

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS ESTRATÉGICOS
INTERNACIONAIS**

FABRÍCIO FLÔRES

**O OBUSEIRO AUTOPROPULSADO M109A5+BR NO BRASIL:
POSSÍVEIS IMPACTOS DOUTRINÁRIOS**

Porto Alegre

2020

FABRÍCIO FLÔRES

**O OBUSEIRO AUTOPROPULSADO M109A5+BR NO BRASIL:
POSSÍVEIS IMPACTOS DOUTRINÁRIOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Estudos Estratégicos Internacionais.

Orientador: Prof. Dr. José Miguel Quedi Martins

Porto Alegre

2020

CIP - Catalogação na Publicação

Flôres, Fabrício
O obuseiro autopropulsado M109A5+BR no Brasil :
possíveis impactos doutrinários / Fabrício Flôres. --
2020.
203 f.
Orientador: José Miguel Quedi Martins.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas,
Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos
Internacionais, Porto Alegre, BR-RS, 2020.

1. Artilharia. 2. Obuseiro. 3. Forças Armadas. 4.
Capacidades de combate. 5. Transformação militar. I.
Martins, José Miguel Quedi, orient. II. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FABRÍCIO FLÔRES

**O OBUSEIRO AUTOPROPULSADO M109A5+BR NO BRASIL:
POSSÍVEIS IMPACTOS DOUTRINÁRIOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Estudos Estratégicos Internacionais.

Aprovada em: Porto Alegre, 27 de dezembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Miguel Quedi Martins – Orientador
UFRGS

Profa Dra. Analúcia Danilevich Pereira
UFRGS

Prof. Dr. Érico Esteves Duarte
UFRGS

Prof. Dr. Edson José Neves Júnior
UFU

AGRADECIMENTOS

Cumpro agradecer, antes de mais nada, ao Senhor dos Exércitos, o Poder do Alto, que com sua luz iluminou meu ser, dando-me forças e esperança na aridez do caminho.

À minha querida mãe Yara, meu amado pai Perci e meus queridos avós, que me transmitiram a vida, o amor e os ensinamentos ao longo da existência. Minha dívida com vocês é impagável: que eu possa honrá-los com minha vida!

Ao Exército Brasileiro e à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, por depositarem em mim a confiança do Estado Brasileiro e me proporcionarem formação sólida voltada à cidadania e à defesa do interesse nacional.

Ao meu orientador, o Professor Dr. José Miguel Quedi Martins, pela paciência, dedicação e apoio irrestrito em um sem número de debates e orientações. Devo-lhe muito acerca do conhecimento adquirido, do cuidado com as palavras, como também da capacidade de análise e retórica que, embora modestos, para mim representam um ganho inestimável.

Ao Comando Militar do Sul, através do Núcleo de Estudos Estratégicos, na figura de todos os seus oficiais que viabilizaram o projeto de parceria com a Universidade e depositaram sua confiança neste oficial, em toda a trajetória vivenciada ao longo da pesquisa.

Ao Comando do 3º Batalhão de Suprimento, particularmente ao Cel. Jason e Cel. Farias, pela confiança, camaradagem e consideração. Aos colegas do 3º B Sup: TC Átila, TC J. Cesar, Maj Rui, Cap Bahia e a outros que souberam entender e me apoiar nos momentos mais sensíveis. Também aos colaboradores das diversas seções pelas quais passei ao longo desses dois anos. Vocês tornaram esta realização possível: “Aqui se trabalha forte!”

Aos amigos Bruno Magno e Júlio Spido pela contribuição com seus valiosos conhecimentos, dedicação e trabalho incessante, que muito contribuíram para realização deste trabalho. Aos amigos e colegas, Cel Gustavo, Ten Cel Ziza, Ten Cel Salles, Major Jean-Pier, Cap Arraes, Ten Paulo Ricardo e Sargento Igor, colegas de farda e de curso, que tanto auxiliaram no dia a dia da vida acadêmica para a conquista do objetivo final. Aos colegas, Augusto Teixeira, Valeska Ferrazza Monteiro, João Gabriel Burman da Costa, Ada Herz, Vinícius Lerina, Alexandre Piamolini, Guilherme Thudium, Laís Helena, pelo apoio sempre prestado para a construção da pesquisa.

Aos Professores, Érico Duarte, Édson Neves Júnior e Analúcia Danilevicz Pereira, por gentilmente se disporem a compor minha banca, avaliar meu trabalho e passarem suas importantes contribuições.

Por fim, a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, grato!

MA FORCE D'EN HAUT –

Lema do Brasão da Família de Emílio Luiz
Mallet, Patrono da Artilharia Brasileira.

“When asked which weapons they fear most, soldiers always put artillery at the top of the list. Artillery causes the most casualties and is the most unpredictable danger on the battlefield. Worst of all, you can't fight back. Even tanks can be shot at, but artillery is out of sight and always ready to deliver death and mutilation.” James F. Dunnigan – *Artillery: The Killer - How to Make a War* (2003)

RESUMO

Esta pesquisa procurou investigar possíveis impactos doutrinários da introdução do M109 A5+BR sobre a Doutrina Militar Terrestre. Para tanto, despendeu-se um esforço analítico desdobrado em três passos sucessivos e complementares. São eles: (1 – capítulo 2) uma brevíssima história da artilharia e sua relação de determinação recíproca sobre a tecnologia e capacidades produtivas; (2 – capítulo 2) uma também abreviada história sobre a artilharia autopropulsada, procurando-se ilustrar sua função estratégica por intermédio do nível operacional da guerra; (3 – capítulo 3) o advento da era digital e a conexão ao espaço como fatores de transformação militar e inovação disruptiva. Por fim, (4 – capítulo 4) conclui-se que as modificações no âmbito procedimental, técnico e tático, associadas a outros processos de capacitação no Exército Brasileiro, tendem a produzir uma alteração significativa na doutrina da Artilharia de Campanha que, possivelmente, se fará sentir também sobre a doutrina militar terrestre e de operações conjuntas.

Palavras-chave: Artilharia. Obuseiro. Transformação. Forças Armadas. Capacidades.

ABSTRACT

This paper sought to investigate possible doctrinal impacts of the introduction of the M109 A5 + BR on the Terrestrial Military Doctrine. To this end, an analytical effort was deployed in three successive and complementary steps. They are: (1 - chapter 2) a very brief history of artillery and its relationship of reciprocal determination on technology and productive capabilities; (2 - chapter 2) an equally abbreviated story about self-propelled artillery, seeking to illustrate its strategic function through the operational level of war; (3 - chapter 3) the advent of the digital age and the connection to space as factors of military transformation and disruptive innovation. Finally, (4 - chapter 4) it is concluded that the changes in the procedural, technical and tactical scope, associated with other training processes in the Brazilian Army, tend to produce a significant change in the Campaign Artillery Doctrine that, possibly, it will also affect the military doctrine of the land and of joint operations.

Keywords: Artillery. Howitzer. Transformation. Armed Forces. Repowering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Obuseiro Autopropulsado M109A5+BR	14
Figura 2 - Tubo M284 e Reparo M182	16
Figura 3 – Catapulta: exemplo de artilharia do Período da Neurobalística	29
Figura 4 – Armamento em forma de vaso - século XIV	30
Figura 5 – Bombarda turca usada contra as muralhas de Constantinopla	31
Figura 6 - Canhão de Gustavo Adolfo de 1642	34
Figura 7 – Canhão de Vallière	37
Figura 8 – Canhão fabricado pelo processo Jean Maritz	38
Figura 9 – Canhão com acessórios adaptados por Gribeauval	39
Figura 10 - T19 HMC 105 mm.....	50
Figura 11 - M7 HMC 105 mm – <i>Priest</i>	50
Figura 12 - M37 HMC 105mm e M41 HMC 155mm	51
Figura 13 - M52 105mm HSP e M44 155mm HSP.....	51
Figura 14 – Obuseiro M108 105mm e Obuseiro M109 155mm	53
Figura 15 - Obuseiro M109A1 155mm.....	56
Figura 16 - Obuseiro M109A3 155mm no Exército Brasileiro.....	57
Figura 17 – Veículo M981 FIST-V (<i>Fire Support Team Vehicle</i>	60
Figura 18 – Veículo M992 FAASV (<i>Field Artillery Ammunition Support Vehicle</i>	61
Figura 19 – Obuseiro M109A6 155mm <i>Paladin</i>	63
Figura 20 - Obuseiro M109A7 155mm PIM (<i>Paladin Integrated Management</i>).....	65
Figura 21 – Trajetória mergulhante com ângulos de tiro e alcance.....	75
Figura 22 – Goniômetro-bússola	76
Figura 23 – Trabalho da Central de Tiro.....	78
Figura 24 - Levantamento topográfico.....	79
Figura 25 – <i>Global Position System</i> – NAVSTAR.....	81
Figura 26 - Sistema de Posição e Pontaria <i>Atlas Gun Lying System</i>	82
Figura 27 – Computador analógico do radar de tiro <i>Superfledermaus</i>	87
Figura 28 – Cenário do monitor do radar digital SABER 60	88
Figura 29 – Aeronave AWACS E-3 <i>Sentry</i>	90
Figura 30 – A operacionalização do JTIDS	91
Figura 31 – JDAM (<i>Joint Direct Attack Munition</i>)	94
Figura 32 – Adaptação, Modernização e Transformação	106

Figura 33 – Tipologia das inovações tecnológicas no campo militar.....	109
Figura 34 – Organograma simplificado do Exército Brasileiro	120
Figura 35 – Viatura Blindada Carro de Combate Leopard 1A5.....	120
Figura 36 – Organograma das brigadas blindadas.....	121
Figura 37 – Viatura Blindada Obuseiro AP M109A5+BR	129
Figura 38 – Conjunto de equipamentos do M109A5+BR	130
Figura 39 – Sistema Gênesis V.....	131
Figura 40 – Possibilidades de fracionamento das baterias de obuses.....	134
Figura 41 – Região de Procura de Posição do Obuseiro M109A6 <i>Paladin</i>	135
Figura 42 - Sistemas eletrônicos da VBCOAP M109A5+BR	137
Figura 43 - A Doutrina Militar Terrestre	141
Figura 44 – Hierarquia das publicações doutrinárias.....	141

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Revoluções Tecnológicas e a Artilharia de Campanha	47
Quadro 2 - Relação Calibre - Cadência de Tiro - Entrega de explosivo.....	54
Quadro 3 – Dados evolutivos da família de obuseiros M109 (projeto norte-americano)	58
Quadro 4 – Comparação M109A5+BR e AMX.....	68
Quadro 5 - Comparação obus M108 com morteiro pesado M2	124
Quadro 6 – Comparação VBCOAP M109 A3 e M109A5.....	128
Quadro 7 - Diferença entre áreas dos obuses M109A3 e M109A5+BR.....	136
Quadro 8 – Possíveis impactos na Doutrina	138

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	CONTEXTO TEÓRICO: O REALISMO OFENSIVO E O REALISMO ESTRUTURAL	19
1.2	CONTEXTO HISTÓRICO: A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS AUTOPROPULSADOS NA ARTILHARIA	24
2	A ARTILHARIA: ASPECTOS HISTÓRICOS	28
2.1	SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA ARTILHARIA	28
2.1.1	A inovação do século XV: A Segunda Idade do Bronze	32
2.1.2	Inovações técnicas e táticas de Gustavo Adolfo e Frederico, O Grande.....	33
2.1.3	A inovação francesa do século XVIII.....	36
2.1.4	Inovações do século XIX: raiamento, retrocarga e Processo Bessemer.....	40
2.1.5	O alvorecer do século XX	42
2.2	A ARTILHARIA E O SISTEMA INTERNACIONAL: AS TRANSIÇÕES TECNOLÓGICAS COMO EIXO TEMÁTICO	44
2.3	A EVOLUÇÃO DA FAMÍLIA DE OBUSEIROS AP M108/M109	49
2.3.1	Os predecessores da Família de Obuseiros M109	49
2.3.2	Os obuseiros M108 e M109	52
2.3.3	A primeira evolução da Família M109: os obuseiros M109A1	55
2.3.4	Os modelos M109A2 e M109A3	56
2.3.5	Veículos de apoio aos obuseiros	58
2.3.6	Os modelos M109A4, M109A5 e M109A6	61
2.3.7	O Obuseiro M109A7 155mm PIM (<i>Paladin Integrated Management</i>).....	64
2.3.8	Projetando o futuro	65
2.4	A IMPORTÂNCIA DA ARTILHARIA DE CAMPANHA NO CONTEXTO ATUAL	66
2.5	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	69
3	A ARTILHARIA INTEGRADA À REDE	71
3.1	O PRENÚNCIO DO USO DE PLATAFORMAS AÉREAS PARA ATIVIDADES DE RECONHECIMENTO, VIGILÂNCIA E INTELIGÊNCIA	71
3.1.1	A observação aérea a partir de aeronaves	73
3.2	OS SUBSISTEMAS DA ARTILHARIA DE CAMPANHA	73
3.2.1	O levantamento topográfico com uso do <i>Global Position System</i> (GPS).....	80

3.3	A ERA DIGITAL.....	82
3.3.1	O uso de radares para fins militares.....	84
3.3.2	O conceito AWACS.....	88
3.3.3	O JTIDS e a integração da rede.....	90
3.3.4	O JSTARS e a ampliação da rede.....	92
3.3.5	O <i>Joint Direct Attack Munition (JDAM)</i>	92
3.3.6	Aplicação da digitalização nos combates recentes.....	95
3.3.7	Ensinamentos das operações para o apoio de fogo terrestre.....	96
3.4	TRANSFORMAÇÃO E INOVAÇÃO DISRUPTIVA.....	98
3.4.1	Antecedentes da Transformação Militar.....	98
3.4.2	A Transformação Militar nos EUA.....	103
3.4.3	O conceito de Jaime Covarrubias sobre Transformação Militar.....	105
3.4.4	Inovação Disruptiva.....	108
3.5	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	111
4	AS BRIGADAS BLINDADAS E O OBUSEIRO M109 A5+BR.....	115
4.1	O PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO NO EXÉRCITO BRASILEIRO.....	115
4.2	AS BRIGADAS BLINDADAS DO EXÉRCITO BRASILEIRO.....	119
4.2.1	Os Grupos de Artilharia de Campanha Autopropulsados (GAC AP).....	122
4.2.2	O Obuseiro M109A5+BR: Processo de aquisição e modernização.....	124
4.3	AS CARACTERÍSTICAS DO OBUSEIRO M109A5+BR.....	127
4.4	VANTAGENS ADVINDAS DO EMPREGO DO OBUSEIRO M109A5+BR.	132
4.5	IMPLICAÇÕES PARA O EMPREGO DA ARTILHARIA.....	133
4.5.1	A Viabilidade das alterações.....	139
4.6	MUDANÇAS DOUTRINÁRIAS.....	140
4.7	O CARÁTER DAS INOVAÇÕES.....	142
4.8	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO.....	143
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	147
	REFERÊNCIAS.....	153
	APÊNDICE A - A ARTILHARIA NA FORÇA TERRESTRE.....	164

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho de pesquisa procura realizar uma análise, a fim de constatar em que medida a introdução e o emprego do obuseiro¹ autopropulsado² M109A5+BR³ impactarão nas técnicas, táticas e procedimentos da Artilharia de Campanha⁴ do Exército Brasileiro e como esse processo poderá conduzir a Força Terrestre (F Ter) à transformação requerida pela Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2016d, p. 27), acarretando, com isso, um efeito dissuasório de âmbito regional ou mesmo global.

Em 2008, o Governo Federal, por intermédio do Ministério da Defesa (MD), estabeleceu pela primeira vez a Estratégia Nacional de Defesa (END) (BRASIL, 2008b), que orientou todos os segmentos do Estado Brasileiro quanto às medidas a serem implementadas para atingir os Objetivos Nacionais de Defesa estabelecidos pela Política Nacional de Defesa (BRASIL, 2016f, p. 12-13). Dentre essas medidas, o MD estabeleceu a necessidade premente de uma profunda reestruturação das Forças Armadas.

A partir de então, o Exército Brasileiro, apresentou como resposta a essa necessidade de reestruturação, a Estratégia Braço Forte (EBF/2009), que consiste em um planejamento de articulação e equipamento, seguindo as condicionantes da END.

No âmbito da Artilharia de Campanha, buscava-se uma resposta face à defasagem do equipamento de artilharia de campanha, particularmente de seus obuses 5, os quais encontravam-se aquém das reais necessidades de apoio de fogo da Força Terrestre.

Dentro desse contexto, em 2013, a Diretoria de Material assinou com a empresa *BAE Systems* uma declaração de trabalho (*Statement of Work*). Posteriormente foi assinado um contrato de exportação, incluindo a repotencialização de trinta e seis obuseiros

¹ **Obuseiro** é um tipo de armamento de artilharia que se caracteriza por disparar projéteis explosivos em trajetórias curvas - mergulhantes ou verticais - podendo, eventualmente, realizar tiro direto, embora essa não seja sua principal aplicação. Explicação mais detalhada pode ser verificada no Apêndice A.

² **Autopropulsado** é um “armamento de artilharia, normalmente blindado, montado permanentemente sobre reparo capaz de movimentar-se pelos próprios meios.” (BRASIL, 2018a).

