nacional integra um Grupo de Artilharia de Campanha que opera bf e morteiros, mais precisamente o morteiro 120 mm, empregues nos TO contemporâneos.

3.2. PGM para Bocas de fogo

Durante a fase de pesquisa, foram identificadas 9 PGM destinadas às bf, produzidas pela Alemanha, Rússia, França e EUA, no ativo ou já empregues em múltiplos TO, conforme apresentado na Tabela 3. Neste subcapítulo serão estudadas as 9 PGM, de maneira a conhecer as suas características técnicas e capacidades táticas, tais tecnologias de guiamento, alcance, calibre, plataformas/meios de lançamento e erro provável circular (*Circular Error Probability* - CEP).

Tabela 3 - PGM utilizadas por Bocas de fogo, produzidas pela Alemanha, Rússia, França e EUA, no ativo ou já empregues em múltiplos TO

País	PGM/PGK
Alemanha	SMArt 155 Vulcano
Rússia	30F75 Santimetr 2K25 Krasnopol
França	Spacido Bonus
EUA	M712 Copperhead M982 Excalibur M1156 PGK

Fonte: Autor

3.2.1. SMarT 155

As PGM SMarT 155³⁵ são munições de longo alcance do tipo *fire and forget*³⁶, projetadas para destruir veículos blindados hostis, atingindo as suas torres, tendo um alcance máximo de 27,5 km. Foram adotadas pelo exército alemão (*Bundeswehr*) com a designação DM702A1 e destinadas aos obuses AP PzH 2000, tendo a sua produção começado em 1998 e a sua integração no Exército ocorrido em 2000 (Military-Today, n.d.), sendo exportadas para a Austrália, Grécia, Suíça e Ucrânia (General Dynamics, n.d.).

A SMarT 155 contém duas submunições autónomas, uma com sensor de infravermelhos e outra com sensor de radar. Uma vez na área do objetivo, essas submunições são ejetadas e descem em paraquedas sobre a área-alvo, pesquisando alvos individuais. Quando o alvo é detetado, a submunição detona, sendo este destruído por um penetrador criado pela explosão, conforme ilustrado na Figura 14 do Anexo C.

De acordo com estudos efetuados no Pentágono, um projétil SMarT 155 atinge uma eficácia igual à que pode ser obtida usando 10 a 50 munições convencionais de 155 mm. Também pode ser disparado com qualquer obus de 155 mm (Defense Express, 2022).

Tabela 4 - Características da PGM SMarT155

Tecnologias de Guiamento	Infravermelhos e Radar
Alcance	155mm/52 – 27,5 km 155mm/39 – 22,5 km
Calibre	155 mm
Plataformas/Meios de Lançamento	Obus com tubo ≥ 39 calibres
CEP	< 20m

Fonte: Autor

3.2.2. Vulcano

O programa Vulcano, embora ainda não tenha sido testado em combate, oferece as melhores capacidades para uma PGM, tendo sido projetadas 2 versões para emprego pela AC (calibre 155 mm) ou pela artilharia naval (calibre 127 mm). A empresa italiana Oto Melara, atualmente fundida com a LEONARDO, desenvolveu este sistema em conjunto com a alemã DIEHL (Quinodoz, 2017).

³⁵ Ver Anexo C – Figura 13.

³⁶ “Disparar e esquecer”, sendo o seu guiamento efetuado automaticamente pelos seus sensores internos.

A Vulcano³⁷ é uma PGM de longo alcance que integra os sistemas de orientação GPS/INS³⁸/SAL³⁹, assim como a Excalibur. No entanto, difere da última versão da Excalibur quanto ao alcance, possuindo a capacidade de atingir objetivos com precisão a uma distância de 80 km, o que a torna o projétil de AC mais avançado da atualidade, tendo sido testado com sucesso em 2014 (Quinodoz, 2017).

Os projéteis estão equipados com uma espoleta multifuncional baseada em tecnologia de micro-ondas, capaz de ser programada com funcionalidades altimétricas de proximidade (VT), de percussão (P), de percussão com atraso ou de tempos (T).

A implementação da orientação ativa neste projétil de AC, com capacidade de discriminar alvos, permite atacar veículos blindados em movimento a 80 km de distância, sem qualquer apoio externo. A sua única desvantagem, tal como acontece com os projéteis do programa Excalibur, é o seu elevado custo, uma vez que a versão Vulcano V155 GLR-SAL tem um preço de cerca de US\$ 50 000. Com orientação GPS/INS, tem um CEP que varia entre 3 e 15 m, dependendo do nível de sinal GPS. Caso o alvo seja iluminado com um designador laser de objetivos (*Laser Target Designator* - LTD), o CEP é reduzido para menos de 1 m no caso de alvos fixos e para menos de 3 m no caso de alvos móveis, tais como veículos blindados (Quinodoz, 2017).

Para que o SAL possa ser usado, o alvo deve situar-se num cone específico em relação à direção da trajetória, permitindo que o projétil tenha manobrabilidade suficiente para adquirir o alvo e corrigir sua trajetória. O projétil pode ser usado na maioria dos obuses modernos de 155 mm atualmente em serviço (Quinodoz, 2017).

Tabela 5 - Características da PGM Vulcano

Tecnologias de Guiamento	GPS (Alvos Estáticos) e Laser (Alvos Móveis)
Alcance	70 a 80 km
Calibre	155 mm
Plataformas/Meios de Lançamento	Obus
CEP	< 5m

Fonte: Autor

³⁷ Ver Anexo C – Figura 15.

³⁸ Inertial Navigation System (Sistema de Navegação Inercial).

³⁹ Semi Active Laser (Laser Semi Ativo).

3.2.3. 30F75 Santimetr

O Santimetr⁴⁰ (centímetro, em russo) é um projétil de artilharia guiado, semelhante em conceito ao americano M712 Copperhead, e antecessor do Krasnopol. A designação da versão base é 30F38, sendo projetada para atacar CC, veículos blindados, edifícios, bunkers, fortificações e outros *HVT*. Entrou em serviço na década de 1980, tendo nessa mesma altura sido empregue na guerra do Afeganistão. Não é claro quantas PGM constam nos inventários das forças armadas russas, embora se estime que o seu número seja reduzido (Military-Today, n.d.).

Apesar da sua elevada precisão, em determinados casos, a eficácia não é atingida logo ao primeiro tiro, sendo necessárias mais munições, o que a torna pouco fiável (Military-Today, n.d.).

Tabela 6 - Características da PGM 30F75 Santimetr

Tecnologias de Guiamento	Laser
Alcance	18 km
Calibre	152 mm
Plataformas/Meios de Lançamento	Obus
CEP	(Desconhecido)

Fonte: Autor

Mais recentemente foi criada uma versão de 155 mm do Santimetr, designada Santimetr M1, com um alcance de 20 km.

3.2.4. 2K25 Krasnopol

A munição 2K25 Krasnopol⁴¹ é um tipo de PGM com guiamento por laser, utilizada por sistemas de AC de longo alcance. Foi desenvolvida na antiga União Soviética na década de 1980, e atualmente é utilizada por diversos países, incluindo a Rússia, Índia e China (ROSOBORONEXPORT, n.d.).

A principal característica da munição 2K25 Krasnopol é a sua precisão. Esta é guiada por um sistema de controlo laser que permite que o projétil ajuste a sua trajetória em tempo real até o alvo, tornando-a muito eficaz contra alvos estáticos e móveis. Além disso, a

⁴⁰ Ver Anexo D – Figura 24.

⁴¹ Ver Anexo D – Figura 25.

munição é capaz de penetrar em estruturas de betão e aço, tornando-a uma arma poderosa em combates urbanos.

O sistema 2K25 Krasnopol é constituído pelo projétil OF-39 Krasnopol, um LTD 1D22, 1D20 ou 1D15, um sistema de sincronização de tiro 1A35 (dispositivo de comando 1A35K e dispositivo de posto de observação 1A35I). Normalmente, um operador LTD aponta o laser para o alvo e um a dois tiros são disparados a fim de interseção o mesmo. Um sinal, confirmando o disparo do projétil, é transmitido pela unidade de tiro (através de um link de comunicação do 1A35K para o 1A35I) ao posto de observação de Comando da Bateria (*Command Observation Post - COP*). O operador LTD continua a iluminar o alvo com um feixe de laser durante a fase terminal do voo do Krasnopol. A sua cabeça giroscópica fixa-se no feixe alvo e as superfícies de controlo aerodinâmico (localizadas no corpo do projétil) guiam a munição até o alvo. Após a destruição do alvo, o operador LTD pode designar outro alvo, previamente planeado ou inopinado (Williams, 2000).

Tabela 7 - Características da PGM 2K25 Krasnopol

Tecnologias de Guiamento	Laser
Alcance	20 km
Calibre	152 mm
Plataformas/Meios de Lançamento	Obus com tubo ≥ 39 calibres
CEP	(Desconhecido)

Fonte: Autor

Tendo em vista satisfazer os requisitos NATO relativo aos calibres padrão das bocas de fogo, a Rússia desenvolveu a Krasnopol M2, sendo em tudo semelhante à 2K25, mas com um calibre de 155mm, podendo ser disparada por obuses rebocados ou autopropulsados de 155 mm, a partir de posições de tiro abertas ou cobertas (ROSOBORONEXPORT, n.d.).

O *Automatic Artillery Fire Control System (AAFCS) Malakhit*, fornece deteção e iluminação de alvos (inclusive à noite), controlo de pesquisa da posição de tiro e posto de observação e comando, cálculo automático e introdução de elementos de tiro (ROSOBORONEXPORT, n.d.).

3.2.5. SPACIDO

A *Nexter Systems* desenvolveu um sistema de correção de trajetória, o SPACIDO⁴² (*Système à Précision Améliorée par Cinémomètre Doppler*), que opera somente em alcance, já que não conta com aletas de orientação, mas apenas com um freio aerodinâmico (Nexter, 2018).

O SPACIDO é um sistema que realiza a comparação entre a trajetória real do projétil e a trajetória padrão, utilizando um radar Doppler⁴³ instalado no obus. Essa solução é adequada para ser usada com todas as munições de AC de 105 e 155 mm, em serviço ou em fase de desenvolvimento (Nexter, 2018).

Esse sistema é altamente resistente a interferências de GE, e funciona por meio de comunicação via rádio entre o radar-cronógrafo (que utiliza a tecnologia de efeito Doppler até uma distância de 5 km) e a espoleta, que registra os dados de correção a aplicar e o momento exato da execução. Adicionalmente, o sistema conta com um computador balístico que realiza os cálculos necessários para a correção da trajetória, bem como um mecanismo de ajuste da espoleta (Nexter, 2018).

Comparativamente com as munições convencionais, a SPACIDO oferece os mesmos resultados consumindo menos 25% de munições, o que reduz a carga logística e aumenta a probabilidade de sobrevivência da unidade de tiro, ao reduzir a duração da missão de tiro e, consequentemente, diminuir a probabilidade de ser detetada e minimizar o tempo de permanência na posição de tiro, tornando-a menos vulnerável a ataques inimigos ou fogos de contrabateria (Nexter, 2018).

Cumulativamente, a SPACIDO pode reduzir a dispersão do tiro até um terço, permitindo que os fogos de AC sejam executados sobre objetivos mais próximos das unidades de manobra e em áreas edificadas. Embora o seu custo unitário seja cerca de três vezes superior ao de uma munição HE convencional, reduz o número de munições necessárias para atingir o alvo (Turnbull, 2018).

⁴² Ver Anexo C – Figura 16.

⁴³ Funciona através da transmissão de ondas eletromagnéticas e medição do intervalo de tempo entre a sua emissão e a detecção das ondas refletidas para calcular a distância até ao objeto.

Tabela 8 - Características da CCF Spacido

Tecnologias de Guiamento	Radar
Alcance	Depende da munição que equipa
Calibre	105 e 155mm
CEP	¼ de uma munição convencional

Fonte: Autor

3.2.6. Bonus

BONUS⁴⁴ é uma munição disparada através de bf, capaz de atingir com sucesso qualquer veículo blindado. Compatível com a maioria dos sistemas de armas de AC de 155 mm, a BONUS é manuseada como um projétil convencional. À semelhança da SMArt155, quando é disparado, o projétil divide-se durante a trajetória, lançando duas munições com espoleta dotada com sensor que pesquisam alvos numa determinada área de cobertura, até 32 km² (BAE SYSTEMS, n.d.).

A munição apresenta um design que aumenta o seu alcance para 35 km quando disparada por um obus de 52 calibres. Ao transportar duas “munições inteligentes”, a precisão por munição é significativamente superior à de uma munição convencional (BAE SYSTEMS, n.d.).

Esta PGM é desenvolvida e produzida numa cooperação entre a *BAE Systems* na Suécia e a *Nexter* na França, sendo atualmente utilizada por vários países, incluindo a Finlândia, França, Noruega e Suécia (BAE SYSTEMS, n.d.).

Tabela 9 - Características da PGM Bonus

Tecnologias de Guiamento	Infravermelhos e Radar
Alcance	155mm/52 – 35 km 155mm/39 – 27 km
Calibre	155mm
Plataformas/Meios de Lançamento	Obus c/tubo $\geq$ 39 calibres
CEP	(Desconhecido)

Fonte: Autor

⁴⁴ Ver Anexo C – Figura 17.

3.2.7. M712 Copperhead

Ao longo dos séculos, foram desenvolvidas novas munições para os sistemas de AC que incrementaram a sua potência e o alcance, porém, a precisão mantinha-se. Isso mudou em 1972, quando Martin Marietta desenvolveu a primeira PGM, apelidada de *Copperhead* (LOCKHEEDMARTIN, n.d.).