³ **M109A5+BR**: nomenclatura de inventário para designar uma das diversas versões do veículo blindado de artilharia M-109, na qual “M” refere-se a modelo, “109” designa o número do modelo, “A5” refere-se à versão (que deu início com o modelo M109 e evoluiu para o M109A1 até o M109A7), “+” sugere capacidades aumentadas em relação ao modelo referido (M109A5), e “BR” designa um pacote de compra específico para o Brasil. Sobre a evolução da Família de Blindados M-109 dentro das versões específicas tratar-se-á com maior detalhamento na seção 2.3.

⁴ **Artilharia de Campanha** é a principal Arma e meio de apoio de fogo da Força Terrestre, que tem por missão apoiar as Armas-Base (Infantaria e Cavalaria) pelo fogo, destruindo ou neutralizando os alvos que ameacem o êxito das operações. (BRASIL, 2014a, p. 6-3). Explicação mais detalhada pode ser verificada no Apêndice A.

M109A5. Este visava dotar tais obuseiros com os mesmos sistemas e mecanismos presentes no modelo M109A6 *Paladin*, atualmente empregado pelo Exército dos Estados Unidos.

Figura 1 – Obuseiro Autopropulsado M109A5+BR



Fonte: Comissão de Fiscalização da Manutenção do Material M109A5+ BR (2017).

O contrato assinado prevê a instalação de uma série de sistemas eletrônicos, tais como um sistema de comunicações digitais, computadores de tiro embarcados, sistema de navegação inercial, sistema de carregamento automático de munição, dentre outros. Essas implementações possibilitarão a aplicação de novas funcionalidades, dentre as quais as capacidades de atirar e sair de posição de forma imediata (*Shoot and Scoot*), a possibilidade de ocupar posições com grande dispersão entre as peças, maior flexibilidade e rapidez no cumprimento das missões de apoio de fogo, além do aumento considerável no alcance do tiro.

Forma-se, assim, a concepção do mais novo meio de apoio de fogo, que dotará, a partir de 2019, os grupos de artilharia de campanha (GAC)⁵ orgânicos das brigadas blindadas⁶ (Bda Bld): o Obuseiro Autopropulsado M109A5+BR.

Esses Grupos são atualmente dotados do obuseiro M108, de calibre⁷ 105mm, considerado obsoleto tanto por seu alcance, quanto pela insuficiência em poder de fogo.

Não é objeto desse estudo a implementação dos obuseiros M109A5 adquiridos recentemente para substituir os obuseiros M109A3 que atualmente são empregados nos GAC orgânicos das Artilharias Divisionárias (AD) – nível de comando de Artilharia responsável pelo apoio de fogo às Divisões de Exército⁸. Conforme se verá com mais detalhes tanto no Capítulo 2, que trata da evolução da Família de Blindados M109, quanto no Capítulo 4, que trata especificamente do M109A5+BR, o M109A5 difere do M109A5+BR, basicamente, pelos sistemas eletrônicos instalados na versão “+BR”, que agregam a este mais e melhores funcionalidades. Ambas as versões terão em comum, no entanto, o Tubo M283⁹ e o Reparo M182¹⁰, os quais, montados em conjunto sobre a torre do blindado, proporcionam um ganho em alcance, na trajetória de tiro, da ordem de 30%, em relação aos M109A3, atualmente em uso no Brasil.

⁵ **O Grupo de Artilharia de Campanha (GAC)** é o nome dado às Organizações Militares (OM) nível batalhão de Artilharia de Campanha, no âmbito do EB. Constitui-se na unidade básica com a estrutura mínima que possibilita a realização do tiro indireto de artilharia.

⁶ **A Brigada**, dentro da estrutura organizacional do Exército, é a fração de tropa que constitui a Grande Unidade (GU), a qual constitui o módulo básico de emprego da Força Terrestre, por possuir elementos de combate, comando e controle e de logística, indispensáveis às operações (BRASIL, 2014a, p. 6-6). As ações das brigadas ocorrem, na maior parte das vezes, dentro do planejamento de nível tático das operações.

⁷ **Calibre** é o valor em milímetros do diâmetro do tubo. A importância dessa medida se dá pela influência direta sobre vários aspectos referentes à munição a ser utilizada, tais como letalidade, alcance e cadência de tiro.

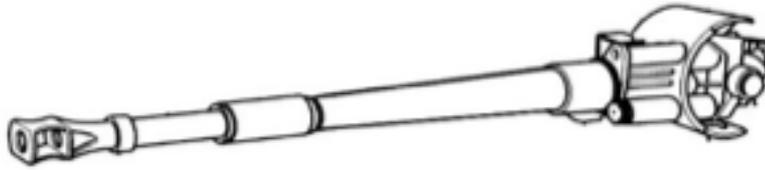
⁸ Sobre especificações acerca das AD e DE, estas são apresentadas com mais detalhes no Apêndice A.

⁹ **Tubo** consiste na parte cilíndrica do armamento que contém basicamente uma parte lisa anterior – a câmara – e uma parte raiada posterior – a alma – por onde o projétil é disparado. Para fins desse estudo, difere de “canhão” por entender que este se trata de um outro tipo de armamento, cuja finalidade seja predominantemente para tiro de trajetória tensa ou direta.

¹⁰ **Reparo** consiste no conjunto de mecanismos que dão sustentação ao tubo, dentre os quais podem ser citados: berço, equilibrador de molas, mecanismo de recuo e mecanismo de volta em bateria.

Figura 2 – Tubo M284 e Reparo M182

**Tubo
M284**



Reparo M182

Fonte: US (1981).

Este estudo tem a pretensa originalidade de buscar antecipar a introdução de um sistema de armas, bem como colaborar com a readequação da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro.

A delimitação do tema foi feita por critérios funcionais e analíticos pelas razões que seguem:

- a) trata-se da análise de um único sistema operacional (a Artilharia de Campanha - principal meio de apoio de fogo terrestre), não obstante, suas potenciais alterações eventualmente incidirem sobre a doutrina de emprego dos demais sistemas;
- b) trata-se de examinar um único sistema de armas (o obuseiro autopropulsado M109A5+BR constitui um sistema de armas), que está sendo confeccionado pela empresa *BAE Systems* apenas para os grupos de artilharia de campanha das brigadas blindadas do Exército Brasileiro;
- c) no termos da Doutrina Militar de Defesa, a presente pesquisa está mais voltada para o escopo da preparação para um eventual quadro de Guerra Regular - conflito armado entre Estados ou coligações de Estados no qual as operações são executadas, predominantemente, por forças regulares - e, dentro deste, mais especificamente enquadrado, no âmbito da Guerra Convencional – conflito armado realizado dentro dos padrões clássicos e com o emprego de armas convencionais – ou seja, não nuclear. (BRASIL, 2007, p.24).

A respeito da delimitação contida na letra c) acima, cabe considerar que sob a nova Doutrina Militar Terrestre (DMT), os meios da F Ter devem estar aptos a serem empregados em operações no amplo espectro. Sobre o que seja amplo espectro, trata a DMT:

É o conceito operativo do Exército que interpreta a atuação de elementos da F Ter para obter e manter resultados decisivos nas operações, mediante a combinação de Operações Ofensivas Defensivas, de Pacificação e de Apoio a Órgãos Governamentais, simultânea ou sucessivamente, prevenindo ameaças, gerenciando crises e solucionando conflitos armados, em situações de Guerra e Não Guerra (BRASIL, 2014a, p. 4-4).

Dessa forma, a inserção de um novo meio de combate, como o Obuseiro Autopropulsado M109A5+BR, embora mais vocacionado para a guerra regular convencional, também poderá ser empregado em outros contextos hipotéticos de conflitos armados, inclusive num quadro de guerra nuclear ou irregular.

Para fins deste estudo, o termo “doutrina” incidirá sobre a concepção de Doutrina Militar Terrestre, considerando tratar-se do

Conjunto de valores, fundamentos, conceitos, concepções, táticas, técnicas, normas e procedimentos da Força Terrestre, estabelecido com a finalidade de orientar a Força no preparo de seus meios, considerando o modo de emprego mais provável, em operações terrestre e conjuntas. A Doutrina Militar Terrestre estabelece um enquadramento comum para ser empregado por seus quadros como referência na solução de problemas militares. (BRASIL, 2018a, p.125)

A partir da introdução desse novo produto de defesa, a Força Terrestre se deparará com o seguinte problema: dada a complexidade dos sistemas e componentes do obuseiro M109A5+BR que o dotam com capacidades antes inexistentes na Artilharia do Exército Brasileiro, qual o impacto que seu emprego poderá trazer à doutrina atual de emprego da Artilharia de Campanha no Exército Brasileiro?

Tendo em vista facilitar a resposta à pergunta de pesquisa, foram formuladas as seguintes perguntas específicas, às quais se buscará responder no decorrer do trabalho:

- a) no que consiste o Sistema M109A5+BR?;
- b) ocorrerá inovação disruptiva¹¹ - teoria que avalia parâmetros para uma força armada aplicar uma inovação de modo a causar a mudança estrutural necessária para se atingir um paradigma de eficiência, diante de um novo panorama mundial - no emprego da Artilharia de Campanha com base na doutrina atual?;
- c) quais os impactos do emprego desse novo meio de apoio de fogo para a Artilharia e para a Força Terrestre?

¹¹ **Inovação Disruptiva:** Terry C. Pierce (2004) estabelece a teoria da inovação disruptiva, conforme se verá mais detalhadamente na seção 3.

A fim de responder às perguntas acima elencadas e de atender ao objetivo geral da pesquisa de identificar os possíveis impactos doutrinários decorrentes da introdução do obuseiro autopropulsado M109A5+BR no Exército Brasileiro, foram elaborados os seguintes objetivos específicos:

- a) realizar um estudo cronológico acerca dos impactos que implementaram inovação no emprego da artilharia;
- b) analisar os parâmetros que induzem uma inovação a trazer disrupção à Força;
- c) analisar os sistemas e capacidades do obuseiro M109A5+BR;
- d) descrever em que medida o emprego da nova plataforma poderá trazer mudanças ao emprego da Artilharia.

A partir do problema de pesquisa, procura-se defender a hipótese de que a introdução do obuseiro M109A5+BR implicará alteração doutrinária, no âmbito do emprego dos grupos de artilharia de campanha orgânicos das brigadas blindadas, no sentido já previsto pelo Estado-Maior do Exército (EME) na direção do aprofundamento da combinação de armas, mas também suscitando a possibilidade de operações conjuntas entre as Forças; em consequência, as modificações advindas da adoção do M109A5+BR consistir-se-iam em inovação disruptiva, pela alteração radical das técnicas, táticas e procedimentos e, conseqüentemente, da atual doutrina de emprego.

O presente estudo foi realizado, quanto aos objetivos, a partir de uma abordagem descritiva. Para a realização da pesquisa, foram utilizados, basicamente, três procedimentos: o primeiro, mediante pesquisa bibliográfica, objetivou encontrar trabalhos teóricos publicados e recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema de pesquisa (FONSECA, 2002, p. 32); o segundo consistiu de uma pesquisa documental, por intermédio de documentos oficiais expedidos pelo Ministério da Defesa e Estado-Maior do Exército; o terceiro foi uma pesquisa de campo, uma vez que foram visitados locais onde se encontravam exemplares do obuseiro M109A5+BR e foram entrevistados técnicos que tiveram contato com o material, no 5º Grupo de Artilharia de Campanha Autopropulsado e no Parque Regional de Manutenção da 5ª Região Militar, ambos localizados na cidade de Curitiba-PR.

As fontes de pesquisa deste estudo foram constituídas a partir de material já publicado, composto, principalmente, de livros, revistas, artigos, dissertações, teses e relatórios, obtidos através de endereços eletrônicos especializados e entidades de pesquisas governamentais.

Quanto à natureza, esta pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa básica, pois não há o compromisso com uma aplicação prática imediata (CASARIN; CASARIN, 2012, p. 30), ainda que os conhecimentos obtidos à conclusão possam, eventualmente, servir de subsídio para a alteração da doutrina na Força Terrestre, em particular nas técnicas, táticas e procedimentos da Artilharia de Campanha, no âmbito dos grupos de artilharia de campanha das brigadas blindadas.

Na pesquisa, optou-se por utilizar o método de abordagem descritivo, por se tratar de uma pesquisa predominantemente qualitativa, haja vista a multiplicidade de correntes que tentam apresentar soluções ao problema proposto, qual seja, o da transformação, modernização ou adaptação das forças armadas, decorrente de diferentes percepções de avaliação de ameaças. No entanto, uma linguagem quantitativa também será utilizada com o objetivo de complementar a anterior, uma vez que há determinados aspectos mensuráveis como cadência de tiro e letalidade, a serem considerados, os quais podem auxiliar na elucidação dos objetivos de pesquisa.

1.1 CONTEXTO TEÓRICO: O REALISMO OFENSIVO E O REALISMO ESTRUTURAL

A presente pesquisa encontra guarida no escopo de autores neorrealistas, como Kenneth Waltz e John Mearsheimer, sobretudo no chamado Realismo Estrutural, o qual baseia a inserção internacional no incremento de capacidades.

Quanto ao domínio, a guerra pode se dar em terra, ar ou mar e mesmo no espaço. Mearsheimer (2001, p. 93-141), em seu Realismo Ofensivo, defende o primado do poderio terrestre sobre os demais, em que pese a influência decisiva que forças aéreas e navais – poder-se-ia acrescentar, espaciais – possuem sobre o teatro de operações. Ao explicitamente contestar autores que, como Alfred Mahan e Giulio Douhet atestam a supremacia dos poderes navais e aéreos, respectivamente, Mearsheimer assegura que o poder militar terrestre é o instrumento decisivo nas guerras e, portanto, elemento fundamental de poder na política internacional. Isto ocorre, conforme o autor, uma vez que os exércitos constituem o principal instrumento militar para a conquista e domínio de território, objetivo político supremo em um mundo de estados territoriais (MEARSHEIMER, 2001, p. 95-97).

Para exercitá-lo, a Força Terrestre desenvolve seu adestramento mediante a combinação de manobra de tropas com fogos de múltiplas naturezas e, para tanto, lança mão de três principais elementos de combate: as armas de Infantaria e Cavalaria - mais vocacionadas à manobra - e a arma de Artilharia - responsável pelo apoio de fogo, quer seja contra alvos em terra (Artilharia de Campanha), quer seja contra alvos aéreos (Artilharia Antiaérea). O objeto desta dissertação relaciona-se à Artilharia de Campanha, mais especificamente à artilharia de tubo, que constitui o apoio de fogo orgânico das brigadas de blindadas. Os sistemas de mísseis e foguetes, embora façam parte da Artilharia de Campanha, não constituem objeto deste estudo; esses sistemas são destinados ao apoio de fogo adicional com que pode contar uma Força Terrestre Componente, com vistas ao aprofundamento do combate.¹²

Se Mearsheimer defende o primado do poderio terrestre, destacando a importância das unidades de combate terrestres convencionais dentro do Realismo Ofensivo, é a corrente estrutural de Waltz que estabelece a possibilidade de, por intermédio do incremento de capacidades militares, alterar a inserção internacional do Brasil.

Em verdade, para Waltz, o termo capacidades, embora não explicitamente definido, se dá mais dentro da compreensão de que o Estado deve gerir recursos que lhe permitam estar em condições de influenciar outros Estados no plano da “estrutura do sistema político internacional” (WALTZ, 2004, p. XI).

Segundo Waltz, o termo estrutura diz respeito ao conjunto das condições que constroem, limitam e influenciam o comportamento dos Estados, sendo que aquela afeta o comportamento desses mediante dois mecanismos: a socialização e a competição.

A estrutura, por sua vez, é baseada em três pilares: seu princípio ordenador; as especificações das funções que cada parte ou Estado desempenha e a distribuição das capacidades entre os Estados. O princípio ordenador ficaria restrito à anarquia, uma vez que o autor descarta a possibilidade da existência de qualquer autoridade sistêmica global, que caracterizaria a hierarquia internacional.

Caso houvesse uma hierarquia, os Estados poderiam assumir distintas funções, o que não ocorre na prática, pois o sistema político internacional é descentralizado e

¹² Maior embasamento sobre aspectos conceituais da Artilharia de Campanha e da Força Terrestre Componente podem ser vistos no Apêndice A.

anárquico, cabendo a cada parte da estrutura, os Estados, a função de sobrevivência num ambiente de competição, guiado pelo princípio da autoajuda.

Em última análise, segundo o autor, apenas o terceiro elemento pode ser alterado – o das capacidades - e por intermédio desse, haveria a possibilidade de se modificar a disposição ou precedência entre as partes na estrutura do Sistema Internacional.

Eis a questão paradoxal no tocante ao Neorealismo Estrutural, pois esse admite um posicionamento, isto é, uma espécie de ranqueamento no Sistema Internacional, muito embora exclua a possibilidade do estabelecimento de uma hierarquia ou soberania a nível global.

Dessa forma, à semelhança do Estado de Natureza de Hobbes, Waltz descreve a natureza, sublevada ao nível do sistema internacional, como sendo um ambiente sem leis expressas, portanto anárquico, no qual prevalece a influência mútua entre as partes, os Estados.

Essa transição de níveis reflete o que Waltz denominou “imagens”. Segundo o autor, o termo imagem permitiria uma compreensão mais ampla da política internacional, o que permitiria focar em uma delas, sem que, simultaneamente, se deixasse de perceber alguns elementos das demais. Assim, a primeira imagem se refere ao indivíduo; a segunda imagem faria menção ao Estado e seus mecanismos internos e a terceira imagem faria referência à estrutura do sistema político internacional. Para ilustrar, pode-se, à luz da analogia estabelecida, perceber o fenômeno da guerra sob a ótica das três imagens: a natureza humana, assim como em Maquiavel, é percebida por Waltz, por suas más inclinações, que é considerada a causa primeira dos conflitos armados; o Estado, enquanto unidade e organização política, seria o agente promovedor da guerra; e a Estrutura seria o ambiente que, por vezes mais competitivo, por vezes mais cooperativo, estimularia a eclosão das guerras, que atuariam como mecanismos de reequilíbrio do sistema. Esse ambiente seria caracterizado pela influência e competição entre as partes (Estados): os mecanismos de socialização e competição anteriormente citados.

Segundo a ótica de Waltz (2004, p. XIII, grifo nosso), portanto,

[...] conflito reside menos na natureza dos seres humanos ou dos Estados do que na natureza da atividade social. O conflito é um subproduto da competição e de esforços de cooperação, em que se espera que o conflito ocorra, os Estados têm de se preocupar com os **meios necessários para se manter e se proteger**.

Ao mencionar “os meios necessários para se manter e se proteger”, pressupõe-se que, face ao caráter competitivo do ambiente internacional, os Estados devem obter tanto os meios necessários à subsistência, como também as capacidades militares, no plano estratégico - operacional e as capacidades de combate, no plano tático.

As capacidades militares e as capacidades de combate constituem as capacidades coercitivas do Estado que, conforme Silva e Martins (2014), estão diretamente relacionadas com suas capacidades produtivas, consistindo em uma das funções dos exércitos nacionais, qual seja, o incentivo à indústria nacional, um dos processos correlatos à construção dos Estados.

Segundo os autores, a interconexão entre capacidade coercitiva e capacidade produtiva constitui um ciclo que se retroalimenta, pois

[...] o desenvolvimento tecnológico vinculado à utilização militar (necessidades impostas pela competição da guerra) sempre estiveram na vanguarda das transformações tecnológicas que levaram ao desenvolvimento das capacidades produtivas. (SILVA; MARTINS, 2014, p. 142).

William McNeill (2014, p. 284) traz um típico exemplo desse potencial transformativo da máquina de guerra estatal, ao propor que o Processo Bessemer, que permitiu a produção do aço em grande escala, foi originado pelas necessidades advindas da fabricação de canhões com maior alcance, a partir das constatações da Guerra da Crimeia (ALVES, 1959, p. 148). O domínio dessa nova tecnologia de produção foi aproveitado e, posteriormente, ampliado na indústria civil pela metalurgia, na industrialização de diversos produtos.

De forma semelhante, espera-se que o processo de aquisição do M109A5+BR crie incentivos à indústria nacional, impulsionando a IMBEL¹³ no desenvolvimento da integração dos sistemas, conforme se verá na seção 4. Dessa forma, o aumento da capacidade coercitiva do Estado poderá alavancar a capacidade produtiva, fomentando um círculo virtuoso cuja resultante será a capacidade estatal mais ampla citada por Waltz.

¹³ A IMBEL (Indústria de Material Bélico do Brasil) é uma empresa pública, com personalidade jurídica de direito privado, vinculada ao Ministério da Defesa por intermédio do Comando do Exército, responsável por fabricar e comercializar produtos de defesa e segurança, tais como fuzis, pistolas e carabinas; munições de artilharia, morteiros e carros de combate; pólvora, explosivos e acessórios; equipamentos de comunicação e eletrônica, dentre outros.

É sobre as capacidades coercitivas que trata o Brigadeiro Covarrubias em seu estudo sobre os Três Pilares da Transformação Militar, o qual conclui por estabelecer as condicionantes para o real processo de transformação das forças armadas.

Segundo Covarrubias (2007, p. 21), as capacidades coercitivas – militares e de combate - devem ser entendidas como os instrumentos ou meios que as forças armadas possuem para cumprir suas missões. Em outras palavras, essas capacidades são definidas como a “aptidão” que as Forças Armadas têm para cumprir suas missões, as quais são extraídas dos recursos disponíveis em outras expressões do poder nacional. Numa análise mais apurada,

As capacidades são retiradas dos recursos e instrumentos do poder nacional que encontramos no nível ou dimensão política. Portanto, no nível ou dimensão estratégica, aparecem pela primeira vez com o nome de capacidades, que neste último constituem-se em algo como uma “caixa de ferramentas”, ou seja, um conjunto de instrumentos que nos permitiria satisfazer o conceito estratégico do modelo escolhido. As capacidades no nível estratégico são “potenciais”, desde que destinadas a uma missão. Isso significa que “permitem” ter aptidão a missões de determinadas características, como por exemplo, se a escolha de dissuadir terá que ter material com características ofensivas. Nos níveis operacional (já que somente alguns países o possuem) e tático se convertem em capacidades quando são coerentes com as características da missão. Uma capacidade potencial somente será uma capacidade real à medida que seja capaz de cumprir uma determinada missão. (COVARRUBIAS, 2007, p. 21).

O conceito desenvolvido por Covarrubias inspirou a formulação do Processo de Transformação do Exército Brasileiro (BRASIL, 2010) em resposta à Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2008b), o qual modificou a doutrina militar estabelecendo a nova Doutrina Militar Terrestre, baseada em capacidades.

Conforme estabelece a Doutrina Militar Terrestre – um desdobramento da Doutrina Militar de Defesa para o âmbito do EB –, “capacidade é a aptidão requerida de uma força ou organização militar, para que possa cumprir determinada missão ou tarefa” (BRASIL, 2014a, p. 3-3). De acordo com o mesmo documento, a capacidade é um somatório de sete fatores:

- a) doutrina;
- b) organização;
- c) adestramento;
- d) material;
- e) educação;

- f) pessoal;
- g) infraestrutura.

Como se pode observar, no exposto, a doutrina, assim como o material, são partes inerentes da definição de capacidade. Assim, parece razoável supor que uma determinada alteração de material sem a correspondente alteração doutrinária pode incidir negativamente sobre os demais fatores, notadamente a organização, o adestramento, a educação, e mesmo a infraestrutura e o pessoal.

Portanto, conforme será visto no decorrer deste trabalho, a aquisição e o emprego do Obuseiro AP M109A5+BR, deverão dotar a Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro de novas capacidades de combate, o que demandará uma reestruturação dos sete fatores acima mencionados. Caso o incentivo à indústria nacional obtenha o efeito esperado, poderá ainda ser fomentada a capacidade produtiva que, em conjunto com a anterior, tem o potencial de aumentar a influência internacional do Brasil, melhorando a posição do país no Sistema Internacional.

1.2 CONTEXTO HISTÓRICO: A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS AUTOPROPULSADOS NA ARTILHARIA

Importa proceder-se a um brevíssimo histórico que dê conta do surgimento do sistema, para poder dimensionar seu papel no âmbito do material e sucessivamente em relação às demais capacidades. Os obuseiros autopropulsados surgiram logo após a I Guerra Mundial, fortemente influenciados pela experiência daquela, onde o campo de batalha frequentemente via-se reduzido a um lamaçal, dificultando a transposição do terreno por parte de pessoas ou viaturas. Assim, o pioneirismo de desenvolver um obuseiro AP (220 mm) montado sobre o chassi de um tanque coube aos franceses da St. Chamond (KINARD, 2007, p. 255). Contudo, o principal responsável pela difusão de obuseiros AP acabou mesmo por ser o estadunidense Walter Christie que, em virtude de sua soberba suspensão – que permitia que o mesmo carro fizesse uso de lagartas ou rodas –, fez extremo sucesso, adaptando a obuseiros 155 mm. Apesar de ter tido pouco êxito em casa, foi extensivamente utilizado e bem recebido tanto por britânicos quanto por soviéticos.

Contudo, desde logo distinguiram-se duas abordagens opostas no emprego de AP:

- a) a estadunidense e britânica, que os concebiam para emprego de peça de fogo indireto em apoio à infantaria ou cavalaria;
- b) a dos soviéticos e alemães, que concebiam o AP como arma de assalto, que deveria acompanhar os tanques, dotada de arma de fogo direto.

Sedimentava-se, assim, a diferença entre obuseiros autopropulsados, que resultariam nos atuais AP, e os canhões de assalto (KINARD, 2014, p. 291).

O resultado prático foi que a URSS, que compartilhou com a Alemanha o pioneirismo no emprego de grandes unidades blindadas, acabou ficando para trás de estadunidenses e britânicos no apoio indireto de fogo autopropulsado, capaz de acompanhar tanques e veículos blindados de infantaria. O resultado se fez sentir durante a Guerra Fria, quando os soviéticos constataram que não poderiam vencer no Front Central da OTAN sem o emprego de armas nucleares. E, em contrapartida, os estadunidenses tinham razões para crer – em função de sua artilharia convencional – que podiam impedir, com meios convencionais, uma vitória soviética na Europa (MEARSHEIMER, 1982, p. 33-36).

Naturalmente, a artilharia não foi o único fator: a superioridade ocidental em termos de microeletrônica foi outro elemento fundamental. E, entre seus aplicativos, o computador ocupou um lugar de destaque. Embora ele fosse embarcado em aeronaves, tanques e AP, a influência de sua presença não se distribuiu de forma igual. Como destaca James Dunnigan, a digitalização beneficiou sobremaneira a artilharia e, em particular, a de tubo (caso do M109). Afinal, as conexões com sistemas de posicionamento global permitiram à artilharia superar sua principal dificuldade: estabelecer seu próprio posicionamento na Zona de Combate. O processo que antes demorava horas (recebimento da missão, retirada dos obuseiros da estrada quando em movimento, processo de localização com precisão para, só então calcular e, por fim, realizar a missão de tiro), agora passava a levar minutos, graças à rápida localização por GPS (DUNNIGAN, 1996, p. 51).

Do mesmo modo, a guerra em rede interligou a batalha em ar e terra, através do *Joint Tactical Integrated Distribution System* (JTIDS). E, mais uma vez, a principal cliente foi a artilharia de tubo, dada a variedade e versatilidade de suas munições (DUNNIGAN, 2003, p.167).

O Pós-Guerra Fria colocou em evidência as assimetrias. Se por um lado a Guerra Irregular Complexa nitidamente ganhou terreno, por outro, as capacidades tecnológicas, sobretudo as ligadas ao controle de tiro, posicionamento e guiagem de projéteis tornaram-se

ainda mais relevantes. Afinal, diferentemente das marinhas ou forças aéreas, que exigem vultuosos investimentos de capital e generosas porções de orçamento, a artilharia acaba fazendo o mesmo a um custo incomensuravelmente menor. Talvez, justamente por isso, seja alcunhada como “força aérea dos pobres”. Contudo, há uma dose de exagero nessa expressão, devendo-se salientar que os realmente despossuídos não têm condições de extrair os benefícios da artilharia ligados à comunicação e ao emprego de munições. Assim, talvez o mais correto fosse dizer que são os países da semiperiferia – caso do Brasil – os que estão em melhor posição para obter os benefícios que esse sistema de armas pode oferecer. O que nos leva, mais uma vez, ao M109A5+BR e seus impactos nas capacidades, sobretudo no que tange à doutrina.

O Obuseiro Autopropulsado (AP) M109A5 oferece um aumento sensível no poder de fogo, que pode ser obtido tanto a partir da aquisição de uma viatura nova, quanto da atualização de uma versão anteriormente em uso. Isto vale para as versões mais antigas do M109 e, com maior propriedade, para subversões do A5. Este é o caso do contrato brasileiro com a BAE Systems, que está atualizando seus A5 para o padrão A5+BR, o qual possui um desempenho equivalente ao A6 *Paladin*, a uma fração de seu custo. O M109A5 é facilmente personalizável para requisitos específicos da missão, incluindo o aumento de capacidade no armazenamento de munições e sua facilidade no manuseio. É dotado de sistemas de navegação e posicionamento, além de sistema automatizado de controle de disparo e comunicação (MESQUITA; EBLING, 2015).

O M109A5 é dotado do canhão M284 (o mesmo do A6 *Paladin*) e do reparo de munições M182 (“berço”), que permitem o aumento do raio de alcance do obuseiro em até 25% em relação às versões anteriores do M109 – o Brasil utilizava a versão M-109A3 (IISS, 2017). O berço do A5 (M182) transporta até 36 rodadas completas – propelente e projétil – de munição, com alcance de 22 km e com a possibilidade atingir até 30 km no caso de disparo assistido com foguete. O M109A5 dispara todas as munições padrão OTAN em 155mm. Ele possui receptáculo para suporte elétrico de fonte externa, o que permite ao M-109A5 ser acoplado à Viatura Remuniadora M992 – (*Field Artillery Ammunition Support Vehicle* - FAASV) – com isso pode ter seu estoque de munição repostado automaticamente em poucos minutos o que pode ser feito em condições de combate. Além disso, o alto grau de compartilhamento de componentes entre o A5 com

outros veículos da família M109 permite um grau elevado de logística comum, o que, além de facilitar a manutenção, auxilia no treinamento das guarnições (ARMY GUIDE, 2015).

2 A ARTILHARIA: ASPECTOS HISTÓRICOS

O presente capítulo propõe-se a atender um dos objetivos específicos da pesquisa, o de realizar um estudo cronológico acerca dos impactos que tiveram como consequência a inovação no emprego da Artilharia.

De acordo com a pesquisa elaborada por Victor Hugo Mori,

A palavra artilharia, do francês *artillerie*, tem sua origem etimológica mais aceita pelos especialistas, nos termos latinos *Ars Telorum* (arte das armas) e *Artillum* cujo radical significa “engenho”, do francês *engin*. Aliás, a palavra *engin*, era sinônimo de máquina de guerra, e sua variante “engenheiro”, significava quem construía esses armamentos. Assim, desde as suas origens, a arquitetura militar, a tecnologia das armas e a ciência do combate são interdependentes, umas influenciando outras ao longo dos séculos. (MORI, 2018, p. 31).

Para entender qual a magnitude e a complexidade do emprego da Artilharia, é oportuno traçar uma perspectiva histórica acerca da evolução dessa arma, cujo conceito sempre esteve ligado à ideia de implementação tecnológica.

Para isso, desenvolvem-se duas seções: a primeira trata do surgimento e evolução da artilharia; a segunda, dentro do escopo da evolução dos obuseiros autopropulsados (AP), traz um exame do segmento que deu origem à família de blindados M108 e M109, bem como a evolução dos modelos desta família ao longo dos anos.

2.1 SURGIMENTO E EVOLUÇÃO DA ARTILHARIA

Não há consenso, entre os estudiosos, acerca da divisão da história da Artilharia. Seguiremos a classificação que, de acordo com Mori (2018, p. 32), divide-se em três grandes períodos:

- a) Período da Neurobalística (trata de engenhos que impulsionavam projéteis por meio de força elástica ou outro sistema mecânico, como catapultas, balistas e onagros) – que se estende da pré-história até o fim da Idade Média (Figura 3);
- b) Período da Pirobalística (trata de engenhos que impulsionam projéteis pela explosão da pólvora) – que vai da Idade Média até a Segunda Guerra Mundial;
- c) Período dos Mísseis – da eclosão da Segunda Guerra Mundial em diante.

Por entender que a essência da Artilharia se dá pela aplicação dos fogos e, ainda, por considerar que o período anterior ao uso da pólvora, isto é, o período da neurobalística configuraria mais como sendo uma pré-história da Artilharia, a presente seção tratará apenas da evolução dos artefatos bélicos com força propulsora por combustão à pólvora.

Figura 3 – Catapulta: exemplo engenho de artilharia do Período da Neurobalística

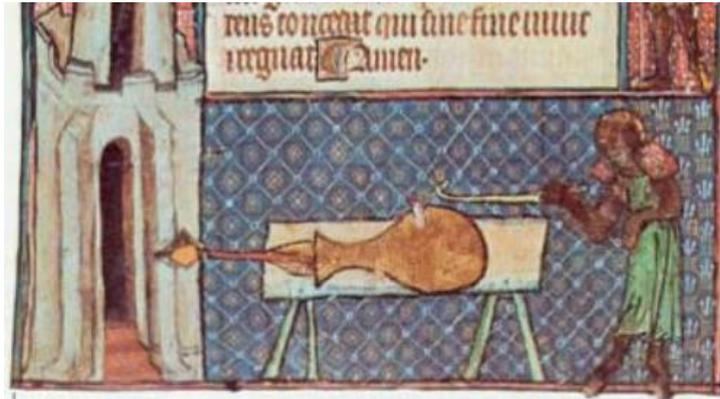


Fonte: Catapulta (2019).

Os relatos existentes são controversos quanto à origem das primeiras armas de fogo. A ideia de utilizar a pólvora para lançar objetos cortantes ou explosivos com finalidade bélica parece ter despertado interesse simultaneamente em europeus e chineses. Segundo McNeill (2014, p. 96),

[...] os escritos mais antigos que atestam a existência das armas de fogo datam de 1326 na Europa e de 1332 na China, ambos os documentos retratam um tubo em forma de vaso, armado com uma flecha superdimensionada, que se projetava de sua boca. Isso, com certeza, sugere uma origem única da invenção, onde quer que tenha sido feita. (ver Figura 4)

Figura 4 – Armamento em forma de vaso - Século XIV



Fonte: Milimete (1326).