Segundo o WSMR (2020), a M712 Copperhead⁴⁵ foi desenvolvida no *White Sands Missile Range*, no Novo México, sendo disparada pela primeira vez em 1972. Foi desenvolvida como um projétil HE anticarro, guiado a laser, disparado por obuses 155 mm (M114, M777 ou outro).

Após o disparo, a Copperhead segue uma trajetória curva. Depois de atingir a altura máxima e começar sua fase descendente, as aletas de orientação são ativadas e o sistema ótico a bordo capta o alvo iluminado a laser, enquanto o seu sistema de orientação a guia até ao objetivo. Este, é iluminado por um OAv, localizado a uma distância máxima de 6 km do mesmo, equipado com um LTD (WSMR, 2020).

Tem um alcance máximo de 16 km, mas algumas limitações, como sejam um alcance mínimo de tiro de 3 km, para permitir que o projétil manobre sobre o alvo, sendo menos eficaz em condições de nebulosidade ou de baixa visibilidade. Além disso, o OAv deve manter o laser de iluminação apontado para o alvo até o impacto, algo difícil de conseguir em alvos em movimento ou a uma distância significativa (WSMR, 2020).

Tabela 10 - Características da PGM M712 Copperhead

Tecnologias de Guiamento	Laser
Alcance	3 a 16 km
Calibre	155 mm
Plataformas/Meios de Lançamento	Obus c/tubo $\geq$ 39 calibres
CEP	(Desconhecido)

Fonte: Autor

3.2.8. M982 Excalibur

O projétil M982 Excalibur⁴⁶, codesenvolvido pela *Raytheon Missiles & Defense* e pela *BAE Systems Bofor*, é uma verdadeira arma de precisão, impactando no alvo a uma

⁴⁵ Ver Anexo C – Figura 18.

⁴⁶ Ver Anexo C – Figura 19.

distância elevada com um CEP inferior a dois metros. Ao contrário das munições convencionais, a PGM Excalibur fornece efeitos precisos no primeiro tiro e em todas as condições atmosféricas, possibilitando um alcance de 40 km para tubos de 39 calibres, 50 km para tubos de 52 calibres e de 70 km para tubos de calibre 58 (Raytheon Missiles & Defence, n.d.).

Esta família de projéteis compreende três fases de desenvolvimento (Bloco I, Bloco II, Bloco III), adicionando em cada fase capacidades significativas para um AF próximo. A primeira fase do programa consiste no Bloco I, como um PGM HE para alvos isolados; o Bloco II (Inteligente) mantém a característica do anterior, porém, carrega submunições inteligentes para atacar múltiplos alvos móveis; o Bloco III (Discriminação) mantém as características do Bloco I, com HE, mas com a capacidade de atingir alvos móveis, detetando automaticamente o alvo de maior valor. Embora as fases do programa tenham demorado a desenvolver, a primeira (Bloco I) teve sua estreia em combate no Iraque em 2007 e continua com sucesso em serviço (Quinodoz, 2017).

O Bloco I inclui as versões Ia-1, Ia-2 e Ib, sendo a última a mais moderna, encontrando-se o Bloco II em fase de teste no terreno (faltando ainda o teste em combate) e o Bloco III em desenvolvimento (Quinodoz, 2017).

O M982 Excalibur é uma PGM que combina o sistema de orientação GPS/INS com a orientação SAL, o que lhe confere capacidade em tempo integral, sob quaisquer condições meteorológicas. O último modelo, o Ib, tem um CEP inferior a 4 m e testes realizados durante o ano de 2016, com o novo P-INS, conseguiram reduzir o CEP para 2 m, utilizando apenas o sistema de orientação GPS/INS. Esta munição destaca-se não só pela capacidade de orientação, mas também por ter um alcance de 40 km, quase o dobro de um projétil convencional de 155 mm. Além disso, o seu detonador está conectado eletronicamente ao sistema de C2, permitindo programar três tipos diferentes de atraso ou ângulo de impacto. O primeiro modo consiste na detonação a uma altura determinada em relação ao alvo, com um ângulo de impacto de 90°, o segundo na detonação no impacto e o terceiro com atraso e grande ângulo de impacto, para instalações ou fortificações (Milner, 2012).

O emprego do projétil Excalibur traduz-se numa redução significativa da duração das missões de tiro, carga logística e custo (cerca de 700€, preço verificado em 2014) associados às munições convencionais de AC, dado que, em média, serão necessárias (no mínimo) 10 munições convencionais para atingir os efeitos obtidos por uma PGM Excalibur (Raytheon Missiles & Defence, n.d.).

Tabela 11 - Características da PGM M982 Excalibur

Tecnologias de Guiamento	GPS
Alcance	155mm/39 – 40 km 155mm/52 – 50 km 155mm/58 – 70 km
Calibre	155 mm
Plataformas/Meios de Lançamento	Obus com tubo ≥ 39 calibres
CEP	< 4 m

Fonte: Autor

3.2.9. M1156 PGK

A M1156 PGK⁴⁷ é uma Espoleta de Correção de Trajetória (*Course Correction Fuze - CCF*), desenvolvida e comercializada atualmente pela empresa americana Orbital ATK, tendo concluído com sucesso os testes de campo em 2013 e sido testada em combate no Afeganistão (Quinodoz, 2017).

Esta possui apenas um sistema de orientação, o GPS, que atualiza constantemente sua posição no espaço, permitindo que o sistema de controlo corrija continuamente a trajetória (Quinodoz, 2017).

Nos últimos anos, os custos foram reduzidos em 50%, passando de US\$ 15 000 para menos de US\$ 10 000, com melhorias sucessivas nos valores obtidos do CEP, que passaram de 50 m em 2011 para 10 m nos últimos testes. Embora não pretenda substituir imediatamente o programa Excalibur, devido aos seus custos mais baixos, é empregue no ataque a alvos ou situações de combate onde o uso de um ou outro tipo de PGM é indiferente. Recorde-se que a Excalibur 1b é uma PGM que pode ser eficazmente empregue contra alvos móveis graças ao seu sistema SAL, enquanto a PGK corre o risco de não ser eficaz no caso de o inimigo dispor de sistemas de empastelamento de sinais GPS (*GPS jamming*). A PGK possui ainda um sistema de segurança que permite a opção de "não detonar" a carga explosiva, caso o projétil não atinja o CEP de 10 m. Para inserir os dados do alvo na espoleta, é utilizado o mesmo sistema da Excalibur, o EPIAFS (*Enhanced Portable Inductive Artillery Fuze Setter*)⁴⁸, conectado ao recetor GPS da plataforma de tiro e ao controlo de fogo computadorizado através do PIK (*Platform Integration Kit*) (Quinodoz, 2017).

⁴⁷ Ver Anexo C – Figura 20.

⁴⁸ Ver Anexo C – Figura 21.

Tabela 12 - Características da CCF XM1156 PGK

Tecnologias de Guiamento	GPS
Alcance	Depende da carga/projétil utilizado
Calibre	105/155 mm
CEP	< 10 m

Fonte: Autor

3.3. PGMM 120 mm

As munições de morteiros de precisão guiadas (PGMM) destinam-se a facultar uma maior precisão do tiro e a redução do consumo de munições, em comparação com as suas equivalentes convencionais. Os morteiros disparam projéteis contra pessoal, veículos ligeiros blindados e estruturas, sendo limitados em alcance e precisão quando comparados com os sistemas de armas da AC. São armas de tiro indireto, com carregamento pela boca, de alma lisa, que permitem atingir alvos que podem não estar dentro do seu campo de observação.

Os morteiros convencionais não possuem mecanismos de recuo, sendo a principal força de recuo transmitida diretamente ao solo através do prato do morteiro. Adicionalmente, a maioria dos morteiros é limitada em elevação, sendo apenas capazes de disparar em trajetórias de ângulo vertical (acima de 45°), o que significa que não podem ser usados no tiro direto (Ryan, 1982).

No âmbito da pesquisa realizada, foram identificadas 3 Munições Guiadas de Precisão de Morteiro (*Precision Guidance Mortar Munition - PGMM*) utilizadas por morteiros de 120 mm, produzidas pela Suécia, Rússia e EUA, patentes na Tabela 13, abaixo apresentada. Neste subcapítulo serão caracterizadas as 3 PGMM identificadas, de maneira a conhecer as suas tecnologias de guiamento, alcance, plataformas/meios de lançamento, destino e precisão do impacto no alvo.

Tabela 13 - PGMM utilizadas por morteiros de 120 mm, produzidas pela Suécia, Rússia e EUA

País	PGMM
Suécia	M/94 Strix
Rússia	KM-8 Gran
EUA	XM395

Fonte: Autor

3.3.1. M/94 Strix

O M/94 Strix⁴⁹ é um projétil de morteiro sueco de 120 mm, guiado por infravermelhos, atualmente fabricado pela *Saab Bofors Dynamics*.

A precisão superior do M/94 Strix é obtida pelo seu sensor de infravermelhos e propulsores laterais, sendo controlado por processamento de imagem inteligente e computadores de orientação. STRIX discrimina engodos (*flares*) e alvos em chamas, pode ser lançado com qualquer sistema de morteiro de 120 mm e tem um alcance superior a 7 km. A carga explosiva, de formato avançado, é capaz de penetrar blindagem, sendo ainda extremamente preciso, de fácil treino, emprego e manutenção. É um verdadeiro sistema “*fire and forget*” e atribui aos morteiros uma precisão “cirúrgica”. Tendo sido testado pela primeira vez em 1988, está ao serviço dos exércitos da Suécia e Suíça desde 1994 (Saab Bofors Dynamics, 2006).

O Strix, até à presente data, era a única munição de morteiro de 120 mm de precisão guiada disponível no mercado internacional. À medida que a procura por PGM/PGMM cresce por todo o mundo, este projétil poderá tornar-se o modelo padrão da indústria das PGMM de 120 mm (Army Recognition, 2019).

Tabela 14 - Características da PGMM M/94 Strix

Tecnologias de Guiamento	Infravermelhos
Alcance	4,5 a 7,5 km
Plataformas/Meios de Lançamento	Morteiro
Probabilidade de Acerto	90%

Fonte: Autor

3.3.2. KM-8 Gran

O sistema KM-8 Gran⁵⁰, destinado aos morteiros de 120 mm, foi projetado para atacar veículos blindados e não blindados, sistemas de armas de artilharia e tropas apeadas, com uma granada de morteiro HE de precisão guiada, tanto de dia como de noite, em planícies ou montanhas, com altitude da posição de tiro de até 3000 m. No terreno, o sistema Gran tem a capacidade de atingir tanto veículos blindados como não blindados no primeiro tiro, sendo os alvos espaçados de 300 m atingidos utilizando os mesmos elementos de tiro. Podem

⁴⁹ Ver Anexo C – Figura 22.

⁵⁰ Ver Anexo D – Figura 26.

ser efetuados múltiplos disparos em simultâneo, uma vez que as munições não interferem entre si e interseita alvos móveis em passagens estreitas localizadas atrás de cristas elevadas, inclusive em contraencostas (ROSOBORONEXPORT, n.d.).

Conta com o Sistema Automatizado de Controlo de Tiro de Artilharia *Malakhit* (AAFCS), que fornece deteção e iluminação de alvos (inclusive à noite), controlo de pesquisa da posição de tiro e posto de observação e comando, cálculo automatizado e entrada de elementos de tiro. Pode ser operado em temperaturas que variam entre os -40° e 60°C (ROSOBORONEXPORT, n.d.).

Tabela 15 - Características da PGMM KM-8 Gran

Tecnologias de Guiamento	Laser
Alcance	1,5 a 9 km
Plataformas/Meios de Lançamento	Morteiro 120mm (Rebocado)
Probabilidade de Acerto	80%

Fonte: Autor

3.3.3. XM395

Desenvolvido e produzido pela Orbital ATK, a XM395⁵¹ fornece aos comandantes de Brigada uma capacidade orgânica de fogo indireto preciso, a par de uma resposta rápida, confiável e letal, especialmente em terrenos montanhosos inacessíveis à AC e em áreas urbanas, onde os comandantes relutam em empregar o AF convencional, pois poderia causar danos colaterais (Orbital ATQ, 2017).

A XM395 fornece uma capacidade de tiro indireto de precisão para neutralizar alvos em contraencostas, vales estreitos, áreas urbanas e outros terrenos complexos, difíceis de bater com tiro mergulhante. Além disso, a maior precisão permite que o Cmdt ataque alvos fugazes com elevada taxa de sucesso e reduz o número de munições necessárias (Orbital ATQ, 2017).

Baseada no PGK para projéteis de AC de 155 mm da *Orbital ATK*, a XM395 combina a orientação por GPS e superfícies de controlo direcional num pacote que substitui as espoletas padrão, transformando as granadas de morteiro existentes de 120 mm em PGMM (Orbital ATQ, 2017).

⁵¹ Ver Anexo C – Figura 23.

A XM395 é compatível com todos os sistemas de morteiros de alma lisa de 120 mm, fornecendo capacidade de orientação de precisão para as munições de morteiro existentes M933/934 (Orbital ATQ, 2017).

Tabela 16 - Características da PGMM XM395

Tecnologias de Guiamento	GPS
Alcance	0,5 a 10 km
Plataformas/Meios de Lançamento	Morteiro de 120mm de alma lisa
CEP	10 m

Fonte: Autor

CAPÍTULO 4 – EMPREGO DE MUNIÇÕES DE PRECISÃO GUIADAS NOS TO CONTEMPORÂNEOS

Generalidades

As PGM têm sido amplamente utilizadas em vários TO contemporâneos, permitindo o ataque a alvos específicos com maior precisão, reduzindo o risco de danos colaterais e aumentando a eficácia da missão. Alguns exemplos de conflitos recentes em que as munições de precisão foram usadas são a Guerra no Iraque, a Guerra do Afeganistão, a Guerra Civil Síria e, por último, o conflito da Ucrânia.