Outros autores, no entanto, relatam referências anteriores, como as citadas por Alves (1959, p. 65-68), as quais remontam a um período entre os séculos XII e XIII, como o que relata o uso de bombardas no sítio a Saragoça, no ano 1118 (ALVES, 1959, p. 66) ou, ainda, da invasão da Mongólia no século XIII. De qualquer forma, não se sabe ao certo nem a data, nem o local de origem do novo armamento que revolucionaria a arte da guerra. Independente do local em que se originaram, foi na Europa que as armas de fogo, de modo geral, tiveram maior impulso, vindo a desenvolverem-se bélicos de dimensões cada vez maiores.

Desde então ocorreu um longo processo evolutivo, sendo que o primeiro estágio dessa evolução foi substituir o projétil, originalmente em forma de flecha, por um projétil esférico, usualmente feito em madeira. Da mesma forma, alterou-se a forma de vaso por um desenho tubular, permitindo, com isso, que a expansão dos gases acelerasse o projétil enquanto esse percorria o comprimento do tubo (MCNEILL, 2014, p.102).

As primeiras bombardas eram feitas por anéis de ferro forjados, porém essa composição frequentemente ocasionava a fragmentação do material decorrente da explosão.

Segundo relata Alves (1959, p. 75),

[...] tomava-se um tubo de ferro forjado, bastante espesso e curto; em torno de sua extremidade anterior soldavam-se barras de ferro, dispostas como aduelas de um barril, as quais eram também soldadas entre si no sentido longitudinal. Em seguida, era esse conjunto fortemente comprimido por meio de anéis de ferro colocados a pequenas distâncias uns dos outros, ou mesmo apertados uns de encontro aos outros.

A Batalha de Crécy (1346) é considerada, no Ocidente, como a primeira batalha campal em que bombardas e canhões foram efetivamente empregados em combate (ALVES, 1959, p. 69) e, a partir de então, essas armas passaram a ser utilizadas no decorrer da Guerra dos Cem Anos¹⁴. Episódio emblemático foi o cerco a Constantinopla pelos turcos otomanos em 1453, onde com o tiro de um gigantesco canhão, se deu início a campanha que teria inaugurado a Era Moderna, segundo muitos historiadores, culminando com a queda do Império Bizantino (figura 5).

Figura 5 – Bombarda turca usada contra as muralhas de Constantinopla



Fonte: Daróz (2013).

Não obstante, até o século XV, essas peças eram tão vultosas e pesadas que não era viável, com os meios da época, deslocá-las de posição. Era necessário, portanto, fabricá-las no local onde deveriam ser empregadas. Ainda assim, em que pese todas as limitações logísticas, o uso do canhão foi considerado, devido à sua capacidade ofensiva, fator contribuinte para a derrubada do regime feudal na Europa¹⁵, tornando vulneráveis as fortalezas medievais e, como consequência, propiciando a reestruturação da sociedade europeia. Dessa forma, inaugurou-se uma nova era de consolidação territorial e de novas conformações políticas (GILPIN, 1983, p. 62).

¹⁴ Segundo afirma William McNeil, “o exército francês que colocou os ingleses para fora da Normandia e Guiena, 1450-53, o fez utilizando peças de artilharia pesadas em muralhas de castelos [...]”

¹⁵ As causas para a derrubada do regime feudal são enumeradas por Felix Gilbert como sendo: a) o aparecimento da economia monetária; b) o esforço do grande senhor feudal para estabelecer vínculos confiáveis de recrutamento a fim de não mais depender dos vassallos; c) a tendência de inovação dos métodos que a renovação dos recursos humanos, juntamente ao enfraquecimento dos vínculos feudais, proporcionou à organização militar (PARET, 2001, p. 32).

De forma análoga, o canhão foi fator decisivo na distribuição de poder nas estepes da Ásia Central, onde um exército baseado no uso de cavaleiros, organizados em estruturas dinâmicas, teve seu ímpeto refreado pelo advento dos canhões, tecnologia considerada inacessível a uma sociedade baseada na cultura nômade e pastoril, base do Império Mongol (MCNEILL, 1967, p. 316¹⁶ *apud* GILPIN, 1983, p. 65).

2.1.1 A inovação do século XV: A Segunda Idade do Bronze

Foi somente a partir de 1450 que a metalurgia empreendeu um grande avanço na fabricação de armas de fogo, quando artesãos europeus, aproveitando-se da técnica de fundição de sinos, desenvolveram um canhão que poderia oferecer relativa segurança e precisão, a partir da fundição de uma peça única em latão ou bronze (MCNEILL, 2014, p. 102).¹⁷

Desse modo, entre 1453 e 1543, estabeleceu-se o que William McNeill classifica como segunda idade do bronze. Durante esse período, os canhões de bronze e de latão passaram a substituir amplamente os de ferro forjado (MCNEILL, 2014, p. 103). Assim, os países que detinham jazidas de cobre, zinco e estanho saíram-se privilegiados na corrida armamentista na Europa, devido ao elevado valor desses metais para a produção de canhões de bronze ou latão.

Apenas em 1543, a Inglaterra consegue fundir os primeiros canhões de ferro de forma satisfatória. Isso barateou o preço dos canhões para um duodécimo do preço anterior, porém a produção tinha alcance limitado, sendo somente em meados do século XVII que os canhões de ferro voltam a ser amplamente disseminados no comércio internacional.

Outro avanço de grande importância ocorreu entre 1465 e 1477, quando uma corrida armamentista entre França e Borgonha possibilitou o desenvolvimento de um canhão de dimensão três vezes menor e mais leve, com o propósito de substituir o lançamento de pedras por esferas de ferro maciço. Nesse mesmo período, foi percebido que o uso da pólvora em pequenos grãos permitiria uma ignição mais rápida e mais eficiente. Somado a isso, foram confeccionados, ainda, reparos e carretas especialmente projetadas, com rodas e eixos espessos e longos suportes que se estendiam por trás do canhão. Esses acessórios,

¹⁶ MCNEILL, William H. **A World History**. London: Oxford University Press, 1967.

¹⁷ Segundo William McNeil, uma segunda idade do bronze ocorreu entre 1453 e 1543 na Europa e devido a isso, suprimentos de cobre e estanho se tornaram criticamente importantes para os governantes europeus.

acrescidos de munhões e alavancas, permitiram dotar os novos canhões de certo grau de mobilidade, o que possibilitou sua trafegabilidade através campo por tração animal, além de tornar possíveis operações como elevar o tubo no ângulo desejado sem retirá-lo da carreta, absorver o recuo e disparar novamente, apenas com o uso de alavancas que possibilitavam reposicionar o canhão na posição inicial. O somatório de todas essas implementações técnicas finalizou em 1477 com o projeto do canhão de cerco móvel (MCNEILL, 2014, p. 105).

Esses novíssimos canhões tiveram seu evento inaugural em 1494 quando Carlos VIII realizou uma incursão na Itália, almejando o trono de Nápoles. A partir desse episódio, ficou consagrada a artilharia de cerco, que levou arquitetos e figuras ilustres da elite intelectual renascentista, como Leonardo da Vinci, Michelângelo e Albrecht Dürer, a empreender esforços no sentido de adequar as vulneráveis fortalezas de pedra¹⁸. Segundo McNeill (2014, p. 106), o advento da nova artilharia trouxe reflexos para a divisão de poder, uma vez que, devido ao custo de obtenção da nova tecnologia de guerra ser elevado, poucos governantes podiam arcar com esse ônus, o que consolidou as potências europeias e reduziu a importância das cidades-estados italianas e outras pequenas soberanias.

2.1.2 Inovações técnicas e táticas de Gustavo Adolfo e Frederico, O Grande

Num contexto em que o uso das armas de fogo era amplamente difundido nos campos de batalha e que, em consequência, o combate de formações profundas, rígidas e retilíneas era gradualmente substituído pelas táticas de movimento e combinações de forças, surge a estrela de Gustavo Adolfo, Rei da Suécia.

Gustavo Adolfo adotou, inicialmente, as reformas já estabelecidas por Maurício de Nassau, na Holanda, com relação a treinamento e adestramento, dando ênfase à uniformidade e disciplina de suas tropas¹⁹. Estabeleceu também um sistema coeso e interdependente, privilegiando a tática e a mobilidade baseado no apoio mútuo das armas combinadas, o que ampliou sua capacidade ofensiva. O Rei tinha em mente que o aumento

¹⁸ Uma das medidas foi construir estruturas baixas em rampas com fossos à frente, típicas fortificações de campanha compostas por terra mal compactada, a fim de absorver o impacto dos projéteis lançados por canhões. Outra inovação da época foram as trincheiras ao redor das edificações e escavações onde a pólvora era acionada como explosivos, tudo isso combinado com baterias de fogos defensivos, a fim de surpreender a força atacante (O'CONNEL, 1989, p. 145-146).

¹⁹ Para maiores informações acerca das reformas de Maurício de Nassau replicadas no Exército Sueco de Gustavo Adolfo, ver em O'CONNEL (1989, p. 171-178).

da capacidade letal das armas estava diretamente associado ao êxito tático em combate (O'CONNEL, 1989, p. 177).

Coube ao monarca sueco o papel de implementar a artilharia de campanha, incorporando-a ao seu eficiente exército e dotando-a de um papel tático, dentro do contexto do apoio mútuo entre as três armas, o que foi posto em prática ao longo das campanhas da Guerra dos Trinta Anos, dentre as quais merecem destaque as campanhas de Breitenfeld (1631) e Lützen (1632).

Antes de Gustavo Adolfo, os artilheiros eram considerados civis altamente especializados ligados por contratos independentes ou, no dizer de Robert O'Connell (1989, p. 136), uma espécie de “alquimistas ou membros de uma guilda” que tinham um código de valores próprio e passavam seus segredos apenas a seus discípulos sob juramento.

Por possuir uma indústria metalúrgica em forte expansão, Gustavo Adolfo pôde não apenas ter autonomia na produção de suas armas de fogo, como também aplicar inovações importantes. Dessa forma, realizou adaptações nos canhões, fabricando peças bem mais leves (aproximadamente 4 libras) com calibres reduzidos, cargas previamente medidas, canos encurtados e reparos redesenhados, com vistas à criação de peças de campanha verdadeiramente móveis. Adaptou os “canhões-couraça” trazidos da Áustria pelo Barão de Melchior de Wurmbbrand (ALVES, 1959, p. 117), efetivando uma série de evoluções, o que resultou nas peças regimentais suecas, que eram facilmente rebocadas por um só cavalo e podiam ser manobradas à mão.

Figura 6 - Canhão de Gustavo Adolfo de 1642



Fonte: Mori (2018, p. 40).

Segundo Alves (1959, p. 116), “para suprimir a deficiência ocasionada pela redução do calibre, (Gustavo Adolfo) grupou as peças em baterias, explorando desde logo, os prodigiosos efeitos das concentrações das massas de fogos.” Por adotar peças móveis e

mais leves, pôde dividir e classificar a artilharia sueca em três modalidades: regimental, de sítio e divisionária, cabendo a esta última o papel de reforçar os fogos dos regimentos de infantaria (ALVES, 1959, p. 116). Ainda segundo Alves (1959): “Antes de Gustavo Adolfo um exército dispunha de um canhão para, aproximadamente, mil homens; ele dotou seu exército de seis peças de 9 libras para cada mil homens e deu a cada regimento duas de 4 libras.”

O principal legado de Gustavo Adolfo, portanto, foi a implementação de uma artilharia com papel tático de apoio à manobra em todas as fases do combate, tirando máximo proveito da mobilidade, dentro de um sistema de armas combinadas, aos moldes das missões táticas da Artilharia de Campanha hodierna. Não obstante, do ponto de vista de Robert O'Connell (1989, p. 177), ainda que Gustavo Adolfo tenha sido um incontestado inovador do armamento de sua época, sua abordagem experimentalista não deixou particulares tradições na indústria de armamento sueca ou de outro país. Suas ideias não foram amplamente disseminadas de imediato, devido a inúmeras controvérsias quanto ao emprego da artilharia: alguns chefes militares consideravam a artilharia como um instrumento a utilizar apenas para transpor fortificações, enquanto outros já viam a necessidade de conjugar sua ação com os fogos de infantaria em todas as fases do combate.

Somente um século mais tarde, Frederico, o Grande, rei da Prússia adotou ideias semelhantes, dotando sua artilharia de similar mobilidade e emprego tático. Entre 1742 e 1778, fez fundir canhões leves de 12, 6 e 3 libras. Separou a artilharia de sítio da de campanha, distribuindo esta última em baterias homogêneas. Distribuiu parte de suas baterias entre as divisões, conservando um forte núcleo de peças à disposição do comando para utilizar no momento crítico, tendo em vista a concentração dos fogos na região do esforço principal. Frederico estabeleceu, ainda, regras gerais para o emprego tático da artilharia (ALVES, 1959, p. 121).

Similar à inovação de Gustavo Adolfo, Frederico criou a artilharia a cavalo, uma modalidade de apoio de fogo extremamente móvel, flexível e desenvolta, apta a acompanhar a cavalaria em qualquer terreno em que essa progredisse.

Reativou, ainda, a prática do tiro curvo²⁰ a partir de obuses que, em 1762, estavam em pleno uso no exército prussiano, resgatando as tentativas não muito exitosas de Luís

²⁰ Para maiores detalhes sobre o tiro de trajetória curva, ver Apêndice A.

XIV. O “obus” era considerado um canhão mais curto, de tiro curvo, que possibilitava o carregamento com as mãos.

A artilharia móvel de Frederico teria se consagrado após a aliança entre Prússia e Inglaterra sair-se vitoriosa da Guerra dos Sete Anos, diante dos pesados e mal distribuídos canhões até então em uso pela França e seus aliados.

Diante dessa fragorosa derrota em que a França veio a perder grande parte de suas colônias na América e na Ásia, causada em grande medida pelo peso excessivo do material de artilharia de Vallière²¹, o que tornava o apoio de fogo muito estático, o orgulho nacional francês foi fortemente abalado, sobretudo entre os oficiais do exército. Este fato criou um ambiente favorável para que amplas reformas técnicas e estruturais fossem estabelecidas no exército francês, conforme se verá adiante.

2.1.3 A inovação francesa do século XVIII

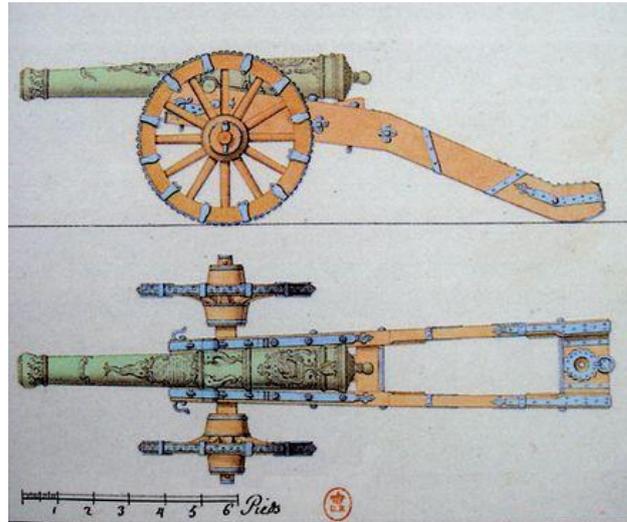
Foi na França, durante o século XVIII, que a Artilharia recebeu seus maiores avanços técnicos. O Rei Luís XIV já havia organizado a primeira tropa destinada especialmente ao serviço de Artilharia, ainda em 1693, a *Royal Artillerie*. Em 1732, Luís XV designou Jean-Florent de Vallière como responsável pela reorganização do material de artilharia.

Vallière aperfeiçoou as viaturas da campanha, com vistas a melhor resistir ao recuo. Padronizou também o material, reduzindo o número de calibres, bem como estabeleceu especificações de peso, tamanho, espessura e calibre, normatizando a fabricação mediante rígidas especificações por meio de tábuas e plantas de construção. Contudo, até meados do século XVIII as peças de artilharia francesas continuavam muito pesadas em comparação às prussianas e às suecas, o que impossibilitava que se levasse para as campanhas mais que um canhão por mil homens (ALVES, 1959, p. 120).

Segundo McNeill (2014, p. 198), “o canhão, quando fundido, era pesado demais para deslocar-se com a tropa e então raramente aparecia no campo de batalha. Seu emprego principal era defender e atacar fortalezas.”

²¹ Jean Florent de Vallière, Marechal de Campo, Diretor de Artilharia e veterano de sessenta sítios e dez grandes batalhas (1667 – 1759) a quem coube a padronização e reorganização dos canhões franceses.

Figura 7 – Canhão de Vallière



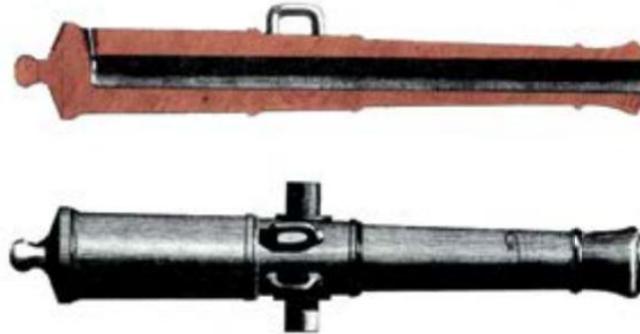
Fonte: Vallière (2017).

A padronização estabelecida por Vallière era apenas aproximada, uma vez que as peças não podiam ser fundidas seguindo um formato idêntico. A técnica até então utilizada, fundia canhões utilizando um molde em que se tentava, com técnicas manuais, alinhar o orifício do interior de cano com a parte externa do armamento. Assim, por mais hábil que fosse o artesão, era praticamente impossível alinhar o núcleo do molde com o exterior, ocasionando um desalinhamento entre a câmara e interior do tubo com o exterior do cano, além de outras irregularidades, resultando num armamento mais pesado, impreciso e inseguro. Isso gerava, dentre outros fatores, insegurança e pouca eficiência por ocasião do tiro.