O que estes TO têm em comum é não só o facto de os combates incidirem em áreas densamente povoadas/urbanas, mas também abrangerem áreas montanhosas e de difícil acesso, pelo que as munições de precisão guiadas são uma ferramenta cada vez mais importante nas atuais operações militares.

4.1. Iraque (2003 – 2011)

Antes da Operação *Desert Storm*⁵², as forças dos EUA utilizaram principalmente munições de artilharia convencionais, como as munições M107 e M549. Essas munições não eram guiadas e tinham uma precisão limitada, o que muitas vezes causava danos colaterais em áreas civis.

No entanto, a Operação *Desert Storm* serviu como um catalisador para o desenvolvimento de novas munições de artilharia de precisão. A necessidade de atacar alvos com maior precisão e reduzir o risco de danos colaterais levou ao desenvolvimento de PGM com guiamento a laser, como a americana *Copperhead*, permitindo que, com apenas uma munição, se atingisse a eficácia equivalente a 170 granadas convencionais utilizadas na guerra do Vietname, ou 9000 granadas na 2.^a Guerra Mundial (Steed, 2003). É exemplo desta eficácia uma missão de tiro realizada no Iraque, em que 90 disparos realizados contra fortificações iraquianas reforçadas e estações de radar, levaram à rendição de uma unidade iraquiana (Ripley, 1992).

⁵²Operação militar liderada pelos EUA em conjunto com outros países aliados, como o Reino Unido, França e Arábia Saudita, entre outros, com o objetivo de expulsar as forças armadas do Iraque que haviam invadido o Kuwait em 1990.

4.2. Afeganistão (2001 – 2021)

No TO do Afeganistão, as forças militares dos EUA e de outros países membros da NATO, deram uso a munições inteligentes para combater grupos insurgentes, como os Taliban, tendo sido usadas em operações terrestres com o objetivo de minimizar danos colaterais e evitar a morte de civis.

Durante o conflito no Afeganistão verificou-se um aumento significativo no uso de PGM, chegando a cerca de 95% dos projéteis lançados, o que constituiu uma significativa mudança em relação à primeira guerra do Golfo, onde apenas 6% das munições tinham algum tipo de guiamento, e tudo isso aconteceu em apenas uma década (Santos, 2002).

Após a demonstração de capacidades da *Copperhead* no TO do Iraque, e mais tarde no Afeganistão, surgiu uma nova PGM com guiamento GPS, a *Excalibur*, cujo primeiro disparo foi efetuado neste mesmo TO em 2007 através de um obus M109A6 Paladin, tendo-se rapidamente tornado a mais viável no campo de batalha.

Para além da *Copperhead* e da *Excalibur*, foram igualmente utilizadas outras PGM, CCF e PGMM, tais como a XM395 e a M94 Strix.

4.3. Guerra Civil Síria (2011 -)

Neste TO, no que respeita a PGM, verificou-se uma forte competitividade entre os EUA e a Rússia, podendo afirmar-se que a história caminha em círculos, uma vez que o médio oriente se tornou uma arena onde dois tipos de PGM da guerra fria foram utilizados, a *Krasnopol* (precedente da *Santimetr*), fornecida pelos russos ao regime sírio e a *Copperhead*, mais tarde substituída pela *Excalibur*, fornecida pelos americanos às forças opositoras ao regime (Palowsky, 2021).

4.4. Invasão da Ucrânia (2022 -)

Desde o início deste conflito, a Ucrânia tem contado com múltiplos apoios. Os EUA incluíram, no seu pacote de ajudas, munições guiadas de precisão *Excalibur* que, apesar do seu elevado custo unitário, são amplamente empregues pelo Exército Ucraniano, à medida que este procede à transição para os sistemas de armas e doutrina da AC ocidental (Axe, 2022).

Os ucranianos, embora contem com as *Excalibur* de 155 mm, optaram pelo desenvolvimento nacional de PGM fabricadas para emprego com as bf de origem soviética, possuindo pelo menos um tipo de projétil guiado a laser, o *Kvitnyk* de calibre 152 mm, que

é compatível com os obuses autopropulsados 2S3 e com os rebocados D-20 (Axe, 2020). O projétil ucraniano *Kvitnyk* é um derivado do antigo armamento *Krasnopol* que a Ucrânia e a Rússia coproduziram. A gama de sistemas de armas com os quais o projétil pode ser empregue foi expandida, assim como a capacidade de alcance e *anti-jamming*, o que afirmou a Ukroboronprom como exportadora de armas de Kyiv (Axe, 2020). Contudo, após a invasão russa da península da Crimeia no início de 2014, a Ucrânia cortou os laços industriais com as empresas de defesa russas (Axe, 2020).

Segundo a *Defence Express* (2022), a Ucrânia contou também com o fornecimento de PGM Bonus, pela França, Suécia e Noruega, e de SMArt 155 pela Alemanha, tendo demonstrado a sua eficácia em combate e sido responsáveis pela destruição de sistemas russos de Artilharia Antiaérea Pantsir S-1.

No que se refere ao guiamento das PGM, é de referir que qualquer *drone* ou OAv, equipado com um designador laser, pode identificar um alvo para ataque com PGM.

Quanto às forças ucranianas, não é claro que os seus *drones* rotineiramente transportem designadores laser, sendo, no entanto, sabido que o seu Exército opera modelos militares e civis personalizados (Axe, 2020).

Quanto às forças russas, constata-se que conta com um fornecimento constante de Munições Guiadas de Precisão Krasnopol 152mm, corroborado pelo aumento do número de voos de sistemas aéreos não tripulados (*Unmanned Aerial Systems* – UAS⁵³) Orlan-30⁵⁴ (destinados à aquisição de objetivos e à regulação do tiro) e pelo uso de designadores laser pela infantaria, especializada na realização de ataques com maior precisão a posições defensivas ucranianas. O fogo de contrabateria russo também mudou da saturação de posições conhecidas/detetadas ucranianas pelo fogo, para o emprego de munições/drones Lancet⁵⁵, que embora tenham uma limitada taxa de sucesso, dificultam a manutenção de fogos sustentados de apoio às forças de manobra ucranianas, face à sua precisão e velocidade. Os Lancet são igualmente utilizados para reconhecimento, pesquisando em especial e ativamente posições de artilharia Ucraniana (Watling & Reynolds, 2023).

⁵³ Os UAS incluem *drones*, que utilizam rotas de voo pré-programadas, e veículos pilotados remotamente (*Remotely Piloted Vehicles* – RPV), controlados por operadores/pilotos em terra (PDE 3-37-00 Tática de Artilharia Antiaérea, 2016).

⁵⁴ Ver Anexo F.

⁵⁵ Ver Anexo F.

CAPÍTULO 5 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Este trabalho teve como objetivo primário estudar o emprego de munições inteligentes na AC, tendo em vista analisar a sua aplicabilidade aos sistemas de armas de AC nacionais, designadamente o morteiro Tampella tipo Standard 120 mm m/9047, bem como os obuses M119 105mm LG/30/m98, M114 A1 155mm/23 e AP M109 A5 155mm. Tal estudo justificou-se como pertinente já que Portugal, enquanto membro da NATO, deverá ser capaz de satisfazer os requisitos/capacidades estabelecidos por esta organização, no que toca a alcances (até 40 km⁵⁶), como acontece com as capacidades presentes dos obuses M777 Lightweight Towed 155mm, Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000), CAESAR e FH77 BW Archer. Cumulativamente, relava-se o imperativo da precisão para a mitigar os danos colaterais, dado assim cumprimento às imposições do Direito Internacional Humanitário, igualmente conhecido como direito dos conflitos armados.

Para este efeito, precedemos inicialmente à identificação e caracterização das atuais Munições Inteligentes, empregues pelos países aliados da NATO e pela Rússia, tendo sido analisadas as características e funcionamento das PGM SMArt 155, Vulcano, 30F75 Santimetr, 2K25 Krasnopol, Bonus, M712 Copperhead, M982 Excalibur, das Espoletas de Correção de Trajetória (CCF) Spacido e M1156 PGK, bem como as PGMM M/94 Strix, KM-8 Gran e XM395, com a finalidade de obter um termo comparativo com as munições HE convencionais (comummente utilizadas pela AC Portuguesa e pelos países aliados da NATO) e estudar a adequabilidade de emprego de PGM pela AC Portuguesa em operações militares tuteladas pela NATO, tendo em conta os requisitos inerentes aos atuais TO, com relevo para o combate em áreas urbanas.

A par do estudo dos sistemas de Armas e Munições, foram analisados alguns dos TO contemporâneos marcados pelo uso desses mesmos sistemas, tais como o Iraque, o Afeganistão, a Síria e, mais recentemente, a Ucrânia.

Na pesquisa efetuada contata-se que, com estas munições, é possível obter vantagens operacionais, o que é reiterado pelo Major de Artilharia Humberto Gouveia⁵⁷ que defende que estas “permitem mais flexibilidade de emprego, maior precisão para emprego sobre objetivos remuneradores e ainda a redução do esforço logístico, uma vez que são necessárias

⁵⁶ NATO Bi-SC Agreed Capability Codes and Capability Statements, 29 July 2016.

⁵⁷ Docente do Departamento de Ciências Militares da AM, responsável pelas unidades curriculares de Tática de Artilharia.

menos munições para alcançar os mesmos efeitos, e aumentam consideravelmente a capacidade de sobrevivência das unidades de AC, uma vez que, ao executar menor tiros, a probabilidade de detecção pelos meios de Aquisição de Objetivos Inimiga é menor”.

O emprego de PGM faculta também a capacidade de prestar o Apoio de Fogos adequado aos elementos de manobra através da interceção de objetivos remuneradores, com baixo risco de efeito colateral, em consonância com o DICA (Direito Internacional dos Conflitos Armados), proporcionando segurança à tropa apoiada e, principalmente, aos não combatentes (Manso, 2022).

Quanto à tipologia de objetivos que tem sido alvo de ataque com PGM no conflito da Ucrânia, o Coronel de Artilharia Mendes Dias refere que estes são (maioritariamente) os objetivos doutrinariamente batidos pelos fogos de flagelação e de interdição. Por sua vez, o Major-General (MGen) Vieira Borges⁵⁸ destaca como alvos os objetivos mais remuneradores, tais como os Postos de Comando, zonas de reunião de pessoal, viaturas blindadas, áreas logísticas e outros, tendo em consideração o custo elevadíssimo das PGM. Adicionalmente refere que o emprego destas munições no TO da Ucrânia compensa a diferença de potencial de combate ao nível da artilharia (cerca de 10 para 1 no caso da Rússia) e que a artilharia ucraniana tem utilizado a PGM Excalibur de 155 mm (com um custo unitário de 100 000 €), para bater viaturas blindadas, trincheiras ou mesmo militares em ambiente urbano, sendo ainda possível que empreguem as PGM Kvitnyk de 152 mm e a Karasuk de 122 mm. Por último, o Brigadeiro-General (BGen) António Grilo identifica ainda como alvos preferenciais para o emprego das PGM, os sistemas de Comando, Controlo, Comunicações e Informações (C4I) e de Artilharia Antiaérea.

Efetuada uma análise comparativa das características das PGM, CTF e PGMM, atualmente empregues e apresentadas neste trabalho, destacam-se as seguintes vantagens e limitações.

- PGM Vulcano: apresenta como pontos fortes as quatro modalidades de detonação da sua espoleta (P, T, VT e P c/atraso), o mecanismo de segurança que evita o acionamento indesejado da mesma, a possibilidade de emprego independentemente das condições meteorológicas (conferida pelo seu sistema de guiamento GPS/INS/SAL), um alcance de 80 km e um CEP de 15 a 3 m (quando

⁵⁸ 2º Comandante e Diretor de Ensino da Academia Militar, entre 2014 e 2016, Comandante da Academia Militar, entre maio de 2016 e julho de 2020, altura em que foi membro do Conselho Diretivo do IUM e do CESM. Foi Presidente do Conselho da Arma de Artilharia, entre 2017 e 2019.

guiado por GPS e 1 m com TLD). Tem como limitações o seu elevado custo (50 000US\$) e a sua reduzida utilização em ambientes operacionais, que impede uma objetiva aferição da sua eficácia.

- PGM Copperhead: é limitada pelo seu curto alcance (apenas 16 km), bem como pela necessidade de empenhamento de um OAv equipado com um designador laser, cuja utilização em áreas urbanas é significativamente afetada pelas edificações de elevada altura que impedem a observação do alvo pelo OAv. Além disso, fatores como condições meteorológicas hostis (nebulosidade, chuvas fortes, etc.) e cortinas de fumo, incluindo granadas de fumo ou materiais em chamas, podem impedir o laser de incidir no alvo desejado, interferindo no guiamento da granada e resultando num impacto num local diferente do pretendido, levando a efeitos colaterais indesejados, como baixas entre não combatentes e danos à infraestrutura civil, o que a torna disfuncional quando as condições meteorológicas não são ideais.
- PGM Excalibur: ostenta múltiplas vantagens, como a sua trajetória terminal vertical, espoleta multimodo, CEP inferior a 2 m e um alcance de 40 km, podendo ser disparada sob quaisquer condições meteorológicas. Todas estas capacidades foram testadas em ambiente operacional desde 2007, tendo, até à atualidade, uma elevada taxa de sucesso e contando com múltiplos operadores em todo o mundo. A sua única desvantagem é o elevado custo unitário, cerca de 50 000US\$.
- PGM SMar155 e PGM Bonus: embora sejam similares em termos de funcionamento, o Major Gouveia refere que “o facto de a Bonus ter sido escolhida para armar obuses dos EUA, poderá ser indicativo de que, pelo menos do ponto de vista dos EUA, a Bonus é melhor opção do que a SMar155”.

Quanto às CTF, relevam-se as seguintes vantagens e limitações:

- Spacido: tem como vantagens a capacidade de ser empregue em qualquer obus 105/155 mm e o facto de obter os mesmos resultados com menos de 25% dos disparos. No entanto, o seu custo elevado é a principal limitação, a par com a sua parca presença em TO contemporâneos;
- M1156 PGK: conta com um sistema de segurança que não aciona a carga explosiva caso atinja um CEP de 10 m. Possui também, tal como a Spacido, a vantagem de ser empregue por qualquer bf de qualquer calibre, para além de um

custo de cerca de 10 000US\$, tornando-a a munição inteligente mais acessível em termos financeiros.

Por último, no que respeita às PGMM, tanto a M/94 Strix como a XM395 têm como propósito incrementar a eficácia e precisão dos morteiros, nomeadamente o morteiro 120 mm, conferindo-lhes a capacidade de intercepar alvos com maior exatidão, empregando, no entanto, diferentes tecnologias de guiamento: a M/94 Strix emprega sensores infravermelhos, enquanto a XM395 é guiada por GPS. A escolha entre estas PGMM dependerá das necessidades operacionais específicas, da disponibilidade, dos recursos financeiros e do treino ministrado às forças de cada país.

Relativamente ao atual conflito da Ucrânia, o Coronel de Artilharia Mendes Dias destaca ainda o emprego das munições MAM (Smart Micro Munition), nas suas três variantes, transportada pelo Bayraktar TB2, o míssil cruzeiro KH-101 (CEP de 10-20m), o míssil Kalibr (CEP de 50m), o Iskander-M, o sistema HIMARS utilizando as GMLRS, as munições (bombas) JDAM e os AGM-88, não tendo como provada a utilização da «Excalibur» pela artilharia ucraniana.

Confrontando as características das Munições Inteligentes acima referidas, é legítimo concluir que de todas as PGM, CTF e PGMM, a que confere um maior número de vantagens é de facto a M982 Excalibur, uma vez que, pese embora o seu elevado custo, possui uma precisão cirúrgica, um padrão de fragmentação concentrado e uma trajetória terminal quase vertical (que contorna os edifícios de grande porte que se oponham à trajetória do projétil), tornando-a assim a munição inteligente mais apropriada para emprego em ambiente urbano, mitigando os danos colaterais e cumprindo assim as imposições do Direito Internacional Humanitário, que regula a condução dos conflitos armados, procurando limitar os seus efeitos (Gregório, 2022).

No que respeita à aplicabilidade de emprego de munições inteligentes aos sistemas de armas de AC nacionais, importa considerar a informação recolhida através das entrevistas realizadas, destacando-se o seguidamente exposto.

Tendo em conta os potenciais cenários de emprego de unidades de Artilharia de Campanha nacionais, O BGen António Grilo defende que o Exército Português deve equacionar a aquisição de PGM, para que esteja adaptado e rotinado com a respetiva técnica e procedimento de emprego, ao que o MGen Vieira Borges acrescenta que “o Exército Português deverá equacionar a aquisição de munições guiadas de precisão (PGM), porém em número reduzido, porque está condicionado pelos constrangimentos financeiros e pela baixa probabilidade de emprego da artilharia portuguesa, no âmbito da NATO e na frente

Leste”. Por sua vez, o Coronel de Artilharia Mendes Dias refere que, “dadas as circunstâncias nacionais, na dimensão militar em geral e na Artilharia em particular, não será viável tal aquisição”.

De acordo com o Major Humberto Gouveia, “eventualmente, apenas o obus M109A5 poderá utilizar munições inteligentes”, devido ao comprimento do seu tubo (39 calibres), porém, não podemos afirmar o mesmo do obus M114A1, que tem como limitações os 23 calibres de comprimento do seu tubo, ou seja, apenas era compatível com as PGM americanas Copperhead, já descontinuadas e substituídas pelas Excalibur. Quanto ao obus M119 LG, este pode empregar tanto a CCF Spacido como a M1156 PGK. Por último, mas não menos importante, o morteiro Tampella possui a capacidade de emprego da maioria das PGMM, embora o Coronel Mendes Dias destaque que “a decisão de integrar os morteiros 120mm TAMPELLA no GAC/BrigRR foi cumprida” achando não ser necessária à sua pronúncia, embora se aplique a mesma resposta à pergunta relativa à utilização das PGM a nível nacional, ou seja, “a utilização de morteiros tem sido abundante e importante no espaço de batalha da Ucrânia”, logo, “os contributos que poderiam resultar para o GAC/BrigRR seriam, na prática e em geral, a «partilha de responsabilidades» de apoio de fogos, consoante características e alcances, que iria impactar também no dispositivo e organização a adotar pela própria unidade, num caso real”.

O Major Gouveia defende ainda que, para que as PGM “possam ser utilizadas em Portugal, as nossas unidades de AC necessitam de obuses compatíveis com essas munições e de meios de aquisição de objetivos que permitam localizar objetivos com TLE correspondentes aos necessários para empregar as mesmas”.

Ainda sobre o emprego de PGM na AC nacional, tem-se que todo o processo implicaria alterações no âmbito da técnica e procedimentos adotados, conforme defendido pelo BGen António Grilo⁵⁹.

⁵⁹ Anterior Comandante do Grupo de Artilharia de Campanha da Brigada de Reação Rápida, Chefe da Repartição de Forças da Divisão de Planeamento de Forças do Estado-Maior do Exército e professor do Gabinete das Armas do Instituto de Estudos Superiores Militares, bem como autor de diversos artigos sobre a organização e emprego da AC.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após a análise da informação patente nos capítulos anteriores, é chegada a hora de apresentar as conclusões e reflexões resultantes do presente estudo, respondendo às Perguntas Derivadas (PD) e, em seguida, à Pergunta de Partida (PP).

Face à **PD1**, “Que munições de precisão e meios de lançamento poderão ser empregues, atualmente ou num futuro próximo, no apoio a missões conduzidas por países aliados da NATO?”, é possível concluir que, atualmente, os países aliados da NATO empregam uma vasta variedade de PGM e meios de lançamento da AC nos diversos TO. Alguns exemplos de PGM incluem as SMArt 155, Vulcano, Bonus, M712 Copperhead, M982 Excalibur, bem como as Espoletas de Correção de Trajetória (CCF) Spacido e M1156 PGK, e ainda as PGMM M/94 Strix e XM395, utilizando como meios de lançamento o morteiro Tampella tipo Standard 120 mm m/9047 e os obuses M119 105mm LG/30/m98, M114 A1 155mm/23, AP M109 A5 155mm, M777 Lightweight Towed 155mm, Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000), CAESAR e FH77 BW Archer.

Relativamente à **PD2**, “De que modo as munições inteligentes poderão contribuir para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?”, constatamos que tal é conseguido através da sua precisão, traduzida na destruição de objetivos pontuais remuneradores, mitigação dos danos colaterais, redução do tempo de resposta, aumento do alcance e maior flexibilidade de emprego. Pelos motivos apontados, é justo afirmar que as munições inteligentes aumentam a eficiência e eficácia do AF às operações militares em ambientes urbanos. A este respeito, e tendo como exemplo o atual conflito da Ucrânia, o Coronel de Artilharia Mendes Dias refere que o emprego das PGM no combate em áreas urbanas visa essencialmente mitigar os efeitos colaterais, “depois «jogados» pelos intervenientes na guerra”, sendo relevantes no ataque a infraestruturas associadas à energia e à água, assim como a órgãos de comando e controlo. Defende ainda que, em ambiente urbano, o seu emprego ocorre quando da existência de elevado número de população civil, evitando a letalidade proibida, bem como no ataque pontual a edifícios que garantam domínio de observação e de tiro.

Em relação à **PD3**, “Que novas táticas, técnicas e procedimentos (TTP) deverão ser adotados, pelas unidades da Artilharia de Campanha nacionais, para o eficaz e eficiente emprego de munições inteligentes?”, reportamo-nos à entrevista concedida pelo BGen António Grilo, na qual defende que o emprego de Munições Inteligentes (PGM) implica

adaptações a nível de técnicas e procedimentos, porém não visualiza alterações a nível de táticas. Por sua vez, o Coronel de Artilharia Mendes Dias salienta que as TTP em uso estão, maioritariamente, em conformidade com as que são do nosso conhecimento doutrinário. Realça também que as TTP deverão abordar a obtenção de elementos de tiro dos objetivos, de forma precisa, bem como o comando e controlo para as munições em geral e a conjugação com o emprego dos UAS⁶⁰. Mendes Dias alerta ainda que as TTP devem ser aprendidas e treinadas, já que a eficácia e a eficiência dependem da prática sistemática, estando a tudo isto subjacente as suas possibilidades do material de artilharia em serviço, com e com os sistemas de comando e controlo, entre outros. Por fim, o MGen Vieira Borges alerta que as eventuais alterações ao nível das TTP dependerá do tipo de munições adquiridas.

Por fim, respondendo à **PP**, “De que forma o emprego de munições de precisão pode aumentar a eficiência e eficácia dos fogos de Artilharia de Campanha em todo o espectro de operações militares, com destaque para o combate em ambiente urbano?”, concluímos que o emprego de munições de precisão na AC pode aumentar significativamente a eficiência e eficácia dos fogos em todo o espectro de operações militares, com destaque para o combate em ambiente urbano.

Primeiramente, porque as munições de precisão permitem o direcionamento das munições para alvos específicos, o que aumenta a sua precisão e reduz o risco de danos colaterais, sendo especialmente importante em ambientes urbanos, onde a presença de civis e de infraestruturas críticas é elevada, e onde é necessário evitar danos desnecessários e prevenir baixas civis.

Cumulativamente, as munições de precisão aumentam a capacidade de destruição de alvos inimigos, tidos como remuneradores ou prioritários, contribuindo assim para o cumprimento da intenção do Comandante da Força. Isso é especialmente importante em operações militares em que o inimigo se situa em locais de difícil acesso, tais como edifícios ou áreas densamente arborizadas.

Outro benefício do emprego de PGM na AC consiste no significativo aumento da capacidade de apoio próximo às forças em combate direto, reduzindo a distância entre a tropa amiga e o alvo, bem como o risco de exposição das tropas a emboscadas ou a ataques inimigos em ambientes urbanos, onde a presença de armadilhas e emboscadas é frequente.

⁶⁰ Os UAS incluem *drones*, que utilizam rotas de voo pré-programadas, e veículos pilotados remotamente (*Remotely Piloted Vehicles* – RPV), controlados por operadores/pilotos em terra (PDE 3-37-00 Tática de Artilharia Antiaérea, 2016).

Por fim, o emprego de munições de precisão pode contribuir para a sobrevivência das unidades de AC (ao reduzir o tempo de exposição aos sistemas de aquisição inimigos), bem como para a redução da carga logística, já que é necessário um menor número de munições para obter os efeitos pretendidos, comparativamente com as munições convencionais.

Quanto à adoção das PGM pela AC nacional, que constitui um dos assuntos do presente TIA, o MGen Vieira Borges refere que o Exército Português deve equacionar a sua aquisição, embora em número reduzido, tendo em conta os atuais constrangimentos financeiros e a reduzida probabilidade de emprego da artilharia portuguesa no âmbito da NATO e na frente Leste.

À luz dos avanços e crescente importância das Munições Guiadas de Precisão (PGM) na AC, mais pesquisas são necessárias para explorar e otimizar seu emprego, posto isto, estudos futuros devem centrar-se em áreas-chave, como aprimorar a integração de PGM nos sistemas de AC existentes, desenvolver algoritmos avançados de C2 para maximizar a sua eficácia e conduzir avaliações abrangentes das implicações operacionais e logísticas da adoção generalizada de PGM, investigar as potenciais sinergias entre PGM e tecnologias emergentes, como os UAS, de modo a explorar plenamente as capacidades e vantagens oferecidas por ambos os sistemas e, por último, desenvolvimento de programas de treino abrangentes para garantir a utilização eficiente e proficiente de PGM pelo pessoal da AC. Ao realizar pesquisas nessas áreas, pode obter-se uma maior perceção relativa ao emprego ideal de Munições Inteligentes na AC, aumentando assim a eficácia e a capacidade de resposta das unidades de artilharia em conflitos modernos.