Foi a partir da inovação de Jean Maritz, um engenheiro e metalúrgico suíço a serviço da França, que se tornou possível a fabricação de peças mais leves.

Jean Maritz, engenheiro e metalúrgico suíço a serviço da França, desenvolveu uma máquina de perfuração com a intenção de fundir canhões como uma peça sólida de metal, perfurando o cano ao fim do processo. Isso gerou uniformidade e precisão na fabricação de canhões. A partir de 1755, com uso dos fornos de fundição, já em plena Revolução Industrial, foi possível também fundir vários canhões de uma única vez, propiciando a produção em série.

Figura 8 – Canhão fabricado pelo processo Jean Maritz



Fonte: Mori (2018, p. 41).

O ajuste muito mais preciso entre projétil e alma do tubo advindo do cano perfurado proporcionou canhões mais leves e manobráveis, sem perder poder de fogo. Os canos poderiam ser encurtados e com paredes mais finas, uma vez que era necessário menos pólvora para a explosão produzir o mesmo efeito. Além disso, os canhões produzidos em série eram muito mais seguros, uma vez que o metal tinha a mesma espessura em todas as partes do cano.

Os canhões fabricados por Maritz ainda não haviam sido testados em combate quando, após a derrota na Guerra dos Sete Anos, Luís XV manda acionar Jean Baptiste Vaquette de Gribeauval, oficial de Artilharia que, após passar quatro anos estudando os métodos de artilharia na Prússia de Frederico, foi enviado à Áustria já no curso da Guerra dos Sete Anos, onde participou capturando um ponto forte silesiano com canhões de cerco.

Gribeauval chefiou uma equipe de artilheiros franceses para testar canhões recém-desenvolvidos a partir da inovação mecânica de Jean Maritz, entre os anos de 1763 e 1767.

Foi a partir da inovação fabril de Jean Maritz, portanto, que Gribeauval desenvolveu uma série de modificações, fruto de sua experiência adquirida durante os anos de aprendizado na Prússia e nos cercos da Guerra dos Sete Anos. Gribeauval reprojeteu todos os demais acessórios necessários à artilharia de campanha, tais como, carretas, carroças de munição, arreios e dispositivos de pontaria. Além disso, introduziu um dispositivo em forma de parafuso que ajustava a elevação da arma com precisão e uma mira com retículo ajustável que tornou possível estimar com precisão o ponto de impacto do projétil antes da arma ser disparada.

Figura 9 – Canhão com acessórios adaptados por Gribeauval



Fonte: Chartrand; Hutchins (2003).

No tocante à munição, Gribeauval agregou projétil e carga de projeção num pacote único, o que aumentou significativamente a cadência de tiro. Desenvolveu, ainda, diferentes tipos de munições, constituídas de projéteis sólidos, granadas ou balotes, para empregar em situações diversas, assegurando, assim, a versatilidade dos canhões.

O esforço de Gribeauval resultou em uma artilharia de campanha tão móvel e eficiente que seria capaz de acompanhar todos os movimentos da infantaria, possibilitando apoiar pelo fogo denso e preciso todas as etapas da manobra.

O batismo de fogo dessa surpreendente arma se deu no Bombardeio de Valmy, em 1792, e a partir de então todos os êxitos do exército revolucionário de Napoleão teve a presença desse fator diferencial nos combates, capaz de almejar alvos a distâncias maiores que mil metros. Devido a essas inovações e a toda a sistematização estabelecida por Gribeauval, este foi chamado por Napoleão Bonaparte “pai da artilharia francesa”.

William McNeill considera essa modificação feita tanto na fabricação do armamento quanto no emprego, instrução e adestramento do canhão sem precedentes na história, comparável apenas ao surgimento das catapultas na antiguidade e aos aperfeiçoamentos feitos pelos artesãos nos canhões, durante o século XV, quando os primeiros projéteis de ferro foram introduzidos, chegando a tipificar essa inovação como uma “transformação radical”. O impacto dessa transformação foi tão profundo que afetou até mesmo a cultura militar da época, ocasionando natural resistência por parte de antigos

soldados e mesmo políticos aos novos valores de combate, em que a técnica superava a coragem e a força física²².

Vale considerar que, embora a perfuratriz de Jean Maritz, associada às adaptações de Gribeauval tenha desempenhado papel de extrema relevância junto à reestruturação que o exército francês sofreu nas últimas décadas do século XVIII, é sabido que a conjuntura política ditou a necessidade dessa transformação organizacional.

O orgulho nacional ferido após os fracassos e derrotas na Guerra dos Sete Anos e o sentimento coletivo de que a França deveria reaver a liderança sobre a Prússia em terra e sobre a Inglaterra nos mares foi a força que impulsionou as alterações estruturais. Não fosse assim, a resistência à inovação motivada por interesses pessoais poderia ter barrado o ímpeto da transformação institucional. (MCNEILL, 2014, p. 195)

Uma evidência disso, é que somente após a morte de Vallière, Gribeauval consegue implementar suas reformas: “Esse notável artilheiro teve de sustentar terrível luta contra seus opositores, encabeçados por Vallière, e somente após a morte deste, sendo nomeado Inspetor Geral, em 1777, pôde fazer triunfar seus pontos de vista.” (ALVES, 1959, p. 126).

2.1.4 Inovações do século XIX: raiamento, retrocarga e Processo Bessemer

A próxima grande mudança ocorreria apenas a partir de 1850, quando graças a avanços na metalurgia e na produção de armamento foi possível unir três fatores que há séculos eram testados sem êxito: o raiamento, a retrocarga e a produção de bocas de fogo mais maleáveis e seguras.

Princípios como a rotação das granadas e o carregamento pela parte posterior do tubo já eram conhecidos desde o século XV²³. Esses conceitos, no entanto, não eram suficientemente desenvolvidos e a metalurgia da época não favorecia esse tipo de avanço. Além disso, as raias dificultavam o carregamento pela parte anterior do cano como também, devido ao rudimentar processo de fundição, aumentava consideravelmente o risco de arrebentamento dos tubos.

²² Nas palavras de William McNeill, “[...] Nobres e soldados de mentes antiquadas agarravam-se energicamente à antiquada definição muscular de batalha. Artilheiros, com sua matemática de sangue frio pareciam subversivos a tudo que tornava a vida do soldado heroica, admirável e valorosa.” (MCNEILL, 2014, p. 204)

²³ A maioria dos historiadores atribui a Augusto Kother a descoberta do princípio do raiamento, quando em 1520, esse técnico de Nüremberg haveria testado uma arma de fogo com raias helicoidais, utilizando projéteis esféricos (ALVES, 1959, p.144)

Apenas no século XIX, com o advento da Revolução Industrial, foi possível desenvolver e produzir os primeiros armamentos raiados, sendo esse melhoramento inicialmente introduzido na produção de armamentos portáteis, haja vista que os projéteis de chumbo eram facilmente moldáveis aos canos raiados.

Com a eclosão da Guerra da Crimeia, os primeiros fuzis raiados puderam ser testados em combate, o que evidenciou a superioridade desse tipo de armamento em precisão e alcance, sendo fator decisivo nas vitórias das infantarias francesa e britânica durante as batalhas iniciais de Alma, Balaclava e Inkerman²⁴.

De acordo com William McNeill (2014, p. 284), as demandas da Guerra da Crimeia pressionaram a produção artesanal de armamento dos países envolvidos, que se viram forçados a importar métodos de produção de peças modulares, a fim de empreender a produção em escala industrial, o que fomentou o comércio de armas e a consequente corrida armamentista.

A descoberta do processo Bessemer foi a resposta que permitiu a produção em larga escala de aço. A partir dos experimentos com novos projetos de artilharia, Henry Bessemer descobre que é possível refinar o aço, soprando ar pelo minério de ferro derretido, a fim de provocar a oxidação do carbono, o que permitiu a produção desse metal em larga escala (MCNEILL, 2014, p. 284). Esse método foi patenteado em 1857 e a partir de então inaugurou uma nova era, não apenas na indústria do armamento, como também em todos os produtos dependentes da metalurgia.

Dessa forma, William Armstrong projetou e desenvolveu um canhão de retrocarga e alma raiada, inteiramente de aço, produzido a partir de uma técnica segundo a qual tiras de aço eram enroladas ao redor de um núcleo ou anéis de aço que, por dilatação, eram encaixados, proporcionando um tubo muito mais maleável, constituído de diversas camadas de aço sobrepostas. Conseguiu provar em testes que a precisão de seu material era muito superior aos canos antecarga de alma lisa e firmou imediatamente um acordo com o governo da Inglaterra, segundo o qual cedia a patente do canhão em troca da distinção de cavaleiro.

²⁴ As tropas russas pouco puderam fazer com seus mosquetes de alma lisa que alcançavam, com precisão, no máximo 180 metros, em oposição aos novos fuzis que tinham alcance de utilização de 900 metros (MCNEILL, 2014, p. 276).

O tempo de espera para obter um modelo de canhão que conseguisse evoluir de forma satisfatória, aliando os conceitos de retrocarga, alma raiada e bocas de fogo mais seguras justifica-se, segundo a proposição de Alves (1959):

[...] o forçamento conseqüente da adoção das raias só podia ser conseguido na peça de carregamento pela culatra que, por sua vez, iria sofrer no seu interior a ação de pressões elevadíssimas que, embora decrescendo, se prolongam até o momento em que o projétil abandona a alma. Os canhões de ferro fundido e os de bronze já eram fracos para resistir a essas pressões e o seu arrebitamento era frequente. (ALVES, 1959, p.152).

A partir de então, Armstrong organizou a *Elswick Ordnance Company* e veio a se tornar o maior fabricante privado de canhões da Europa, sendo posteriormente superado por Alfred Krupp. Este, por sua vez, fabricou os canhões de aço que seriam decisivos na Guerra Franco-Prussiana, evento inaugural dessa nova tecnologia, o qual foi interpretado por F. Engels, como fronteira final da era do desenvolvimento armamentista:

Quando se têm canhões com os quais é possível atingir um batalhão tão longe quanto a vista o distingue e espingardas que fazem o mesmo em relação ao homem isolado, e em que o tempo de carga é menor que o de apontar – quaisquer posteriores inovações são mais ou menos indiferentes para a guerra em campo raso. (ENGELS, 1873).

2.1.5 O alvorecer do século XX

Ao contrário do que previu Engels, poucas décadas mais tarde, um salto ainda maior seria realizado, no que tange ao desempenho do tiro de artilharia.

Apesar de todos os avanços já obtidos na fabricação de canhões até o final do século XIX, que permitiram o raiamento dos tubos e o carregamento pela culatra, e mesmo canhões dotados de grandes velocidades iniciais, como os desenvolvidos a partir de 1880 pela indústria naval, o tiro curvo para o apoio de fogo terrestre só passou a ser executado extensivamente no primeiro quartil do século XX.

A partir do desenvolvimento de cilindros de recuo hidráulicos em canhões Armstrong, em 1887, foi possível trazer a arma para a posição de disparo outra vez, após cada disparo (MCNEILL, 2014, p. 325). Essa tecnologia somada a inovações técnicas de

conceitamento²⁵ e pontaria permitira o desenvolvimento de obuseiros que poderiam atirar além de seis quilômetros, utilizando fogo indireto. Na visão de estrategistas prussianos, os fogos indiretos ou curvos, executados a partir de obuseiros com calibres maiores que os de 75 mm franceses, dariam ao Exército da Prússia um fator dominante sobre o da França (ALVES, 1959, p. 280). A questão do calibre far-se-ia incidir também na intenção de dar efetividade à destruição de posições defensivas - uma vez que calibres inferiores a 105 mm pouca efetividade apresentavam contra construções em concreto ou outro tipo de material - como também, naturalmente, aumentariam o alcance do tiro, possibilitando executar fogos de contrabateria e de interdição. Assim, passaram a ser desenvolvidos e testados obuses de 105 mm e, posteriormente, de 150 mm e 155 mm, até se chegar nos calibre de 210 mm e até maiores. Maiores calibres proporcionam maiores alcances, o que além de tornar possível a realização de mais de uma missão de tiro sobre diferentes alvos, sem ter que se deslocar o material, ainda suscitaria a questão do tiro indireto (ALVES, 1959, p. 281).

Utilizando-se os benefícios de uma rede de comunicações fio, fazendo-se uso de obuseiros raiados com tiro de trajetória mergulhante e de observadores em postos avançados, os fogos de artilharia seriam capazes de alcançar muito além da capacidade de visada humana.

Assim, na Primeira Guerra Mundial, as nações de todo o mundo puseram suas cartas em jogo, fruto da desenfreada corrida armamentista que durava décadas, dando início ao conflito bélico de maiores proporções até então, o qual chegou a ser apelidado de “Guerra da Artilharia”, por assumir características de um combate de trincheiras, eminentemente defensivo, com pouca mobilidade, no qual a Artilharia desempenhou o papel principal.

Se os britânicos inventaram o blindado, máquina de guerra destinada a romper as trincheiras e empreender movimento a até então guerra estática, coube aos alemães darem a esse artefato o emprego que o consagraria. Com o desencadeamento da Segunda Grande Guerra, as tropas alemãs aplicaram a perfeita sinergia entre as invenções do início do século XX, com destaque aos veículos blindados e aos aeroplanos.

Diante de um contexto em que a mobilidade e o poder ofensivo desequilibraram o combate, os meios de apoio de fogo tiveram de se adaptar, dando origem aos primeiros

²⁵ Segundo Alves (1959, p. 281), “a ancoragem da peça ao solo, ocasionada pelo tiro prolongado, torna necessário conceitamento, uma operação demorada e fadigante para as guarnições”. Ainda segundo o autor, em 1909 foi projetado na França um obus com duas flechas, o qual constitui-se em “um reparo superior ou suporte do berço, conjunto que gira em torno de um pivô central e que suporta toda a massa oscilante.”

obuseiros autopropulsados (AP) que, inicialmente, não eram mais que improvisações, as quais consistiam na montagem de obuseiros comuns sobre chassis de carros de combate, vindo, após o término do conflito, a terem avançado desenvolvimento no decorrer de todo o século XX.

A partir do que foi descrito, no que concerne à Artilharia, pode-se depreender que tanto o seu surgimento quanto sua evolução sempre estiveram diretamente ligados a avanços tecnológicos significativos e que, em grande medida, esta mesma evolução teve relação direta com transformações na própria sociedade, como também alterou significativamente o equilíbrio de poder entre as nações.

2.2 A ARTILHARIA E O SISTEMA INTERNACIONAL: AS TRANSIÇÕES TECNOLÓGICAS COMO EIXO TEMÁTICO

Partindo da descrição acerca da evolução da Artilharia e relacionando-a com os períodos de transição tecnológica, é possível sustentar a existência de uma correlação entre ambas, bem como de suas implicações para o Sistema Internacional.

De fato, desde seu surgimento, a Artilharia esteve relacionada à capacidade estatal, uma vez que apenas os estados que detinham recursos suficientemente grandes poderiam arcar com o ônus da fabricação dos pesados e onerosos canhões. Como afirma O'Connell (1989, p. 136), a tecnologia utilizada para fabricar canhões fez da “era das armas de fogo uma era de príncipes” em que poucos países, como “França, Espanha, Inglaterra, Sacro Império Romano-Germânico, Turquia e mais tarde Rússia e Prússia”, os quais detinham grandes reservas monetárias, mão de obra qualificada e recursos minerais, puderam ter acesso à grande letalidade obtida à distância que aquelas armas proporcionavam, obtendo, através de sua posse e seu emprego, vantagem decisiva na conquista de territórios que possibilitassem acesso a mais recursos. Esse fenômeno alterou o equilíbrio de poder na Europa, viabilizando a formação dos Estados Soberanos Territoriais, fomentando a polaridade das nascentes monarquias, com políticas expansionistas e, simultaneamente, reduzindo a influência das cidades-estados italianas e outras pequenas monarquias europeias.

O fenômeno acima pode ser demonstrado pela competição armamentista entre o Reino da França e o Ducado de Borgonha que, na segunda metade do século XV, após incorporar as técnicas de fundição de bronze de fabricantes de sinos das catedrais góticas,

produziu um canhão muito mais leve a partir da inventividade dos artesãos dos Países Baixos que substituíram o projétil de pedra por uma esfera de ferro e, simultaneamente, introduziram o uso de pólvora granulada, que oferecia uma combustão mais rápida, imprimindo maior velocidade ao projétil (MCNEILL, 2014, p. 104-105). Essa inovação possibilitou a confecção de canhões até três vezes menores, mais leves e seguros, o que tornou possível o transporte desses materiais, visando sua utilização nos cercos a fortificações. Foi, dessa forma, emblemática a expedição de Carlos VIII que atravessou com um conjunto de 350 canhões conduzidos por 8.000 cavalos a nova artilharia de cerco móvel, para então tomar o Reino de Nápoles. (ALVES, 1959, p. 82).