Ao longo do desenvolvimento deste estudo, foram encontradas algumas limitações, nomeadamente a escassez de informação detalhada e idónea, disponibilizada por fontes credenciadas, fruto da confidencialidade das múltiplas tecnologias e operações militares, que poderiam contribuir para uma maior profundidade do tema tratado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia Militar. (2016) Introdução ao Tiro de Artilharia de Campanha, Publicação de Apoio UC M223, Capítulo VII.
- Army Recognition. (2017). *New 2S33 MSTA-SM2 152mm howitzer for Russian army*. Consultado em 25 de março de 2023. Disponível em https://www.armyrecognition.com/december_2017_global_defense_security_news_industry/new_2s33_msta-sm2_152mm_howitzer_for_russian_army.html
- Army Recognition. (2019, October 17). Sweden and Switzerland, last customers of Strix 120mm mortar munition. Consultado em 29 de março de 2023. Disponível em https://www.armyrecognition.com/october_2018_global_defense_security_army_news_industry/sweden_and_switzerland_last_customers_of_strix_120mm_mortar_munition.html
- Army Technology. (2000). *2S19 MSTA-S 152mm Self-Propelled Howitzer*. Consultado em 23 de março de 2023. Disponível em <https://www.army-technology.com/projects/mstas/>
- Army Technology. (2001). *PzH 2000 155mm Self-Propelled Howitzer*. Consultado em 23 de março de 2023. Disponível em <https://www.army-technology.com/projects/pzh2000/>
- Army Technology. (2020). *2S19M1 MSTA-S 155mm Self-Propelled Howitzer*. Consultado em 23 de março de 2023. Disponível em <https://www.army-technology.com/projects/2s19m1-msta-s/>
- Army Technology. (2021). *Archer FH77 BW L52 Self-Propelled Howitzer*. Consultado em 23 de março de 2023. Disponível em <https://www.army-technology.com/projects/archerhowitzer/>
- Army Technology. (2022). *2S35 Koalitsiya-SV 152mm Self-Propelled Howitzer, Russia*. Consultado em 23 de março de 2023. Disponível em <https://www.army-technology.com/projects/2s35-koalitsiya-sv-152mm-self-propelled-howitzer/>
- Axe, D. (2020). Forbes. One Shot, One Kill: Ukrainian Gunners Fire Laser-Guided Shells at Russian Vehicles. [S.l.]. Consultado em 18 de abril de 2023. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2022/04/05/one-shot-one-kill-ukrainian-gunners-fire-laser-guided-shells-at-russian-vehicles/?sh=4e0535e140fd>
- Axe, D. (2022). Forbes. Ukrainian Artillery Is About to Get a Lot More Accurate. [S.l.]. Forbes. Consultado em 18 de abril de 2023. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidaxe/2022/06/28/ukrainian-artillery-is-about-to-get-a-lot-more-accurate/?sh=5ace81da173c>
- BAE SYSTEMS. (n.d.). *Archer*. Consultado em 25 de março de 2023. Disponível em <https://www.baesystems.com/en/product/archer>

- BAE SYSTEMS. (n.d.). *Precision Guidance Munitions*. Consultado em 20 de fevereiro de 2023. Disponível em <https://www.baesystems.com/en-us/productfamily/precision-guided-munitions>
- BAE SYSTEMS. (n.d.). Bofors 155mm BONUS Munition. Consultado em 31 de março de 2023. Disponível em <https://www.baesystems.com/en/product/155-bonus>
- Burke, J., Pergolizzi, A. (2010). *XM1156 precision guidance kit (PGK) overview*. In *53rd Annual Fuze Conference*. Orlando, FL.
- Castelão, C. (2013). *O Apoio da Artilharia de Campanha às Operações Aerotransportadas* (Dissertação de Mestrado, Academia Militar. Direção de Ensino).
- Deagel. (n.d.). Basir. Consultado em 29 de março de 2023. Disponível em <https://www.deagel.com/Defensive%20Weapons/Basir/a002742>
- Defence Express. (2022, July 12). *SMart 155 in Action: Use of High-Precision Munitions to Eliminate Russians Getting Large-Scale*. Consultado em 27 de março de 2023. Disponível em https://en.defence-ua.com/weapon_and_tech/smart_155_in_action_use_of_high_precision_munitions_to_eliminate_russians_is_geting_large_scale_video-3546.html
- EME. (1991). MC 20-48 Instrução do Artilheiro Servente do Obus M114 155mm/23. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- EME. (2003). MT 20-50 Manual do Obus M119 LG/30/m98. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- EME. (2004). MC 20-100 Manual de Tática de Artilharia de Campanha. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- EME. (2005). Regulamento de Campanha Operações. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- EME. (2012). PDE 3-38-13 Tiro de Artilharia de Campanha. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- EPA. (2010). As inovações nos sistemas de armas de artilharia de campanha. Boletim da Escola Prática de Artilharia, (XI/II), 31–45.
- Estriga, H. P., & Alves, J. M. R. de S. (2010). As armas na artilharia de campanha em Portugal: da criação da OTAN à atualidade. Boletim Da Escola Prática de Artilharia, XI/II, 23–29.

- Fernandes, C. J. (2012). O Sistema de Armas do Grupo de Artilharia de Campanha da Brigada de Reação Rápida. *Revista de Artilharia*, nº1046 a 1048, pp. 393-412.
- Flick, U. (2009). *Desenho da pesquisa qualitativa*.
- Fontanellaz, A. (2022). *Duels d'artillerie en Ukraine. DSI (Défense et Sécurité Internationale)*, 162, 76–81. Consultado em 25 de março de 2023. Disponível em <https://www.jstor.org/stable/48696009>
- Freixo, M. J. V. (2009) – *Metodologia científica: fundamentos, métodos e técnicas*. pp. 95 - 96 Lisboa: Instituto Piaget.
- General Dynamics. (n.d.). 155mm SMarT. Consultado em 27 de março de 2023. Disponível em <https://www.gd-ots.com/munitions/artillery/155mm-smart/>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas.
- GICHD. (2018). 152 MM & 155 MM ARTILLERY GUNS. Consultado em 31 de março de 2023. Disponível em <http://characterisationexplosiveweapons.org/studies/annex-b-152-155-artillery-version/>
- Global Security. (n.d.). *2S19 Msta-S 152-mm Self-Propelled Howitzer*. Consultado em 10 de março de 2023. Disponível em <https://www.globalsecurity.org/military/world/russia/2s19.htm>
- Global Security. (n.d.). *M109A5 155mm Howitzer*. Consultado em 10 de março de 2023. Disponível em <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/m109a5.htm>
- Grau, L. W., & Bartles, C. K. (2016). *The Russian way of war*. Fort Leavenworth, Kansas: Foreign Military Studies Office.
- Gregorio, I. I. (2022). *Estudo sobre munições inteligentes e espoletas de correção do Curso de Artilharia de tubo 155 mm visando a melhor opção para aquisição e emprego em ambiente urbano*. Academia Militar das Agulhas Negras.
- Grilo, A. J. R., & Mimoso, J. C. P. (2010). A evolução nas armas e munições: implicações para artilharia de campanha portuguesa. *Boletim Da Escola Prática de Artilharia*, XI/II, 65–74.
- Grilo, A., (2010). A Caracterização das Operações em Áreas Edificadas e os Contributos das Unidades de Artilharia. In, *Revista de Artilharia* (Abr-Jun 2010).

- Grilo, A. J. (20 de Março de 2012). Exercício Tampella 121. *Brifingue ao Comandante da BrigRR*. Campo Militar de Santa Margarida.
- Grilo, A. J. (2013). Apoio de Fogos á Brigada de Reação Rápida. *Revista de Artilharia*, 249.
- Grubofski, S. R. (2018). Combat with the God of War: A Comparison of Russian Cannon Artillery from 2000 and 2016 using a DOTMLPF Framework. Fort Leavenworth, Kansas.
- Instituto de Estudos Superiores Militares. (2010–. ME–20 - 81 - 00 Operações. Lisboa: Estado-Maior do Exército.
- Lind, W. S., (2004). Understanding Fourth Generation War. *Military Review*, Volume Setembro-Outubro, pp. 12-16.
- LOCKHEEDMARTIN. (n.d.). Copperhead and LRLAP: Smart Investments. Consultado em 1 de abril de 2023. Disponível em <https://www.lockheedmartin.com/en-us/news/features/history/copperhead.html>
- Lopes, R., (2009). Morteiro – Fundamental no Passado e decisivo no Futuro, *Revista Azimute*, 187, 67-70.
- Mandel, R. (2004). The wartime utility of precision versus brute force in weaponry. *Armed Forces Society* 3, 2: 171-201.
- Manso, J. R. (2020). Atualização doutrinária das munições previstas visando emprego da artilharia de campanha brasileira no ambiente urbano [Tese de Mestrado, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro].
- Manso, J. R. (2022). Estudo sobre munições inteligentes e espoletas de correção de curso da artilharia de tubo 155 mm visando a melhor opção para aquisição e emprego em ambiente urbano. (I. Gregorio, Interviewer) [Review of Estudo sobre munições inteligentes e espoletas de correção de curso da artilharia de tubo 155 mm visando a melhor opção para aquisição e emprego em ambiente urbano.]. In Trabalho de Conclusão –e Curso - Estudo sobre munições inteligentes e espoletas de correção do Curso de Artilharia de tubo 155 mm visando a melhor opção para aquisição e emprego em ambiente urbano.
- Martinho, B. (2010). O emprego da artilharia de campanha em regiões montanhosas. O caso do teatro de operações do Afeganistão. (Tese de Mestrado, Academia Militar. Direção de Ensino).

- MC 64/8. (2000). Electronic Warfare In NATO. p. 1-1.
- Mc Carty, Maj C. A. (2007). Urban Joint Fire Support: Air Force fixed wing and Army Field Artillery Precision Munitions capabilities for Urban Operations. Kansas: Fort Leavenworth.
- Military-Today. (n.d.). Santimetr. Consultado em 29 de março de 2023. Disponível em <http://www.military-today.com/artillery/santimetr.htm>
- Military-Today. (n.d.). SMarT 155. Consultado em 27 de março de 2023. Disponível em https://www.military-today.com/artillery/smart_155.htm
- Miller, S. W. (2017, March 30). Asian Military Review. Precision Mortar Rounds for Singapore. Consultado em 12 de abril de 2023. Disponível em <https://www.asianmilitaryreview.com/2017/03/precision-mortar-rounds-for-singapore/>
- Milner, M. (2012) “*Precision Strike Association Excalibur Overview*”, Combat Ammunition Project Office, Picatinny Arsenal, New Jersey. Consultado em 4 de abril de 2023. Disponível em https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2012/annual_psr/Milner.pdf
- Monteiro, L. N. (17 de Junho de 2007). O GPS na guerra. Consultado em 31 de março de 2023. Disponível em <https://www.revistamilitar.pt/artigo/197>
- Nexter. (2018). AMMUNITION Nexter Catalogue 2018.
- Orbital ATK. (2017). XM395 Precision Mortar (120mm). Consultado em 6 de abril de 2023. Disponível em <https://web.archive.org/web/20170910054040/http://www.orbitalatk.com/defense-systems/armament-systems/xm395/>
- Palowsky, J. (2021, November 29). Defense24. Copperhead vs. ISIS. Consultado em 12 de abril de 2023. Disponível em <https://defence24.com/index-7>
- Perju, V. (2019). Precision guided projectiles: analysis. Revista Militară. Studii de securitate și apărare, 22(2), 120-127.

- Quinodoz, F. D. (2017). Apoyo de fuego cercano en el siglo XXI: municiones guiadas de artillería de campaña y morteros. Revista del Suboficial. <https://www.fie.undef.edu.ar/ceptm/pdf/interes/Mun-Guiadas.pdf>
- Ramalho, P. (2007). Conflito Assimétrico e o Desafio da Resposta- Uma Reflexão. Consultado em 10 de março de 2023. Disponível em Revista Militar: <http://www.revistamilitar.pt/modules/articles/article.php?id=223>
- Raytheon Missiles & Defence. (n.d.). Excalibur Projectile. Consultado em 4 de abril de 2023. Disponível em <https://www.raytheonmissilesanddefense.com/what-we-do/land-warfare/precision-weapons/excalibur-projectile>
- Reis, F. (2010). Como elaborar uma dissertação de Mestrado. Lisboa: Pactor.
- Ryan, J. W. (1982). *Guns, Mortars & Rockets. Brassey's Battlefield Weapons Systems & Technology Series*, Vol. 2. Oxford: Brassey's.
- RHEINMETALL DEFENCE. (2023). *155mm Artillery Main Armament: Panzerhaubitze 2000*. Consultado em 24 de março de 2023. Disponível em https://www.rheinmetall-defence.com/en/rheinmetall_defence/systems_and_products/weapons_and_ammunition/indirect_fire/artillery/index.php
- ROSOBORONEXPORT. (n.d.). 2K25. Consultado em 31 de março de 2023. Disponível em <http://roe.ru/eng/catalog/land-forces/guided-weapon-systems/2k25/>
- ROSOBORONEXPORT. (n.d.). KM-8. Consultado em 29 de março de 2023. Disponível em <http://roe.ru/eng/catalog/land-forces/guided-weapon-systems/km-8/>
- Saab Bofors Dynamics. (2006). STRIX. Consultado em 29 de março de 2023. Disponível em <https://web.archive.org/web/20061102050815/http://products.saabgroup.com/PDBWebNew/Generic.aspx?Entrance=Product&ProductCategoryId=270&ProductGroupId=377&ProductId=658>
- Santos, J. R. (2002). A verdade da guerra, Gradiva, 3ª edição, p. 225.
- Santos, L., Garcia, F., Monteiro, F., Lima, J., Silva, N., Silva, J., ... Afonso, C. (2016). Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação. Lisboa: Instituto Universitário Militar.