Não fosse o esforço empreendido por engenheiros italianos, ao qual somou-se a genialidade de Leonardo da Vinci e de Michelângelo, ao desenvolverem a *trace italienne*²⁶ – como ficou conhecida o conjunto de técnicas de fortificações que incluíam fossos e parapeitos de terra pouco compactadas, com canhões de proteção para fogos de contrabateria – a Europa Ocidental poderia ter-se convertido em um império unificado, como de fato ocorreu em outras regiões de globo, como na Ásia, na Europa Oriental e nas Américas, onde formaram-se impérios como o Mughal, na Índia, o Moscovita, na Rússia, o Otomano, na Europa Oriental, além dos vastos domínios territoriais de Portugal e Espanha decorrentes da utilização dos canhões móveis (MCNEILL, 2014, p. 113). Conforme constata McNeill (2014, p. 116, grifo nosso), “a **extensão dos impérios** Mughal, Moscovita e Otomano foi definida, na prática, pela **mobilidade de suas peças de artilharia imperiais.**”

De fato, o fenômeno da consolidação de uma unidade imperial deixou de ocorrer na Europa, em parte pela horizontalização das capacidades estatais, militares ou produtivas, como se pode ver pela importação de técnicas de construção de fornos e fundição de metais pela Suécia a partir dos Países Baixos no século XVII. O papel da Artilharia, nesse período, se deu em sentido contrário, uma vez que as nações que ameaçavam o *status quo* passaram a dominar as técnicas de produção de canhões, a exemplo de Gustavo Adolfo, Rei da Suécia, que inovou a arte da guerra devido ao emprego eficiente de canhões mais leves em apoio à manobra da infantaria e cavalaria em todas as fases do combate. Antes da implementação técnica e tática de Gustavo Adolfo, apenas ocasionalmente a artilharia havia

²⁶ Expressão francesa, literalmente 'traço italiano', que designava o modo italiano de adaptar as fortificações à ameaça representada pelo novo armamento de cerco: o canhão.

desempenhado papel importante no transcurso de batalhas, exceto como referido nas batalhas de cerco, uma vez que era muito difícil ter armas pesadas em campo.

Dessa forma, o impasse da Guerra dos Trinta Anos deveu-se, em grande medida, ao fato de a Artilharia de Campanha compensar qualitativamente a excelência dos *Tercios* Espanhóis. Os *Tercios* - formação típica espanhola dos séculos XVI e XVII, constituída por piqueiros ao centro da formação, escoltados por arcabuzeiros e posteriormente por mosqueteiros, em formação quadrangular - são a consolidação do acúmulo histórico na experiência humana de fazer a guerra desde a antiguidade. Eram considerados, também, a representação da superioridade de recursos econômicos humanos e materiais dos Habsburgos. Como ficou evidenciado na Batalha de Rocroi (1643), as tropas francesas derrotaram as espanholas devido à capacidade de coordenação e controle de seus comandantes e ao uso intensivo de canhões.

Nesse contexto, o canhão horizontalizou as capacidades de combate, decretando o fim da hegemonia da infantaria espanhola nos campos de batalha e de uma forma de combate considerada invencível. Daí a constatação quanto à centralidade da Artilharia na formação do Sistema Internacional, pois ao limitar as pretensões hegemônicas do Sacro Império Romano-Germânico gerou a situação de equilíbrio que culminaria com o surgimento do Sistema Internacional.

A partir do século XVIII, os avanços da ciência trouxeram aplicação prática para as técnicas de tiro dos canhões. A contribuição de físicos como Galileu Galilei, Huyghens e Newton pela descoberta da Lei da Gravidade e da Resistência do Ar e de suas variações, foi a base para o desenvolvimento da ciência balística, que auxiliaria na predição do local que os projéteis disparados atingiriam. Dessa forma, podia-se, assim, melhor direcionar as robustas armas, somando ao efeito explosivo um resultado efetivamente letal sobre o adversário. Em 1742 foi então publicada a obra *New Principles of Gunnery*, de Benjamin Robins, que foi amplamente debatida à época e revolucionou o conhecimento sobre técnica de tiro de artilharia (ALVES, 1959, p. 141).

Com o século das luzes, foi possível unir o método científico aos avanços da engenharia, dando um caráter tecnológico às inovações no ramo da artilharia. Decorrente desse avanço sem precedentes, seguiu-se a Revolução Industrial, que trouxe em seu arcabouço a contribuição das máquinas a vapor de baixa e alta pressão. As evidências desse processo puderam ser vistas na França onde, ao processo fabril introduzido por Jean Maritz,

uniram-se as inovações técnicas de Gribeauval, cujo resultado foi um canhão de elevado refinamento e precisão, que pode ser produzido com uniformidade, e do qual foram tributárias todas as conquistas do período napoleônico.

A inovação de Maritz-Gribeauval, portanto, representa o marco em que foi possível caracterizar efetivas alterações tecnológicas na produção de canhões e na artilharia de modo geral, partindo-se do entendimento que o avanço tecnológico requer o domínio das condições para ocorrência de um fenômeno, de modo a possibilitar o caráter translocal de sua reprodução. (DUARTE, 2012a, p. 9 a 13). A seguir, pode-se verificar no Quadro 1, que foi confeccionado com base em estudo produzido por Carlota Perez (2002), o qual refere a existência de cinco paradigmas tecnológicos. Neste quadro procurou-se relacionar as evoluções tecnológicas com as respectivas evoluções no campo militar da Artilharia de Campanha e suas consequências para o Sistema Internacional.

Quadro 1 – Revoluções Tecnológicas e a Artilharia de Campanha

ONDA	Revolução Tecnológica	Insumo	Período Histórico	Processo indutor	Efeito	Eventos
1ª	Revolução Industrial	Vapor baixa pressão	1771 a 1829	1) Processo de fabricação de Jean Maritz/Gribeauval 2) Moinho de Arkwright	Manufatura de precisão/ padronização da produção	Conquistas Napoleônica/ Bombardeio de Valmy (1792)
2ª	Era do Vapor e das Ferrovias	Vapor de alta pressão	1829 a 1857*	Teste locomotiva "Rocket"	Artilharia e tropas movidas por trens	Guerra da Crimeia (1854-56)
3ª	Era do Aço, da Eletricidade e da Engenharia Pesada	Aço e Eletricidade	1857* a 1918	Processo Bessemer	1) alma raiada + retrocarga 2) Comércio global de armamento industrializado 3) Tiro indireto	Guerra Franco-Prussiana (1870-71)/ 1º Guerra Mundial (evento tardio)
4ª	Era do Petróleo, dos Automóveis e da Produção em Massa	Petróleo/ Motor a explosão	1918 a 1971	Lançamento do modelo Ford-T	Artilharia Autopropulsada	2ª Guerra Mundial/ Guerra da Coreia
5ª	Era da Informação e das Telecomunicações/ Era Espacial	Semicondutores /Chipes	1971 - ?	Lançamento do primeiro microchip comercial da Intel	Artilharia integrada à Rede	Guerra do Golfo/ Guerra do Iraque

* De acordo com dados levantados por McNeill (2014), o Processo Bessemer foi patenteado em 1857, diferentemente da Planta produtora de aço de Carnegie (1875) segundo Perez (2002).

Fonte: elaborado pelo autor (2019), com base em Perez (2002).

Os períodos de transição tecnológica que se sucederam impactaram diretamente o desenvolvimento das bocas de fogo, mas também é verdade que determinados avanços na ciência e na metalurgia foram decorrentes da necessidade de otimizar o fabrico de canhões

para as guerras. Dentre esses, merece destaque o processo Bessemer de produção do aço, que fruto de uma necessidade constatada na Guerra da Crimeia, sobretudo no que concerne a uma deficiência dos materiais de artilharia da época, gerou uma ansiosa busca pela produção de armamentos em larga escala, o que veio a redundar numa nova onda da Revolução Industrial, considerada por alguns autores como Segunda Revolução Industrial e que contou como principais insumos, em um primeiro momento, a eletricidade e o aço.

Como resultante deste período que se estende ao longo da segunda metade do século XIX até o primeiro quartil do século XX, obtêm-se os canhões de aço, raiados e de retrocarga, com capacidade aumentada de alcance e a produção em larga escala de armamentos que vai resultar na corrida armamentista, que redundou na Primeira Grande Guerra. Ainda, como resultado para a doutrina de apoio de fogo terrestre, temos o emprego do tiro curvo de longo alcance para a Artilharia de Campanha, que foi possível graças aos avanços obtidos na produção do armamento de aço, somado ao uso do telefone e de outros equipamentos óticos e de topografia, o que possibilitou a condução do tiro por observadores avançados. Este elemento representou uma substancial mudança de doutrina, que trouxe efeitos notáveis para as operações terrestres.

Com o advento dos motores a combustão e o surgimento dos primeiros automóveis e aeroplanos no início do século XX, inicia-se uma nova fase de evolução tecnológica. Esse último insumo, o do motor a combustão e do petróleo, emprestou notável mobilidade às plataformas de combate. Note-se que, ainda na Era do Vapor e das Ferrovias (Quadro 1), com o uso de locomotivas e de canhões ferroviários, todo o aparato da guerra já havia recebido significativa mobilidade estratégica. Já no transcurso da Segunda Guerra Mundial, os meios empregados recebem mobilidade tática, pelo incremento proporcionado pelos veículos blindados sobre lagartas, fator que vai resultar em um novo paradigma da guerra: o da Guerra de Movimento. A Artilharia de Campanha, também se beneficiou desse incremento, inicialmente pelo atrelamento das peças a veículos automotores - artilharia autorrebocada – mas sobretudo pela forma com que incorporou o novo embate de blindados, isto é, pelo desenvolvimento e emprego dos obuseiros autopropulsados.

Por fim, tem-se que a Artilharia encontra amparo no seio da Terceira Revolução Industrial, por intermédio da digitalização das plataformas de combate – por plataformas, entende-se, nesse caso específico, as peças de artilharia ou obuseiros, como também as viaturas de apoio necessárias à integração das redes de Comando e Controle do Sistema de

Artilharia de Campanha – com vistas à sua integração em uma ampla rede de Comando, Controle, Comunicação, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (sigla em Inglês: C4ISR), de modo a prover a consciência situacional em todos os níveis de comando.

2.3 A EVOLUÇÃO DA FAMÍLIA DE OBUSEIROS AP M108/M109

Dentro do quadro evolutivo da Artilharia de Campanha, o surgimento e evolução dos obuseiros autopropulsados representou destacado papel, uma vez que emprestou mobilidade tática a um sistema de armas responsável pelo perfil estático das guerras de trincheiras. O presente subtítulo visa contextualizar a concepção do obuseiro autopropulsado M109A5+BR, apresentando a transição evolutiva da família de blindados a qual pertence: a Família M109.

2.3.1 Os predecessores da Família de Obuseiros M109

Apesar de o primeiro autopropulsado ter surgido ainda durante a Primeira Guerra Mundial como forma de transpor as trincheiras e acompanhar a Infantaria, a evolução desse sistema de armas deu-se apenas ao longo da Segunda Grande Guerra e, mais intensivamente, após aquela deflagração. Assim, em plena Segunda Guerra, os obuseiros AP eram não mais que grosseiras adaptações de obuseiros comuns montados sobre chassis de viaturas blindadas. Uma das primeiras tentativas da indústria estadunidense foi o T19 - *Howitzer Motor Carriage* (HMC) de 105 mm, o qual era adaptado sobre o chassi do M3 *half-track*. Essa peça foi produzida pela *Diamond T Company* durante o ano de 1942 e foi empregada principalmente nas campanhas do Norte da África.

Figura 10 – T19 HMC 105 mm



Fonte: Olive-Drab (2011).

A experiência mostrou que seria necessário um veículo totalmente sobre lagartas, de modo a obter maior mobilidade, o que deu origem ao M7 HMC (posteriormente apelidado de *Priest*), um obuseiro de calibre 105mm, montado sobre a base do veículo blindado M3 *Lee*, o qual veio a se tornar o veículo padrão da artilharia do exército americano durante a Segunda Grande Guerra, sendo em 1945 suplementado por alguns exemplares do M37 HMC de 105mm. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 4).

Figura 11 – M7 HMC 105 mm – “Priest”



Fonte: Yellowute (2006).

Os M37 HMC 105 mm e os M41 HMC 155 mm foram montados sobre o chassi do blindado leve M24 (posteriormente recebeu a alcunha de *Chaffee*) e possuíam compartimento da guarnição sem cobertura. Poucos exemplares de ambos chegaram a ser produzidos, uma vez que a produção foi interrompida com o fim da guerra. Não obstante,

ambos os modelos foram largamente empregados na Guerra da Coreia. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 4).

Figura 12 - M37 HMC 105mm (esquerda) e M41 HMC 155mm (direita)



Fonte: M37 HMC (2008); Pellegrini (2007).

Com o término da Segunda Guerra Mundial e o advento da Guerra Fria, o comando da Divisão Blindada constatou a necessidade de, pelo menos, um batalhão de veículos autopropulsados de 155mm, de forma a suplementar o apoio de fogo. A intenção era que as torres dos veículos fossem totalmente fechadas, proporcionando segurança à guarnição, e que tivessem giro considerável sobre o chassi, de modo a proporcionar amplitude de tiro. Sendo assim, o Exército Americano deu início às tratativas que vieram a desenvolver dois modelos de veículos autopropulsados, o M52 105mm HSP (Howitzer Self-Propelled) e o M44 155mm HSP, os quais foram montados sobre o chassi do carro de combate M41. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 4).

Figura 13 - M52 105mm HSP (esquerda) e M44 155mm HSP (direita)



Fonte: Holloway (2009); M44 (2010).

Embora tenha se desenvolvido de forma rápida, esse programa revelou prematuramente que ambos os projetos eram falhos. O M52 apresentou problemas técnicos e o M44 revelou ter uma configuração deficiente. Além disso, devido ao pequeno espaço de aproveitamento do chassi, não foi possível construir uma torre totalmente fechada no caso do M44, por ser de maior calibre e de guarnição mais numerosa, mantendo-se assim uma torre a “céu aberto”.

Em consequência, o exército dos Estados Unidos começou a estudar substituições, antes mesmo de essas peças entrarem totalmente em serviço. Do ponto de vista tático, o compartimento das torres deveria ser totalmente coberto devido ao advento dos radares de contrabateria no início dos anos 1950, o que tornava essas peças muito mais vulneráveis e, com isso, foi abandonada a prática de montar um canhão sobre um chassi de blindado pela ideia de buscar desenvolver um projeto específico para obuses autopropulsados.

Com isso, a partir de 1953, teve início uma série de tentativas de projetos, a começar pelos T195 e T196 que, inicialmente, teriam os estranhos calibres de 110mm e 156mm, sendo rejeitados pelos oficiais e voltando-se em seguida para os calibres tradicionais. Foram quase dez anos de evolução nos projetos, após sucessivos testes e falhas até que, finalmente, em dezembro de 1961 foram aprovados os modelos T195E1 e T196E1, já com motor a diesel e blindagem em alumínio, sendo autorizada a produção limitada.

Em 1962 teve início a produção em série, a qual foi novamente testada e aprovada, sendo novamente estendida. Em 1963, os modelos T195E1 e T196E1 foram adotados como padrão pelo Exército dos Estados Unidos, recebendo a classificação de M108 105mm HSP e M109 155mm HSP. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 7).

2.3.2 Os obuseiros M108 e M109

Os obuseiros M108 e M109 haviam sido projetados para um combate de alta intensidade, dentro de uma concepção de confronto entre tropas blindadas da OTAN e do Pacto de Varsóvia, na Região da Europa Central. Essa confrontação, no entanto, sequer ocorreu, vindo esses obuseiros dotados de elevada mobilidade tática a serem pela primeira vez empregados em combate de forma totalmente estática, na Guerra do Vietnã. Os primeiros foram desembarcados em 1966 e lá permaneceram até 1971 (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 9).

Figura 14 – Obuseiro M108 105mm (à esquerda) e Obuseiro M109 155mm (à direita)



Fonte: M108 SPG (2018) e Zaloga; Bryan (2005, p. 8).

Devido às condições de terreno e vegetação do Vietnã restringirem, em certa medida, o avanço de tropas blindadas e à nova concepção estadunidense acerca da mobilidade aérea, teve curso um embate centrado em operações aeromóveis, as quais foram largamente executadas com emprego de tropas leves, basicamente infantaria e artilharia helitransportadas. Assim, a artilharia autorrebocada (AR) teve prioridade como apoio de fogo orgânico aos batalhões de infantaria, sendo essa de calibre 105mm e transportada majoritariamente por helicópteros. Ainda que não houvesse o emprego de divisões blindadas, os obuseiros AP, notadamente os M108 (105 mm), M109 (155 mm), M107 (175 mm) e M110 (203 mm), foram utilizados de forma fixa, constituindo a artilharia de corpo de exército e divisionária, em bases de apoio de fogo estabelecidas a 60 km umas das outras, ao longo do Vietnã do Sul, visando prover apoio de fogo de artilharia adicional – isto é, além do apoio de fogo orgânico das brigadas - para as operações de infantaria. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 11).

Como resultado, verificou-se que, mesmo atuando de forma fixa, os AP se sobressaíram frente aos AR, devido à amplitude de tiro daqueles. Enquanto o material autorrebocado possui amplitude de movimento transversal limitada a um ângulo de pouco mais de 45 graus, os autopropulsados não possuem essa limitação, podendo atirar em qualquer direção, sem ter que refazer todo o procedimento de pontaria inicial, uma vez que o giro da torre permite uma amplitude de tiro de 360 graus. Esta característica foi fundamental face a um adversário que combatia de forma irregular e que usava do fator surpresa, realizando ataques aproximados de qualquer posicionamento. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 11).

A produção do M108²⁷ já havia sido encerrada prematuramente, em 1963, devido a um entendimento do Exército Norte-Americano que preferiu padronizar o calibre 155 mm tanto nas divisões blindadas, quanto nas de infantaria mecanizada, em detrimento à continuidade do conceito de mistura de calibres. Após a Guerra do Vietnã, esse entendimento foi ratificado, ocasionando a retirada dos M108 de serviço no Exército dos EUA logo após aquele conflito.

O calibre de 105mm não se mostrou compensador para um meio de artilharia autopropulsada, devido a sua baixa efetividade em termos de entrega de explosivo, como se pode constatar analisando o Quadro 2. Não apenas dentro do perfil de força estadunidense, como também nas forças armadas em todo o mundo, manifestou-se a tendência de priorizar calibres considerados médios, como o apoio de fogo orgânico das tropas blindadas, padronizando-se o calibre 155 mm nos países da OTAN e o calibre 152 mm²⁸ como padrão nos países do Pacto de Varsóvia e afiliados. Esse entendimento se deve a um meio termo razoável entre o produto de letalidade da munição e a cadência de tiro, de um lado, e a aspectos logísticos, principalmente ligados à mobilidade, de outro.

Quadro 2 – Relação Calibre - Cadência de Tiro - Entrega de explosivo

Obus	Calibre	Nº Calibres	Projétil	Peso Granada	Peso AE ³ (Kg TNT)	Cadência de tiro teórica	Cadência de tiro sustentada	Entrega (Kg TNT / min)	Alcance
M108	105 mm	30	M1 HE	18,1 Kg	2,117 / 1,93 ¹	4 TPM	1 TPM	2,12	11,2 Km
M109A 5/A6	155 mm	39	M107 HE	43,88 Kg ²	6,62	3 TPM	1 TPM	6,62	30 Km
M107	175 mm	60	M437 A1	66,8 Kg	13,608	1 TPM	0,5 TPM	6,81	40 Km
M110	203 mm	25	M106 HE	90,72 Kg	16,465	1,5 TPM	0,5 TPM	8,23	29 Km

¹ Cavidade normal/ cavidade profunda

² com Espoleta M557

³ auto-explosivo

Fonte: Elaborado pelo autor (2019), com base em Ness; Williams (2011).

²⁷ No Brasil, o M108 entrou em serviço em 1972, proporcionando grande evolução na doutrina da Artilharia, uma vez que se tratava do primeiro veículo autopropulsado do país, o que trouxe uma inédita mobilidade ao apoio de fogo.

²⁸ Essa padronização não se aplica ao apoio de fogo de nível artilharia divisionária ou de corpo de exército. No caso norte-americano os obuseiros M107 e M110 permaneceram em serviço até 1992, quando então não foram substituídos por outro meio de artilharia de tubo, mas sim pelos lançadores múltiplos de foguetes M270, perdendo assim sua capacidade de disparar munições nucleares para a artilharia de campanha (DASTRUP, 2018, p.35). No caso da Rússia, até o presente, ela possui obuses de 2S7 Pion, de 203mm de calibre, os quais tiveram notável desempenho na recente Guerra da Ucrânia (Conflito em Donbass), além de combater nas guerras da Chechênia e Geórgia, após ter sua estreia na Guerra Soviética no Afeganistão. A versão modernizada do Pion, o 2S7M Malka, entrou em serviço em 1983 e possui sistema de controle de tiro digitalizado e cadência de tiro de 1,5 até 2,5 tiros por minuto.

Outra constatação da Guerra do Vietnã para o lado estadunidense é que embora o calibre 155mm se mostrasse satisfatório, o alcance de tiro do M109 ficou muito aquém do necessário, face o melhor desempenho do armamento soviético utilizado, sobretudo o obus autorrelocado M-46 de 130mm, cujo alcance chegava a mais de 27 Km, contra o alcance máximo de 14,6 Km do M109. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 13).

2.3.3 A primeira evolução da Família M109: os obuseiros M109A1

Assim, a partir de 1969 foram realizados os primeiros testes de protótipos dos novos obuseiros autopropulsado, os quais consistiam no mesmo chassi do M109, com a troca do tubo M126 pelo tubo M185, de 39 calibres, em contraste com o anterior que possuía apenas 20 calibres²⁹, o que representou um aumento no tamanho do tubo de 3,1 para 6,05 metros. Os testes apresentaram resultados satisfatórios, demonstrando um aumento de alcance de tiro de 14,6 Km para até 18,0 Km com o novo tubo. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 13).

O Exército dos Estados Unidos decidiu, então, modificar todos os M109 originais para o novo modelo, ora denominado M109A1, entrando em serviço naquela força armada a partir de 1973. A viatura obuseiro M109A1 recebeu, ainda, outras mudanças significativas, tais como um motor hidráulico maior e com melhoramentos, barras de torção mais fortes nas duas primeiras rodas de apoio, a fim de suportar o acréscimo de peso frontal e, ainda, um novo dispositivo de amarração do tubo (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 13).

Os modelos M109 e M109A1 estiveram também a serviço da Força de Defesa de Israel (FDI) durante as Guerras de Yom Kippur (1973) e do Líbano (1982). Na fase inicial da Yom Kippur, a FDI contava apenas com 24 unidades de M109, número que se mostrou insuficiente, face à necessidade de supressão de tropas de infantaria egípcia que, por possuírem inúmeros foguetes RPG-7 e mísseis antitanque Malyutka, causaram pesadas baixas às tropas blindadas israelenses. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 19).

²⁹ A quantidade de calibres é uma unidade de medida que representa a diferença proporcional de grandezas, expressa pela divisão do comprimento total de um determinado tubo pelo diâmetro do mesmo.

Figura 15 - Obuseiro M109A1 155mm



Fonte: Shender (2011); M109A1 (1983).

Já na Guerra do Líbano (1982), a FDI contava com 369 M109A1, os quais foram largamente empregados, tanto em missões clássicas de artilharia com tiro indireto, como em missões adaptadas com a realização de tiro direto. Neste último caso, o emprego inusitado se deu em combate urbano, com o posicionamento de baterias de M109A1 à retaguarda da formação de armas combinadas, geralmente constituída de tanques Merkava. Os M109A1 se notabilizaram por cobrir algumas deficiências dos tanques como a destruição de estruturas reforçadas de concreto, devido à grande quantidade de auto-explosivo nos projéteis de 155 mm, como também o tiro em andares superiores de edifícios, visando neutralizar snipers e atiradores de RPG. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 19).

2.3.4 Os modelos M109A2 e M109A3

Devido à necessidade de melhorias observadas a partir do M109A1 e como países da OTAN se mostraram interessados em adquirir novos obuseiros autopropulsados, haja vista não haver na Europa qualquer projeto similar compatível, começou-se a produzir simultaneamente os modelos M109A2 e M109A3, ambos muito parecidos, diferindo apenas no número de contatos do chassi com a torre. Em ambos se instalou o novo reparo M178 para melhor absorver o recuo do tubo de 39 calibres, além de outros 27 itens técnicos de segurança e manutenção, dentre os quais proteção blindada para a cabeça da luneta panorâmica, novos dispositivos de trancamento do giro da torre, novo gradil para estoque de munições na parte de trás da torre, além do aumento do espaço interno para alojar mais munições. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 15).

Os novos M109A2/A3 foram significativos para a indústria de defesa atingir um nível ótimo de melhoramento, sendo esses modelos largamente difundidos a nível mundial, inclusive no Brasil, que passou a receber obuseiros M109A3 a partir de 1999. O recebimento dos M109A3 no Brasil significou um aumento substancial no apoio de fogo dos grupos orgânicos de artilharia divisionária (AD), proporcionando aumento de alcance e letalidade ao apoio de fogo adicional, orgânico das divisões de exército (DE)³⁰.

Figura 16 - Obuseiro M109A3 155mm no Exército Brasileiro



Fonte: Fan (2015); M109A3 (2013).

Os modelos M109A2 e M109A3 foram largamente empregados pelo exército americano na Guerra do Golfo (1991), como também foram utilizados alguns exemplares de M109 e M109A1 por outros exércitos aliados. Ao todo foram 25 batalhões de artilharia do exército americano, sendo 15 deles pertencentes às divisões de infantaria e divisões blindadas, 7 das brigadas de artilharia de campanha e 3 com os regimentos de cavalaria blindada. Cada batalhão contava com cerca de 24 obuseiros. Naquela ocasião, a artilharia britânica também empregou obuseiros 60 M109, uma vez que os modelos AS-90 ainda estavam em fase final de produção. Além desses, os exércitos do Egito e da Arábia Saudita utilizaram exemplares de M109A1 e M109A2. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 37).

O desempenho dos modelos M109, à época, foi considerado satisfatório, embora não houvesse oponente à altura, uma vez que a artilharia iraquiana havia sido neutralizada

³⁰ Entre 1999 e 2001, o Exército Brasileiro adquiriu 37 (trinta e sete) VBC OAP M109 A3, oriundas de excedentes do Exército da Bélgica e mantidas pela empresa belga SABIEX S.A. Esses obuseiros foram distribuídos para os grupos de artilharia orgânicos das divisões de exército (29º GAC AP, 16º GAC AP e 15º GAC AP).

antes que pudesse oferecer ameaça ao apoio de fogo dos países aliados. Nesta ocasião, na primeira fase do combate, quando as distâncias entre as tropas aliadas e as iraquianas eram maiores, foram utilizadas as munições M549 RAP (*Rocket Assisted Projectile*) de forma intensiva. Após o começo da ofensiva, no entanto, com o encurtamento das distâncias, passou-se a utilizar as novas munições DPICM (*Dual-Purpose Improved Conventional Munition*) e M712 *Copperhead*, as quais aumentaram substancialmente a letalidade desses obuses, sobretudo as primeiras, pelo impacto tanto físico quanto psicológico que as submunições causaram sobre a tropa inimiga. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 38).

Quadro 3 – Dados evolutivos da família de obuseiros M109 (projeto norte-americano)

Obuseiro/Características	M108	M109	M109 A1	M109 A2	M109 A3	M109 A4	M109 A5	M109 A6 Paladin
Protótipo	T195 (1959) T195/E1	T196 (1959) T196/E1	M109 A1 E1	-	-	-	-	M109 A3 E2
Início da produção	1962	1962	1973	1978	-	-	1984	1992
Alcance máximo	11,5 Km	14,6 Km	18,1 Km				22 Km	24 Km
Guarnição	6	7 (5)					4	
Tubo/reparo	M103/M139	M126 ou M126E1/ M127	M185 /M178				M284 /M182	
Máxima cadência de tiro por minuto	10	4						
Peso pronto para o combate	20,8 Ton	23,8 Ton	24,1 Ton	24,9 Ton			28,8 Ton	
Vel Frente - Retaguarda	56,3 Km/h – 11,3 Km/h							
Capacidade do tanque de combustível	510 litros (480 l)							
Autonomia	354 Km (333 Km)							
Capacidade de transporte de munição	87	28	28	36	36	36	36	39
Blindagem	Duralumínio (cerca de 20 mm)							

Fonte: Centro de Instrução de Blindados (itens em vermelho referem-se às adaptações feitas no Brasil).

2.3.5 Veículos de apoio aos obuseiros

No decorrer da década de 1970, toda a frota de artilharia americana já estava baseada nos obuseiros de modelos M109A2 e M109A3. Por serem esses obuseiros considerados aptos a realizarem um apoio de fogo adequado, segundo avaliação à época,

procurou-se, a partir desse momento, priorizar a otimização da infraestrutura que os apoiava.

Relatórios apontavam que o problema da precisão recaía mais sobre os observadores avançados e os centros de direção de fogos do que sobre o obuseiro propriamente dito. Desde o início da década de 1970 já estava sendo desenvolvido um veículo blindado específico para os observadores avançados, o M981 FIST-V (*Fire Support Team Vehicle*), o qual consistia em uma viatura blindada M113, equipada com aparelhos de navegação embarcados, medidores de distância a laser e sensores de observação. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 22).

O uso de observadores avançados havia sido o grande salto que possibilitou à artilharia atirar além do alcance da visão do atirador, ainda nos anos que precederam Primeira Grande Guerra, mediante o uso da telefonia e, posteriormente do rádio, conforme já foi tratado anteriormente. Nos novos tempos, o aperfeiçoamento dos aparelhos optrônicos, como o telêmetro a laser e a disponibilização de meios de navegação inercial, formariam os elementos essenciais para que um novo avanço tecnológico no campo da observação ocorresse.

Antes do FIST-V, o observador teria que, com o uso de bússola e uma carta topográfica, estimar sua posição aproximada, como também a localização do alvo e, em seguida, medir o azimute da primeira para a segunda, por intermédio de transferidores e esquadros. Após isso, deveria, ainda, ser capaz de conduzir o tiro para o alvo, por meio de correções em direção e alcance, obtidos pelos retículos dos binóculos e transmitir essas correções à central de tiro que, por sua vez, realiza os cálculos de correção e os retransmite às peças (obuses). Esse processo poderia demorar algumas dezenas de minutos, mesmo com um observador adestrado.

Além disso, para realizar a observação dos impactos no alvo, o observador deveria sair da viatura e ocupar uma posição em meio à vegetação ou - o que seria ainda pior - em campo aberto, abrindo mão de sua proteção blindada. Vale lembrar que a posição que o observador ocupa é muito próxima ao inimigo e que realizar tal procedimento no contexto de um combate eminentemente móvel, como é o combate moderno, se tornaria inviável. Assim, o conceito de viatura FIST-V veio a integrar, numa só plataforma, todos os instrumentos indispensáveis que permitem ao observador avançado realizar uma

observação relativamente rápida e segura, do interior da viatura blindada, por meio da automatização dos procedimentos já mencionados.

Em 1976, por ocasião da HELBAT 6 (*Human Engineering Laboratory Battalion Artillery Test 6*), foi testado pela primeira vez o M981, como também se iniciou o desenvolvimento de uma viatura blindada que fizesse o reabastecimento da munição, que viria a ser classificada como M992 FAASV (*Field Artillery Ammunition Support Vehicle*).

Figura 17 – Veículo M981 FIST-V (*Fire Support Team Vehicle*)



Fonte: Sherman (1998)

O conceito que deu origem à viatura FAASV se deve ao fato de que o maior motivo que limitava o aumento na cadência de tiro sustentada do obuseiro devia-se, não propriamente ao obuseiro, mas sim à munição disponível para o tiro. Anteriormente, essa munição era trazida das bases logísticas por uma viatura sem qualquer proteção blindada, a viatura de transporte de carga M548, a qual consistia numa adaptação a partir do chassi do blindado de transporte de pessoal M113 e era desprovida também de qualquer sistema que automatizasse o remuniamento. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 34).

A M992 FAASV consiste basicamente numa adaptação muito simples, a partir do chassi do M109, com uma estrutura fixa à retaguarda, que contém um rack de estoque em forma de favo, possibilitando alojar 93 projéteis de 155mm, 99 cargas de projeção e 104 espoletas. Durante as operações de reabastecimento, a viatura de apoio recua em direção ao M109. A munição, então, passa do M992 para o M109 por meio de uma bandeja transportadora que conecta os dois veículos.

Sendo assim, após os testes iniciais, em 1983, foi iniciada a produção inicial dos M992. Uma década mais tarde foi lançado o novo modelo – M992A1 – baseado no chassi do M109A6 *Paladin*, com diversas modificações, sendo a principal delas o motor de 440 HP (do Inglês *Horse Power* - Cavalos de Potência), como também mudanças no alojamento de munições, na porta traseira e no transportador de munição. Em abril de 1992 foi lançada a versão M992A2, com melhorias no radiador, dentre outros. A primeira aparição dos M992 em combate foi em 1991, durante a Guerra do Golfo, otimizando o processo de logística de munição daquela operação.

Figura 18 – Veículo M992 FAASV (*Field Artillery Ammunition Support Vehicle*)



Fonte: Sherman (2000).

2.3.6 Os modelos M109A4, M109A5 e M109A6

O Exército dos EUA começou a estudar substituições aos obuseiros M109 A2 e A3 em 1979 em um programa denominado ESPAWS (*Enhanced Self-Propelled Artillery Weapon System*) que se mostrou demasiadamente caro. No início de 1980 começou o programa DSWS (*Division Support Weapon System*), o qual seguiu em três direções distintas:

- a) programa de extensão de vida útil dos M109, denominado HELP (*Howitzer Extended Life Program*), que incluía pequenos melhoramentos;
- b) programa de aprimoramentos mais extensivo, denominado HIP (*Howitzer Improvement Program*); e
- c) um novo programa que reformularia todo o projeto do obuseiro, que mais tarde viria a ser denominado Programa *Crusader*. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 23).

O programa HELP centrou-se basicamente em melhorias para o sistema de proteção química, biológica e nuclear (QBN). A fabricação do protótipo se deu em 1984, denominado M109E4, o qual após classificado como M109A4 ficou restrito à Guarda Nacional e a batalhões reserva dos EUA. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 23).

Já o programa HIP testou três diferentes bocas de fogo, a XM282 de 58 calibres (aproximadamente 9,0 metros de comprimento), a XM 283 de 29 calibres (aproximadamente 4,5 metros) do obus autorrebocado M198 e a XM284, de 39 calibres (aproximadamente 6,05 metros), baseada no tubo M185 dos M109A2. Foi assim selecionado o tubo M285 sobre o reparo M182A1 que deu origem aos modelos M109A5 e M109A6. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 23).