- Steed, B., (2003). *Armed Conflict, Lessons of Modern Warfare*, p. 39.
- Technology.org. (2022, August 7). *SMArt 155 high-precision projectiles: Why are they so effective in destroying the enemy?* Consultado em 27 de março de 2023. Disponível em <https://www.technology.org/2022/08/07/smart-155-high-precision-projectiles-why-are-they-so-effective-in-destroying-the-enemy/>
- Tenenbaum, E. (2012). *The Battle over Fire Support: The CAS Challenge and the Future of Artillery. Focus Stratégique*. Consultado em 16 de fevereiro de 2023. Disponível em https://www.academia.edu/4195732/The_Battle_over_Fire_Support_The_CAS_Challenge_and_the_Future_of_Artillery
- Turnbull, G. (2018, June 11). SHEPHARD. Eurosatory 2018: Nexter moves forward on guided 155mm shells. Consultado em 31 de março de 2023. Disponível em <https://www.shephardmedia.com/news/landwarfareintl/eurosatory-2018-nexter-moves-forward-guided-155mm-/>
- Urtado, I. (2005). *Munições Especiais: Uma Conceção para o emprego da Artilharia de Campanha do Exército brasileiro no Combate em Áreas Urbanas*. Rio de Janeiro.
- US Army Field Artillery School. (1999). ST 6-60-30, *The Army tactical missile system (army TACMS) family of munitions (AFOM): Tactics, techniques, and procedures (TTP)*. Fort Sill, OK: Government Printing Press.
- US Army Field Artillery School. (2009). *Field Artillery Strategy*. 6.
- Wallwork, R. D. (2004). *Artillery in Urban Operations: Reflections on Experiences in Chechnya*. ARMY COMMAND AND GENERAL STAFF COLL FORT LEAVENWORTH KS.
- Watling, J., & Reynolds, N. (2023). *Meatgrinder: Russian Tactics in the Second Year of Its Invasion of Ukraine* (pp. 11–13). Royal United Services Institute for Defence and Security Studies.
- Wessam, M., Chen, Z. (2015). *Firing precision evaluation for unguided artillery Projectile*. Key laboratory of transient physics Nanjing, University of science & technology. Nanjing, China.
- Williams, W. (2000). *Threat Update – asnopol--A Laser-Guided Projectile for Tube Artillery* [Doctoral dissertation, Fort Leavenworth, Kansas]. <https://man.fas.org/dod-101/sys/land/row/krasnopol.htm>

WSMR, J. (2020, August 24). M712 Copperhead. White Sands Missile Range Museum.
Consultado em 2 de abril de 2023. Disponível em
<https://wsrmuseum.com/2020/08/24/m712-copperhead>

APÊNDICES

Apêndice A - Guião de Entrevista ao Major-General João Jorge Vieira Borges



ACADEMIA MILITAR

DIREÇÃO DE ENSINO

TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO APLICADA

Emprego de Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha

Entrevista ao Major-General João Jorge Vieira Borges

Nota Introdutória

O presente Trabalho de Investigação Aplicada, subordinado ao tema “Emprego de Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha” tem como objetivo geral estudar a sua aplicabilidade a unidades de Artilharia de Campanha nacionais, se e quando integradas numa força multinacional sob o comando da NATO.

Relativamente aos objetivos específicos, destacam-se a caracterização das munições inteligentes atualmente existentes ou em fase de desenvolvimento, a identificação de vantagens e limitações de emprego de munições inteligentes, nos âmbitos tático e logístico, bem como o estudo do seu emprego tático no apoio às unidades de manobra, em particular no que respeita a operações conduzidas em ambiente urbano.

Tendo em consideração o supra exposto, roga-se resposta às seguintes questões:

1. Considerando os conflitos recentes ou em curso, como é o caso da Ucrânia, em que medida o emprego de munições guiadas de precisão (PGM) tem contribuído para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?
2. Que tipologia de objetivos será mais adequada ao emprego de munições guiadas de precisão?
3. Tendo em conta os potenciais cenários de emprego de unidades de Artilharia de Campanha nacionais, deverá o Exército Português equacionar a aquisição de munições guiadas de precisão (PGM)?
4. O emprego de PGM implicaria alterações no âmbito da tática, técnica e procedimentos adotados pela Artilharia de Campanha nacional?

Apêndice B - Respostas às Questões colocadas na entrevista ao Major-General João Jorge Vieira Borges

1. Considerando os conflitos recentes ou em curso, como é o caso da Ucrânia, em que medida o emprego de munições guiadas de precisão (PGM) tem contribuído para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?

R: Aumentam a precisão, compensando assim, a diferença de potencial de combate ao nível da artilharia (cerca de 10 para 1 no caso da Rússia). A artilharia ucraniana tem utilizado Excalibur de 155 mm (100.000 euros por granada!), tanto para bater viaturas blindadas, trincheiras ou mesmo militares em ambiente urbano. Julgo que também vem usando a Kvitnyk de 152 mm e a Karasuk de 122 mm.

2. Que tipologia de objetivos será mais adequada ao emprego de munições guiadas de precisão?

R: Objetivos mais remuneráveis, tendo em atenção o seu custo elevadíssimo. Julgo que Postos de Comando, zonas de reunião de pessoal, viaturas blindadas, áreas logísticas, etc.

3. Tendo em conta os potenciais cenários de emprego de unidades de Artilharia de Campanha nacionais, deverá o Exército Português equacionar a aquisição de munições guiadas de precisão (PGM)?

R: O Exército Português deve equacionar a sua aquisição, mas em número reduzido, porque está condicionado pelos constrangimentos financeiros e pela baixa probabilidade de emprego da artilharia portuguesa, no âmbito da NATO e na frente Leste.

4. O emprego de PGM implicaria alterações no âmbito da tática, técnica e procedimentos adotados pela Artilharia de Campanha nacional?

R: Julgo que sim, dependendo do tipo de munição adquirido.

Apêndice C - Guião de Entrevista ao Brigadeiro-General António José Ruivo Grilo



ACADEMIA MILITAR

DIREÇÃO DE ENSINO

TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO APLICADA

Emprego de Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha

Entrevista ao Brigadeiro-General António José Ruivo Grilo

Nota Introdutória

O presente Trabalho de Investigação Aplicada, subordinado ao tema “Emprego de Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha” tem como objetivo geral estudar a sua aplicabilidade a unidades de Artilharia de Campanha nacionais, se e quando integradas numa força multinacional sob o comando da NATO.

Relativamente aos objetivos específicos, destacam-se a caracterização das munições inteligentes atualmente existentes ou em fase de desenvolvimento, a identificação de vantagens e limitações de emprego de munições inteligentes, nos âmbitos tático e logístico, bem como o estudo do seu emprego tático no apoio às unidades de manobra, em particular no que respeita a operações conduzidas em ambiente urbano.

Tendo em consideração o supra exposto, roga-se resposta às seguintes questões:

1. Considerando os conflitos recentes ou em curso, como é o caso da Ucrânia, em que medida o emprego de munições guiadas de precisão (PGM) tem contribuído para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?
2. Que tipologia de objetivos será mais adequada ao emprego de munições guiadas de precisão?
3. Tendo em conta os potenciais cenários de emprego de unidades de Artilharia de Campanha nacionais, deverá o Exército Português equacionar a aquisição de munições guiadas de precisão (PGM)?
4. O emprego de PGM implicaria alterações no âmbito da tática, técnica e procedimentos adotados pela Artilharia de Campanha nacional?

Apêndice D - Respostas às Questões colocadas na entrevista ao Brigadeiro- General António José Ruivo Grilo

1. Considerando os conflitos recentes ou em curso, como é o caso da Ucrânia, em que medida o emprego de munições guiadas de precisão (PGM) tem contribuído para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?

R: Têm tido o seu espaço e contribuído para o sucesso das operações militares.

2. Que tipologia de objetivos será mais adequada ao emprego de munições guiadas de precisão?

R: C4I (Command, Control, Communications, Computers and Intelligence) e ADA.

3. Tendo em conta os potenciais cenários de emprego de unidades de Artilharia de Campanha nacionais, deverá o Exército Português equacionar a aquisição de munições guiadas de precisão (PGM)?

R: Sim, também pelo facto de estar adaptado e rotinado com a técnica e procedimento de emprego.

4. O emprego de PGM implicaria alterações no âmbito da tática, técnica e procedimentos adotados pela Artilharia de Campanha nacional?

R: Implica a adaptações de técnicas e procedimentos, mas não visualizo alteração de tática.

Apêndice E – Guião de Entrevista ao Coronel de Artilharia Carlos Manuel Mendes Dias



ACADEMIA MILITAR

DIREÇÃO DE ENSINO

TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO APLICADA

Emprego de Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha

Entrevista ao Coronel de Artilharia Carlos Manuel Mendes Dias

Nota Introdutória

O presente Trabalho de Investigação Aplicada, subordinado ao tema “Emprego de Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha” tem como objetivo geral estudar a sua aplicabilidade a unidades de Artilharia de Campanha nacionais, se e quando integradas numa força multinacional sob o comando da NATO.

Relativamente aos objetivos específicos, destacam-se a caracterização das munições inteligentes atualmente existentes ou em fase de desenvolvimento, a identificação de vantagens e limitações de emprego de munições inteligentes, nos âmbitos tático e logístico, bem como o estudo do seu emprego tático no apoio às unidades de manobra, em particular no que respeita a operações conduzidas em ambiente urbano.

Tendo em consideração o atual Teatro de Operações (TO) da Ucrânia, roga-se resposta às seguintes questões:

1. Que tipo de munições inteligentes, ou Munições Guiadas de Precisão (PGM), são presentemente empregues pelas forças da Ucrânia e da Rússia neste TO?
2. Que tipologia de objetivos tem sido alvo de ataque com munições de precisão?
3. De que modo o emprego de munições inteligentes tem contribuído para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?
4. Que táticas, técnicas e procedimentos (TTP), praticadas pelas forças em conflito, poderão ser adotados pelas unidades da Artilharia de Campanha nacionais, com relevo para o emprego de munições inteligentes?
5. Tendo em conta os sistemas de armas que equipam os Grupos de Artilharia de Campanha nacionais, será viável ou desejável a aquisição de munições inteligentes, face os cenários de emprego previstos para a AC nacional?
6. Sabendo que o quadro orgânico do GAC/BrigRR “preconiza a existência de 12 Morteiros Pesados, para além dos 12 Obus 105 mm na 1ª e na 2ª Bateria de Bocas de Fogo”, será viável a utilização, a nível nacional, de Munições Guiadas de Precisão de Morteiros (PGMM)? Quais seriam os principais contributos que essa utilização traria para o GAC/BrigRR?

Apêndice F – Respostas às Questões colocadas na entrevista ao Coronel de Artilharia Carlos Manuel Mendes Dias

1. Que tipo de munições inteligentes, ou Munições Guiadas de Precisão (PGM), são presentemente empregues pelas forças da Ucrânia e da Rússia neste TO?

R: Considerando artilharia, mísseis, bombas e até aquelas presentes em drones, eu destacaria a MAM (Smart Micro Munition), nas suas três variantes, transportada pelo Bayraktar TB2, o míssil cruzeiro KH-101 (CEP de 10-20m), o míssil Kalibr (CEP de 50m), o Iskander-M, o sistema HIMARS utilizando as GMLRS, as munições (bombas) JDAM, os AGM-88. Não está provada a utilização da «Excalibur» na artilharia.

2. Que tipologia de objetivos tem sido alvo de ataque com munições de precisão?

R: Na maioria, os objetivos doutrinariamente batidos pelos fogos de flagelação e de interdição.

3. De que modo o emprego de munições inteligentes tem contribuído para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?

R: Particularmente por consequência menos danosa no que se refere aos efeitos colaterais, «depois «jogados» pelos intervenientes na guerra. Importante utilização no «ataque» a infraestruturas associadas à energia e à água, assim como a órgãos de comando e controlo. Em ambiente urbano, aplicação em duas situações: na existência de elevado número de população civil, obviando letalidade proibida, por um lado e depois no «pinpoint» de edifícios que garantam domínio de observação e de tiro; se este caso consubstanciar muita frequência/muitos objetivos, significa grande volume de destruição. O afirmado assente no pressuposto de TCA que sustentem essa utilização.

4. Que táticas, técnicas e procedimentos (TTP), praticadas pelas forças em conflito, poderão ser adotados pelas unidades da Artilharia de Campanha nacionais, com relevo para o emprego de munições inteligentes?

R: As TTP utilizadas estão de acordo, na sua esmagadora maioria, com aquelas que são do nosso conhecimento doutrinário, não querendo dizer com isto que estejam a ser objeto de aplicação da nossa parte, por dificuldades de diversa ordem e que são, também, do nosso conhecimento. Posso realçar o aspeto associado à obtenção de elementos de localização dos objetivos, de forma precisa, o comando e controlo, para as munições em geral, a conjugação com o emprego dos «drones».

Pese embora a questão possa não dizer diretamente respeito ao que vou afirmar, não posso deixar de mencionar que as TTP aprendem-se e treinam-se...sem treino, percebido como prática sistemática, não há eficácia e muito menos eficiência.

Por outro lado, tudo isto tem uma associação muito próxima com o material de artilharia que ainda nos vai equipando, com as suas possibilidades, com os sistemas de comando e controlo, entre outros.

5. Tendo em conta os sistemas de armas que equipam os Grupos de Artilharia de Campanha nacionais, será viável ou desejável a aquisição de munições inteligentes, face os cenários de emprego previstos para a AC nacional?

R: Julgo que, dadas as circunstâncias nacionais, na dimensão militar em geral e na Artilharia em particular, não será viável tal aquisição.

6. Sabendo que o quadro orgânico do GAC/BrigRR “preconiza a existência de 12 Morteiros Pesados, para além dos 12 Obus 105 mm na 1ª e na 2ª Bateria de Bocas de Fogo”, será viável a utilização, a nível nacional, de Munições Guiadas de Precisão de Morteiros (PGMM)? Quais seriam os principais contributos que essa utilização traria para o GAC/BrigRR?

R: A decisão de integrar os morteiros 120mm TAMPELLA no Gac Brig RR foi cumprida e sobre isso julgo que não será útil a minha pronúncia. A questão da utilização a nível nacional das munições de precisão merece praticamente a mesma resposta que pude dar à questão anterior.

A utilização de morteiros tem sido abundante e importante no espaço de batalha da Ucrânia. Os contributos que poderiam resultar para o GAC/BrigRR seriam, na prática e em geral, a «partilha de responsabilidades» de apoio de fogos, consoante

características e alcances, que iria impactar também no dispositivo e organização a adotar pela própria unidade, num caso real.

Apêndice G - Guião de Entrevista ao Major de Artilharia Humberto Miguel Rodrigues Gouveia



ACADEMIA MILITAR

DIREÇÃO DE ENSINO

TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO APLICADA

Emprego de Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha

Entrevista ao Major Humberto Miguel Rodrigues Gouveia

Nota Introdutória

O presente Trabalho de Investigação Aplicada, subordinado ao tema “Emprego de Munições Inteligentes na Artilharia de Campanha” tem como objetivo geral estudar a sua aplicabilidade a unidades de Artilharia de Campanha nacionais, se e quando integradas numa força multinacional sob o comando da NATO.

Relativamente aos objetivos específicos, destacam-se a caracterização das munições inteligentes atualmente existentes ou em fase de desenvolvimento, a identificação de vantagens e limitações de emprego de munições inteligentes, nos âmbitos tático e logístico, bem como o estudo do seu emprego tático no apoio às unidades de manobra, em particular no que respeita a operações conduzidas em ambiente urbano.

Tendo em consideração o supra exposto, roga-se resposta às seguintes questões:

1. Tendo em conta os requisitos impostos pela NATO e os meios ao dispor das nossas Brigadas, terá o Exército Português capacidade para empregar Munições Inteligentes? Se não, o que seria necessário para tornar possível o emprego de PGM?
2. Quais seriam os principais benefícios com a adoção de munições de precisão por parte do Exército Português?
3. De que modo o emprego de munições inteligentes tem contribuído para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?
4. Relativamente à SMArt155 e à Bonus, sabe-se que são PGM muito semelhantes em termos de funcionamento. Posto isto, qual das duas é mais eficaz e por que motivos?
5. De todos os tipos de munições inteligentes, ou Munições Guiadas de Precisão (PGM), estudadas neste trabalho (SMArt155, Bonus, Vulcano, Copperhead, Excalibur, Spacido e M1156PGK), qual/quais, tendo em conta a tipologia de objetivos/eficiência, adotaria ou não? E porquê?

Apêndice H - Respostas às Questões colocadas na entrevista ao Major de Artilharia Humberto Miguel Rodrigues Gouveia

1. Tendo em conta os requisitos impostos pela NATO e os meios ao dispor das nossas Brigadas, terá o Exército Português capacidade para empregar Munições Inteligentes? Se não, o que seria necessário para tornar possível o emprego de PGM?

R: Eventualmente, apenas o obus M109A5 poderá utilizar munições inteligentes. Para que possam ser utilizadas em Portugal, as nossas unidades de AC necessitam de obuses compatíveis com essas munições e de meios de aquisição de objetivos que permitam localizar objetivos com TLE correspondentes aos necessários para empregar as mesmas.

2. Quais seriam os principais benefícios com a adoção de munições de precisão por parte do Exército Português?

R: Por parte do Exército Português ou de qualquer outro, permitem mais flexibilidade de emprego, maior precisão para emprego sobre objetivos remuneradores e ainda a redução do esforço logístico, uma vez que são necessárias menos munições para alcançar os mesmos efeitos, e aumentam consideravelmente a capacidade de sobrevivência das unidades de AC, uma vez que ao executar menor tiros a probabilidade de deteção pelos meios de Aquisição de Objetivos Inimiga é menor.

3. De que modo o emprego de munições inteligentes tem contribuído para o sucesso das operações militares, em particular no combate em ambiente urbano?

R: Aumentando a precisão com que os objetivos são batidos e reduzindo os danos colaterais sobre a população e as infraestruturas importantes e o risco para as forças militares a operar nas proximidades dos objetivos.

4. Relativamente à SMArt155 e à Bonus, sabe-se que são PGM muito semelhantes em termos de funcionamento. Posto isto, qual das duas é mais eficaz e por que motivos?

R: Não disponho de informação que permita afirmar qual das duas é mais eficaz. Penso que ambas são boas munições para emprego sobre objetivos com blindagem. Há notícias do emprego das SMArt155 na Ucrânia com sucesso, apesar de ser uma munição mais antiga do que a Bonus. O facto de a Bonus ter sido escolhida para armar obuses dos EUA, poderá ser indicativo de que, pelo menos do ponto de vista dos EUA, a Bonus é melhor opção do que a SMArt155.

1. De todos os tipos de munições inteligentes, ou Munições Guiadas de Precisão (PGM), estudadas neste trabalho (SMArt155, Bonus, Vulcano, Copperhead, Excalibur, Spacido e M1156PGK), qual/quais, tendo em conta a tipologia de objetivos/eficiência, adotaria ou não? E porquê?

R: Primeiro é necessário separar munições inteligentes de espoletas inteligentes, as primeiras são um “tiro completo” as segundas apenas uma parte específica da munição de Artilharia. Independentemente da escolha, que poderá depender de diferentes fatores identificados pelo comprador, penso que a disponibilidade de espoletas inteligentes para equipar projéteis convencionais, projéteis inteligentes e projéteis para utilização específica sobre objetivos blindados, confere a qualquer unidade de AC uma grande flexibilidade de emprego e a adoção de diferentes configurações para melhor adaptar a munição a utilizar ao objetivo a bater.

ANEXOS

ANEXO A – Sistemas de armas que equipam o Exército de países aliados da NATO.



Figura 3 - Morteiro Tampella tipo Standard 120 mm m/9047

Fonte: Exército Português



Figura 4 - Obus M119 105 mm LG/30/m98.

Fonte: Trabalho de Investigação Aplicada Asp Art Martinho, 2010



Figura 5 - M114 A1 155 mm/23.

Fonte: https://issuu.com/carlosqueiros/docs/revista_ac_n7_digital_4/s/10624125



Figura 6 - Obus AP M109 A5 155 mm.

Fonte: <https://recrutamentomilitar.bud.gov.pt/meios-terrestres>



Figura 7 - Obus M777 Lightweight Towed 155 mm.

Fonte: <https://www.defensa.com/colombia/infanteria-marina-colombia-dotara-obuses-m777-155-mm-vehiculos>



Figura 8 - Obus Panzerhaubitze 2000 (PzH 2000).

Fonte: <https://www.forte.jor.br/artilharia/pzh-2000/>



Figura 9 - Obus CAESAR.

Fonte: <https://www.warfareblog.com.br/2022/05/a-colombia-comprara-12-obuses-caesar.html>



Figura 10 - Obus FH77 BW Archer.

Fonte: <https://www.defensa.com/industria/el-archer-cambia-de-plataforma>

ANEXO B – Sistemas de armas que equipam o Exército Russo.



Figura 11 - Obus 2S19 MASTA-S.

Fonte: <https://redsamovar.com/2019/09/16/dossier-le-2s19-msta-s/>



Figura 12 - Obus 2S35 Koalitsiya-SV.

Fonte: <https://redsamovar.com/2020/07/15/actu-le-2s35-koalitsiya-sv-ou-en-est-on/>

ANEXO C – Munições padrão da NATO.



Figura 13 - PGM SArt155.

Fonte: <https://www.gd-ots.com/munitions/artillery/155mm-smart/>

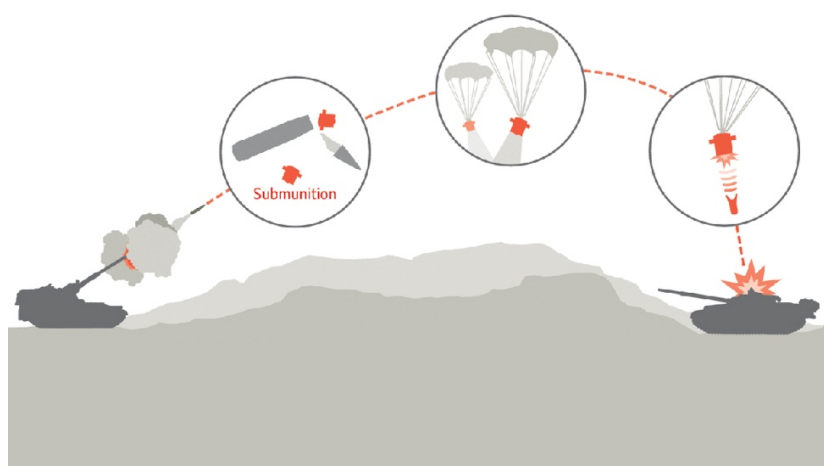


Figura 14 - Funcionamento das PGM SArt155 e Bonus.

Fonte: <https://www.economist.com/science-and-technology/2022/06/15/the-modern-cannons-that-may-make-the-difference-in-ukraine>



Figura 15 - PGM Vulcano.

Fonte: <https://mil.in.ua/en/news/ukraine-will-receive-225-high-precision-vulcano-rounds/>



Figura 16 - CCF SPACIDO.

Fonte: [https://eda.europa.eu/news-and-events/news/11-10-10/Towards a European solution on Precision Guided Ammunition](https://eda.europa.eu/news-and-events/news/11-10-10/Towards%20a%20European%20solution%20on%20Precision%20Guided%20Ammunition)



Figura 17 - PGM BONUS.

Fonte: <https://www.baesystems.com/en/product/155-bonus>



Figura 18 - PGM M712 Copperhead.

Fonte: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/ssha_nadajut_ukrajini_novitni_visokotochni_snarijadi_dlja_155_mm_artileriji_jakoju_novinkoju_zsu_budut_nischiti_rashistiv-8093.html



Figura 19 - PGM M982 Excalibur.

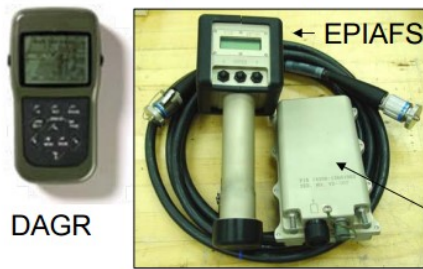
Fonte: <https://war.obozrevatel.com/ukr/kerovaniy-visokotochnij-snaryad-pidvischenoi-dalnosti-m982-excalibur-harakteristiki-ta-chim-mozhe-dopomogti-zsu.htm>



Figura 20 - CCF M1156 PGK.

Fonte: <https://www.defaiya.com/news/International%20News/North%20America/2018/05/03/orbital-atk-produces-25-000th-m1156-precision-guidance-kit>

Enhanced Portable Inductive Artillery Fuze Setter (EPIAFS) and Platform Integration Kit (PIK)



DAGR

PIK

- EPIAFS:
 - Conventional Fuze & Excalibur/PGK Setter
 - Programs Excalibur & PGK with mission information
- Platform Integration Kit
 - Interface circuit from platform fire control systems, DAGR (GPS receiver) to EPIAFS



PIK in M109A6 (Paladin)



PIK on M777A2



Figura 21 - EPIAFS (Enhanced Portable Inductive Artillery Fuze Setter).

Fonte: Funcionário do Departamento da Defesa (DoD) dos EUA, 2022.



Figura 22 - PGMM M/94 Strix.

Fonte: http://smhs.com.dinstudio.se/gallery_192.html



Figura 23 - PGMM XM395.

Fonte: <https://www.asianmilitaryreview.com/2017/03/precision-mortar-rounds-for-singapore/>

ANEXO D – Munições padrão da Rússia.



Figura 24 - PGM Santimetr.

Fonte: <http://www.military-today.com/artillery/santimetr.htm>



Figura 25 - PGM 2K25 Krasnopol.

Fonte: <http://www.military-today.com/artillery/krasnopol.htm>



Figura 26 - PGMM KM-8 Gran e Sistema de Aquisição de Objetivos.

Fonte: <https://www.deagel.com/Defensive%20Weapons/KM-8%20Gran/a000931>

ANEXO E – Quadros Orgânicos das Brigadas nacionais.

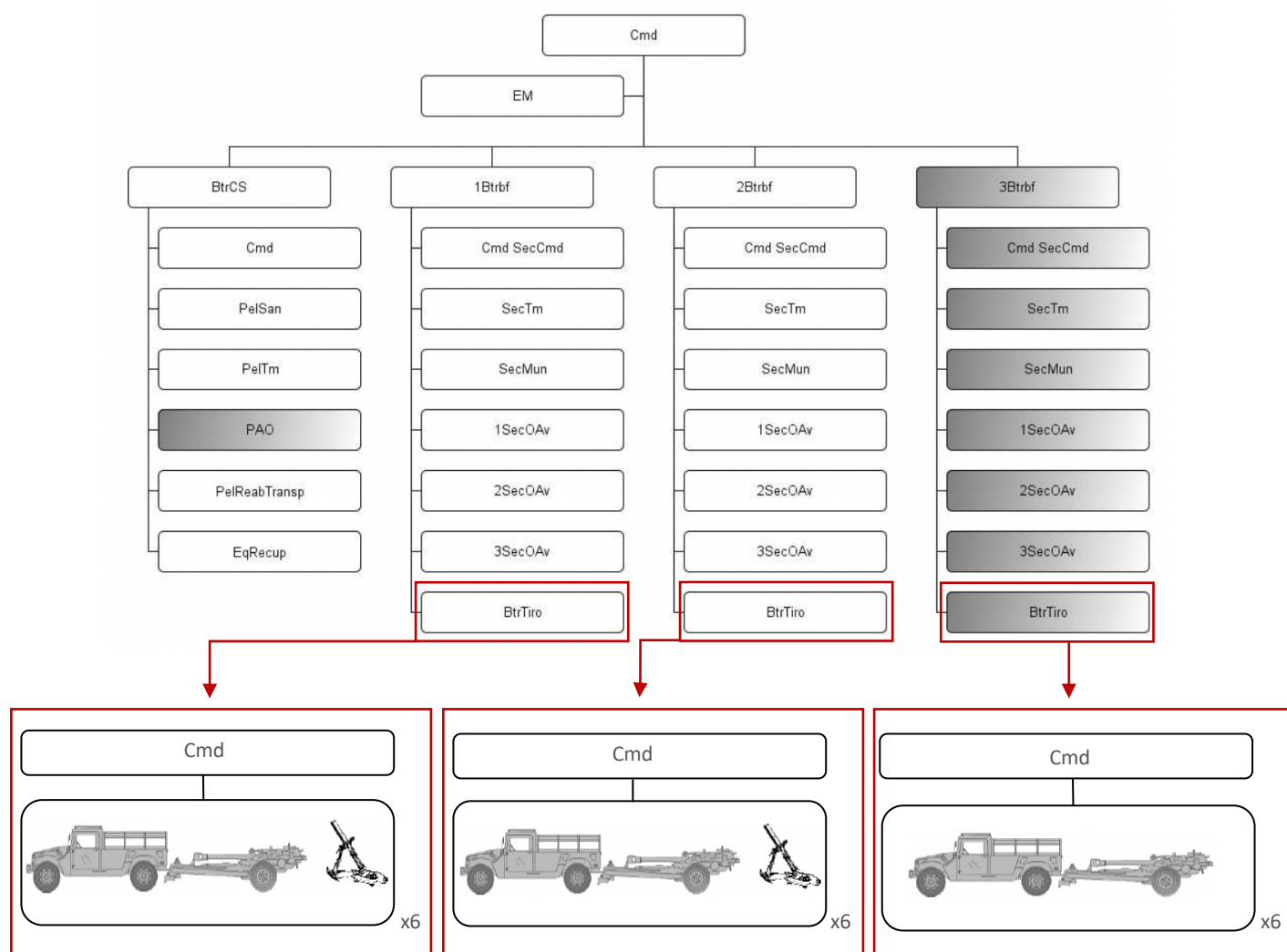


Figura 27 - Quadro Orgânico do GAC/BrigRR

Fonte: EME, 2014.

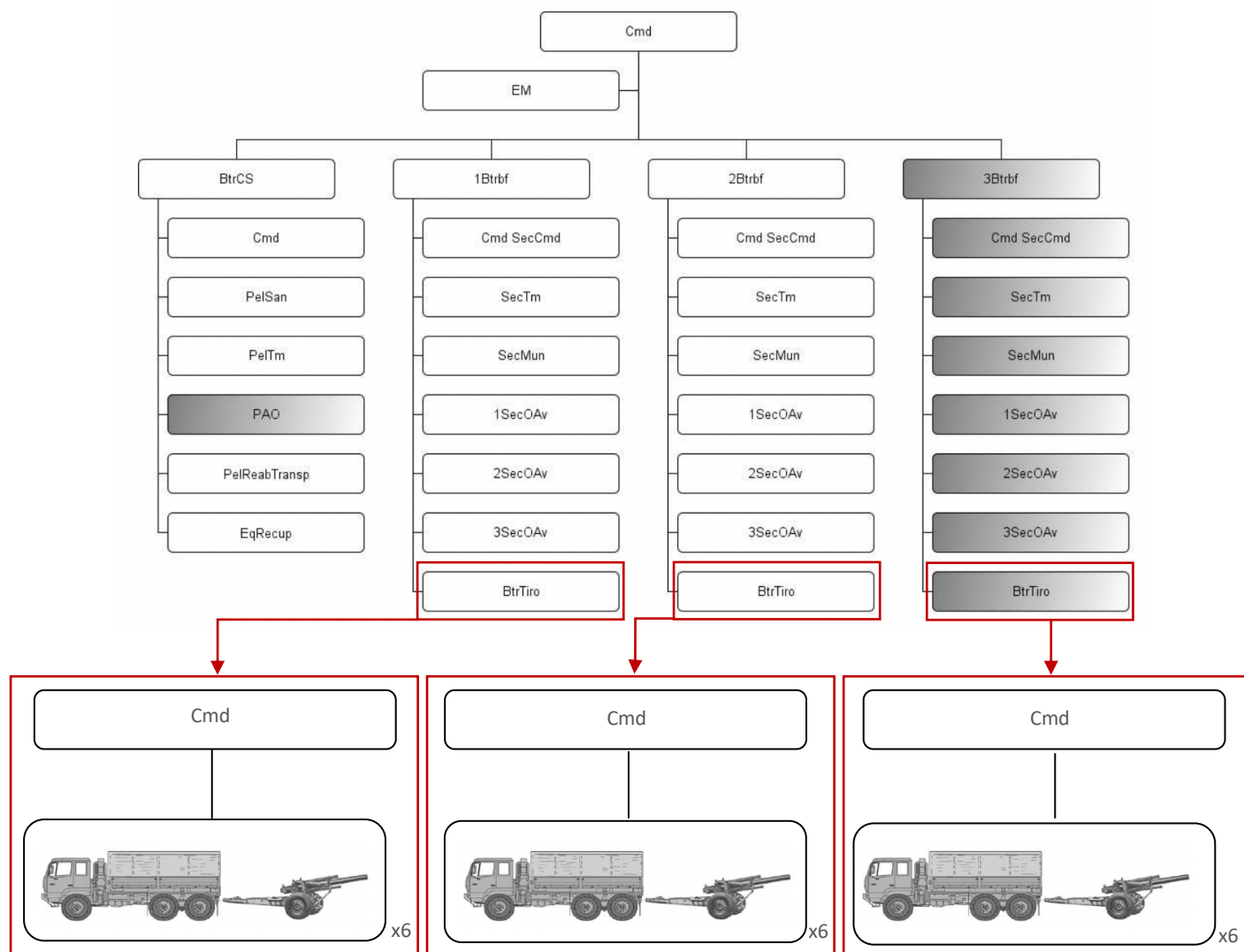


Figura 28 - Quadro Orgânico do GAC/BrigInt.

Fonte: EME, 2014.

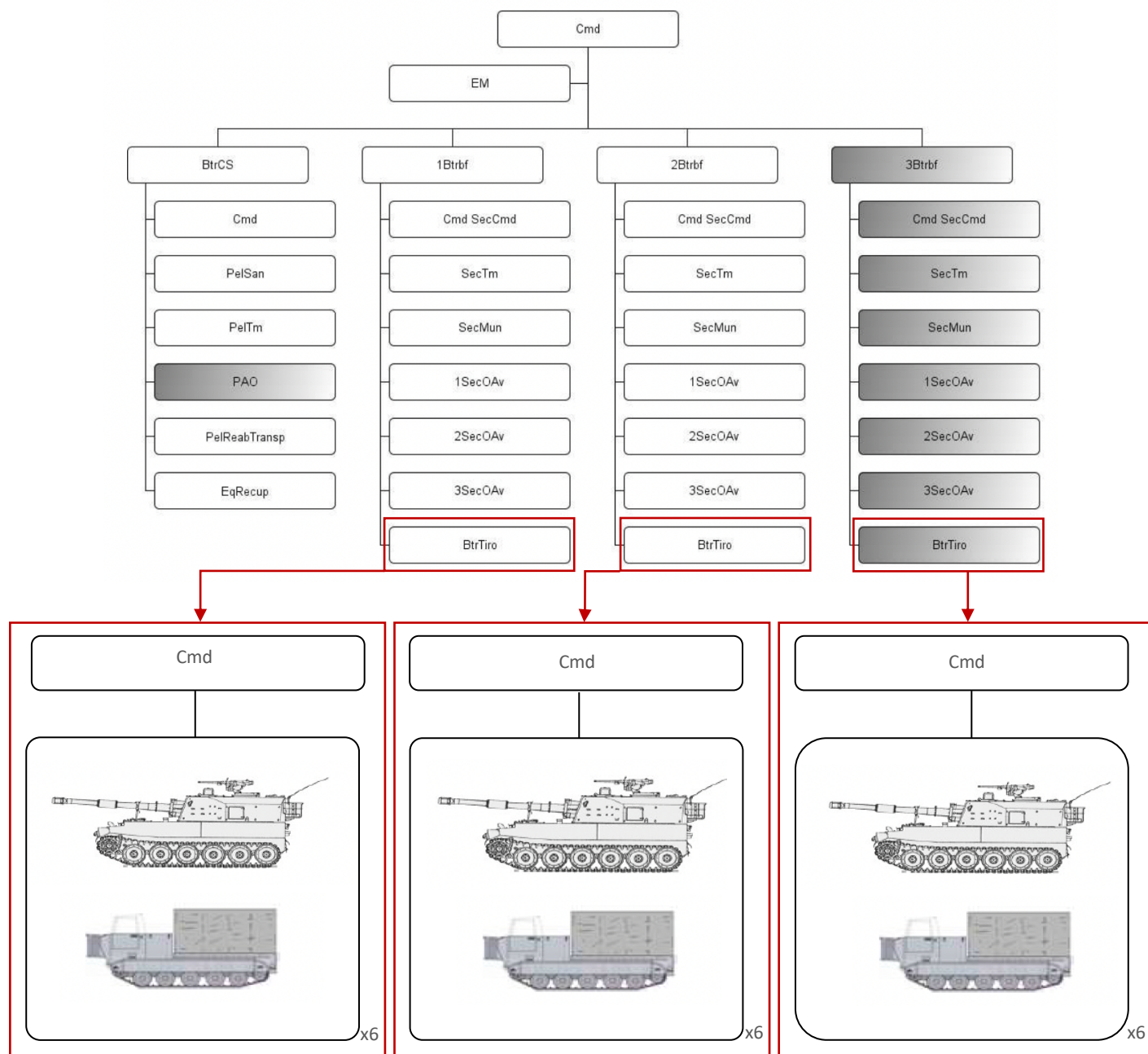


Figura 29 - Quadro Orgânico do GAC/BrigMec.

Fonte: EME, 2014.

ANEXO F – UAS empregues na Guerra da Ucrânia.

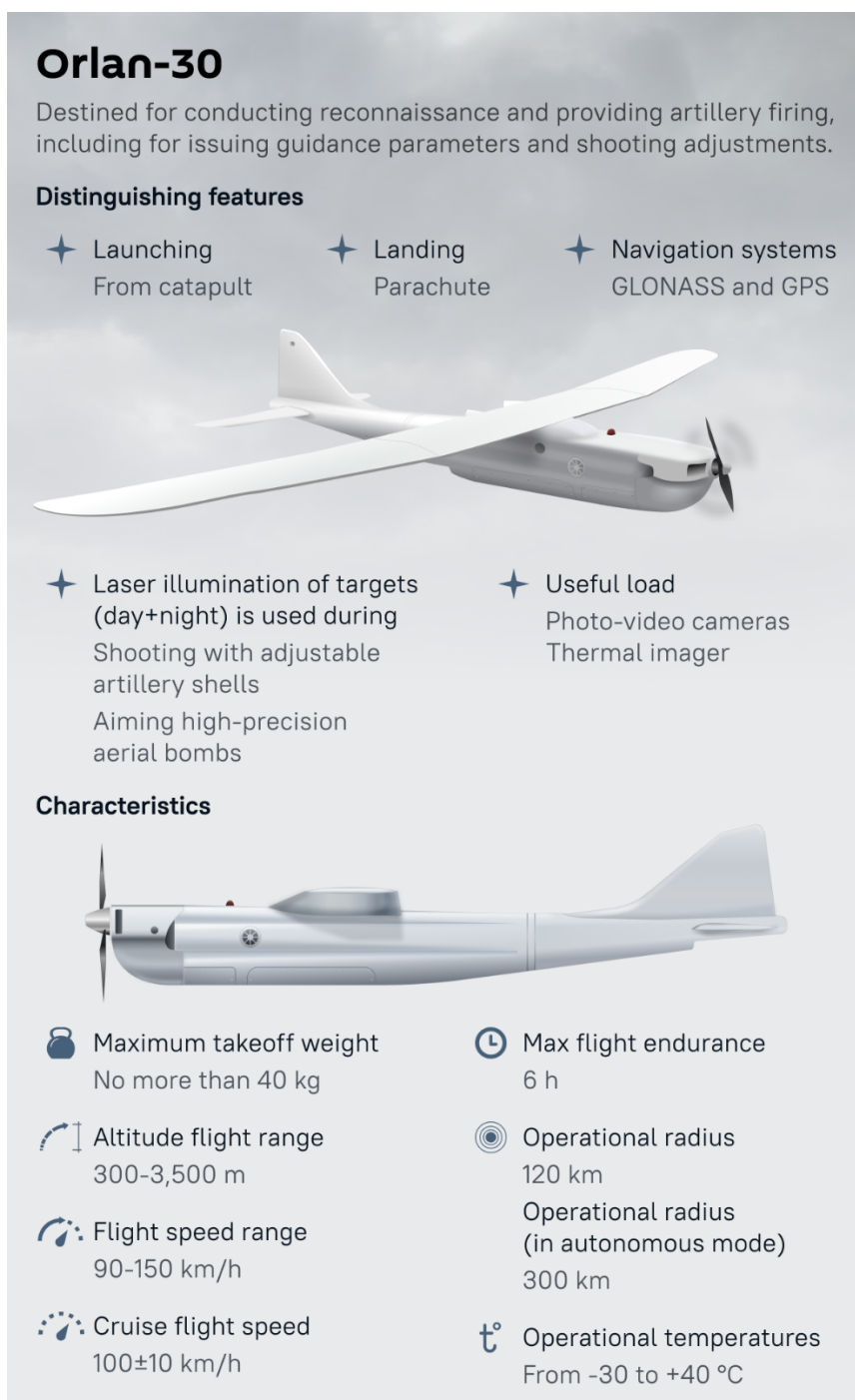


Figura 30 - Orlan-30 (Caracterização).

Fonte: <https://sputniknews.in/20230213/all-you-need-to-know-about-russian-drone-orlan-30-823022.html>



Figura 31 - Lancet-3 Loitering Munition.

Fonte:

https://www.armyrecognition.com/russia_russian_unmanned_aerial_ground_systems_uk/lancet-3_loitering_munition_kamikaze_drone_russia_data_fact_sheet.html