Apesar do novo conjunto boca de fogo-reparo proporcionar um ganho de mais de 4 km no alcance do tiro, esse fator não era mais a principal preocupação do exército americano, desde que as artilharias divisionárias haviam recebido os lançadores múltiplos de foguetes (LMF) (*Multiple Launch Rocket System - MLRS*), que assumiram a missão de prolongar os fogos e realizar a contrabateria. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 24).

A habilidade mais importante a ser desenvolvida naquele momento era a capacidade “*shoot and scoot*” (atirar e fugir) e nesse aspecto o programa HIP foi considerado um divisor de águas. Antes do programa HIP, as baterias tinham que se desdobrar em posições estáticas, devendo a posição de cada peça ser levantada topograficamente com o trabalho minucioso de uma equipe especializada, além da necessária conexão de toda a bateria com o centro de direção de tiro (equivalente à central de tiro). Em consequência, as baterias demoravam muito tempo para se desdobrar, atirar e sair de posição, ficando assim vulneráveis a fogos de contrabateria. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 24).

A adoção dos novos lançadores múltiplos de foguetes (LMF) revolucionou as táticas de artilharia, devido a um sistema interno de navegação conectado a um sistema digital de controle de fogos. Com isso, essas baterias de foguetes possuíam capacidades nunca vistas até então, de entrar em posição rapidamente, mesmo em posições não previamente levantadas topograficamente, atirar a partir dessas posições alguns instantes após receber a ordem de tiro e se evadir em fração de minuto, antes mesmo que os fogos de contrabateria as pudessem atingir. O Comando do Exército dos Estados Unidos passou a desejar que cada M109 tivesse essa mesma característica, o que se tornou possível graças ao advento de novas tecnologias responsáveis por tornar processadores e capacitores simultaneamente

cada vez menores e com maior velocidade de processamento. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 24).

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

Figura 19 – Obuseiro M109A6 155mm - *Paladin*



Fonte: McIntire (2009).

De 1993 a 1996 as unidades de artilharia do Exército Americano foram equipadas com o M109A6, enquanto que as unidades da Guarda Nacional dos EUA receberam os M109A2/A3 remanescentes, com uma nova configuração, na qual foram colocados o mesmo tubo e reparo do M109A6, sendo então renomeados M109A5, os quais permaneceram com a torre antiga e sem os sistemas de controle de tiro e navegação inercial desenvolvidos.

Assim, em fevereiro de 1990, o protótipo do programa HIP foi classificado como obuseiro M109A6, apelidado *Paladin*, fazendo alusão a um personagem de seriado

americano do velho oeste rápido no gatilho. De fato, das características do *Paladin*, a que mais chama a atenção é a automação dos processos, que o fazem reduzir seu tempo de entrada em posição para realização do tiro de 12 (doze) minutos – tempo de entrada em posição do M109A2/A3 - para impressionantes 2 (dois) minutos. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 24).

Os obuseiros *Paladin* entraram em combate durante a Operação *Iraqi Freedom* (2003), tendo seu desempenho sido classificado como “magnífico” pelo Coronel Thomas Torrance, então comandante da artilharia divisionária estadunidense, que relatou no *Field Artillery Journal*:

É um sistema extremamente capaz, que consistentemente põe os tiros no alvo em menos de dois minutos após o recebimento da missão, mesmo em movimento. Baterias de tiro disparavam regularmente de auto-estradas, estradas secundárias estreitas e deserto aberto para entregar suas munições com uma precisão devastadora. O sistema aguentou bem os rigores da batalha, como mostra nossas forças de combate, que nunca caíram abaixo de 51 de 54 sistemas. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 39, tradução nossa³¹).

2.3.7 O Obuseiro M109A7 155mm PIM (*Paladin Integrated Management*)

No final dos anos 1990, o Exército dos EUA iniciou um programa com vistas a substituir os M109A6 por um projeto totalmente novo, o XM2001 *Crusader* que, juntamente com sua viatura muniçadora XM2002, foi considerado à época “além do estado da arte”, em que os sistemas seriam todos automatizados, chegando a uma cadência de tiro de 10 (dez) tiros por minuto, com uma gama variada de munições especiais. O protótipo, no entanto, foi considerado muito pesado para os padrões requisitados. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 33).

Outra iniciativa, dentro do escopo do *Future Combat System*, foi desenvolvimento do *NLOS-C (Non-Line of Sight Cannon)*, que seria um veículo com propulsão híbrido-elétrica, extremamente leve e silencioso, totalmente automatizado, em que uma guarnição de apenas dois homens poderia gerenciar todas as missões de tiro e navegação. O programa, no entanto, mostrou-se muito dispendioso, não vindo a ser adotado.

³¹ Do original em Inglês: “It is an extremely capable system that consistently put rounds down-range in less than two minutes after mission receipt, even on the march. Firing batteries regularly fired from superhighways, narrow secondary roads, and open desert to deliver their munitions with devastating accuracy. The system held up well to the rigors of the battle as shown by our fighting strengths never dropping below 51 of 54 systems.”

Finalmente, voltou-se para a linha de produção já consagrada da família M109, ao produzir um obuseiro aos moldes do *Paladin*, porém alterando-se do projeto inicial a base do chassi das viaturas *Bradley*, visando a uma padronização de estrutura bem como aumentar o tempo de vida útil, o que deu origem ao PIM (*Paladin Integrated Management*) que recentemente recebeu a classificação de M109A7 e já vem sendo adotado por algumas unidades do Exército Americano.

Diante de uma série de deficiências apontadas já na fase de produção limitada do PIM, apontando a necessidade da troca do tubo de aço por um de cromo, bem como a troca do sistema de transmissão, gerando com isso gastos imprevistos, bem como atrasos na programação. A fase de produção intensiva finalmente teve início em 2018, sendo que algumas unidades já começam a chegar nos corpos de tropa.

Figura 20 - Obuseiro M109A7 155mm - PIM



Fonte: M109A7 (2011).

2.3.8 Projetando o futuro

Antes mesmo da distribuição dos M109A7 ter sido realizada, foram realizados testes no Campo de Provas de Yuma do Exército dos EUA, no sudoeste do Arizona, com vistas a desenvolver um novo protótipo de obuseiro até 2023 (The Associated Press, 2018).

O novo armamento faz parte do programa *AERCA* (*Army's Extended Range Cannon Artillery*) que tem por objetivo desenvolver um obuseiro autopropulsado derivado do M109A7 PIM, com tubo de 58 calibres (9 metros) cuja capacidade de alcance tiro ultrapasse 70 quilômetros, acrescido ainda de uma nova culatra e uma nova câmara projetada

para alojar carga explosiva aumentada (JUDSON, 2019; THE ASSOCIATED PRESS, 2018).

Segundo o Coronel John Rafferty relata, “os testes visam derrotar adversários em potencial que já tenha desenvolvido capacidades de artilharia que superam seus pares americanos.” (THE ASSOCIATED PRESS, 2018).

Dentro do mesmo programa, existe ainda a previsão de desenvolver um protótipo com carregamento automático. Este, porém, devido à complexidade de desenvolvimento não apenas do sistema de autocarregamento, como também dos elementos de tiro, como projétil, carga de projeção e espoleta adequados, começaria a ficar pronto a partir de 2024, ainda na fase de protótipos. (JUDSON, 2019).

2.4 A IMPORTÂNCIA DA ARTILHARIA DE CAMPANHA NO CONTEXTO ATUAL

Ao analisar as operações da OTAN lideradas pelos EUA, e compará-las com as que a Rússia tem empreendido, pode-se constatar uma notável diferença. Ambos desenvolveram uma rede de C4ISR (sigla em Inglês para Comando, Controle, Comunicações, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento), porém enquanto o primeiro deposita excessiva confiança em seu apoio de fogo aéreo, mesmo para operações terrestres ao nível tático, uma vez que aquela força transnacional somente realiza operações em terra após ter estabelecido supremacia aérea, seu tradicional rival não pressupõe essa mesma supremacia, o que o levou ao longo dos últimos anos a investir no desenvolvimento de sua artilharia de campanha.

Já no período da Guerra Fria, notava-se uma defasagem em calibre e alcance dos Estados Unidos em relação à antiga União Soviética. Mais recentemente, essa defasagem se tornou notável, devido à crença na unipolaridade e ao fato de que o maior adversário configuraria em um ente não estatal, dentro de um quadro de insurgência. A potência ocidental foi levada, com isso, ao equívoco de relegar à segunda importância o desenvolvimento de plataformas de apoio de fogo pesado por terra.

Algumas evidências dessa constatação podem ser verificadas no artigo “*King of Battle: Russia breaks out the big guns*”, do Capitão Harrison Brandon Morgan e do Coronel Liam Collins, de 2019, fruto de observações feitas em relação à Guerra em Donbass.

Naquela ocasião em julho de 2014, as forças paramilitares patrocinadas pela Rússia surpreenderam os ucranianos numa contraofensiva em que combinaram uma rede de aeronaves remotamente pilotadas, com ataques cibernéticos, eletrônicos e fogos massivos de artilharia. Apenas três minutos de fogos foi o necessário para dizimar e desmoralizar as forças ucranianas, pois a execução ciberataques nos sistemas de comando, controle e comunicações, seguida de lançamentos massivos de foguetes a partir de lançadoras BM-21 Grad, teve efeito avassalador. (COLLINS; MORGAN, 2019).

Afora isso, constatou-se que, ao contrário dos americanos que desativaram sua artilharia pesada após a Guerra do Golfo, permanecendo apenas com os obuseiros de 155 mm, os russos mantêm ativos os 2S7 Pion, de 203 mm, que possuem um alcance máximo de 37,5 km; além disso ativaram seus morteiros pesados 2S4, de 240 mm, capazes de atingir até 20 Km com munição especial.

A comparação entre esse conflito e os embates no Golfo Pérsico se deu da seguinte forma: enquanto a artilharia não foi a maior causa de baixas nas guerras do Golfo, Afeganistão e Iraque, em Donbass, o “Rei das Batalhas” causou 80% das baixas. Os autores atribuem a causa disso ao fato de que os investimentos em artilharia deram aos russos uma supremacia tática sobre os Estados Unidos neste quesito.

Outra evidência dessa importância que a Rússia credits ao seu poder de fogo terrestre, nos apresenta James Quinlivan, a partir de suas observações a respeito da Guerra na Síria:

Ao reintroduzir a artilharia na Síria para apoiar operações de armas combinadas, os russos podem ter revelado algo sobre a guerra que eles e os sírios preveem. Juntamente com o aumento dos ataques aéreos, os sírios e seus conselheiros russos procuram revitalizar as forças armadas combinadas, e a artilharia é fundamental para a visão de tais forças. A artilharia é particularmente importante para operações ofensivas, fornecendo uma presença contínua que as atuais instalações aéreas russas não podem sustentar. (QUINLIVAN, 2016, tradução nossa).

No entanto, a partir de 2018 os EUA parecem ter retomado a consciência acerca de sua deficiência com relação ao poder de fogo de artilharia de campanha. Prova disso é que, simultaneamente à distribuição dos novos obuseiros M109A7 às unidades de artilharia, começou a desenvolver um novo projeto de um obuseiro de 58 calibres com alcance além de 70 km e carregamento automático, com vistas a aumentar sua cadência de tiro. Segundo Jed Judson, os protótipos do Programa para obuseiro de artilharia com alcance aumentado

(*Extended Range Cannon Artillery Program – ERCA Program*) deverão ficar prontos em 2023 (JUDSON, 2019).

De fato, tanto a postura russa quanto a retomada da consciência americana, evidenciam algumas constatações:

- a) o excesso de confiança no poder aéreo, no caso norte-americano, deixa de fazer sentido em um mundo multipolar: em uma situação em que contendores com poder similar se enfrentem, é improvável que venha a se estabelecer uma supremacia aérea, devendo ocorrer apenas curtos períodos de superioridade aérea;
- b) aeronaves são vulneráveis ao clima, o que não ocorre com o apoio de fogo terrestre;
- c) incursões aéreas têm caráter temporário e dependem de bases estabelecidas em terra, o que não ocorre com a artilharia que, ainda que esteja sujeita à detecção de sensores, pode permanecer desdobrada de forma permanente, considerando as necessárias mudanças de posição;
- d) o custo das operações aéreas quanto do próprio desenvolvimento de aeronaves de combate é significativamente mais elevado que o custo de operação com apoio de artilharia de tubo e da fabricação desses sistemas.

A título de exemplo, optou-se por traçar uma comparação entre as aeronaves de ataque ao solo AMX e uma bateria de M109A5+BR:

Quadro 4 – Comparação M109A5+BR e AMX

Armamento	Quantidade	Preço (US\$)	Entrega de Munição	Obs.
M109A5+BR	4	16.500.000,00	3.450 Kg	Executado por 1 bateria em 20 min. na cadência de tiro sustentada (1 tiro por minuto)
AMX	1	6.750.000,00	3.500 Kg	Bomba terra-ar

Fonte: Elaborado pelo autor (2019), com base em Ness; Williams (2011).

A partir da comparação estabelecida no Quadro 4, é possível constatar que vinte minutos de fogos de uma bateria, constituída de quatro peças de M109A5+BR, equivale, em termos de entrega de munição, a uma aeronave de ataque ao solo AMX, a um valor equivalente a 40% daquele vetor aéreo. Cumpre aqui ressaltar que a presente comparação visa tão somente traçar um paralelo entre as plataformas aéreas e terrestres no quesito entrega de munição, sem entrar no mérito da função específica de combate exercida por

ambas que, como se sabe, tem caráter distinto. A entrega de munição, portanto, consiste no denominador comum entre Força Aérea e Artilharia de Campanha.

2.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

A partir do quadro evolutivo descrito no presente capítulo que delineou a evolução da Artilharia de Campanha é possível depreender que desde as origens, passando pelos processos evolutivos e transições tecnológicas, a Artilharia sempre esteve diretamente relacionada às capacidades produtivas de cada época, como também fortemente ligada aos decorrentes efeitos políticos, particularmente os direcionados à expansão territorial ou à posse de territórios com importância estratégica.

Assim, conforme as pesadas peças de artilharia foram adquirindo mobilidade, tornou-se viável a formação, primeiramente, dos Estados Soberanos Territoriais e, posteriormente, dos impérios em âmbito global. A exceção à lógica da formação de impérios unificados se deu na Europa Ocidental, onde o equilíbrio das capacidades na produção de armamentos pesados, notadamente os canhões, resultou no surgimento do Sistema Internacional.

Dessa forma, como foi constatado no decorrer do estudo, a mobilidade sempre foi fator intrínseco na relevância do apoio de fogo prestado pela Artilharia de Campanha, que tirou proveito dos avanços tecnológicos, herdando mobilidade estratégica das ferrovias oriundas da Primeira Revolução Industrial e mobilidade tática com as guerras de movimento decorrentes da Segunda Revolução Industrial. Dessa última, resultaram os obuseiros autopropulsados que são, até hoje, elementos essenciais no apoio de fogo terrestre convencional.

Não obstante os EUA estarem na vanguarda do desenvolvimento dos primeiros autopropulsados, este elemento foi imprudentemente negligenciado ao longo das últimas décadas, pelo excesso de confiança que aquele país depositou no apoio aéreo dentro do contexto de um mundo unipolar, no paradigma da Guerra Centrada em Redes, conforme se verá no próximo capítulo.

Recentemente, analistas de defesa constataram, devido a essa negligência estadunidense, ter a Rússia adquirido supremacia tática sobre os Estados Unidos no quesito Artilharia de Campanha, ao que os EUA parece terem reagido ao reativar o programa

AERCA, com vistas a desenvolver um obuseiro de longo alcance e com capacidades otimizadas.

Em relação ao obuseiro M109, a partir das lições aprendidas nos campos de batalha no Vietnã (1965-73) e da Guerra do Líbano (1982), onde foram utilizados obuseiros M109, é possível depreender que, mesmo em situações que exijam o emprego dos AP de forma diversa de sua concepção original, essas plataformas de guerra mostraram ter papel relevante, revelando flexibilidade de emprego, até mesmo em situações de guerra irregular ou de combate urbano, empregando o tiro direto no interior de localidades.

Dentro deste quadro, a aquisição do obuseiro M109A5+BR se justifica por diminuir o hiato de capacidades de combate do Exército Brasileiro, numa função de combate – a Artilharia de Campanha – que foi posta em dúvida nas últimas décadas, mas que recentemente se mostrou relevante, pelo contexto de uma suposta multipolaridade, bem como pela aparente simetria entre as capacidades operacionais.

Foi assinalado, ainda, o fator custo de operação desse sistema e sua característica de presença e operação a qualquer tempo, em contraposição ao poder de fogo aéreo, não desqualificando este último, haja vista suas inerentes diferenças funcionais, mas com o único propósito de ressaltar a necessidade de um apoio de fogo prestado em terra, dada a relevância, demonstrada em conflitos recentes, que tem sido atribuída ao poder militar terrestre convencional.

3 A ARTILHARIA INTEGRADA À REDE

Conforme foi visto no capítulo anterior, a Artilharia desde seu surgimento e passando pelos sucessivos impulsos evolutivos, sempre esteve ligada às ideias mais avançadas de tecnologia de cada período. Contudo, com o advento do tiro indireto de longo alcance – ou tiro além da visada do atirador, possibilitado graças ao uso do rádio a partir de observadores avançados - surgiram problemas a serem equacionados, conforme se verá mais detalhadamente na seção que segue.

Mais recentemente, com o advento da digitalização em combate, surge um novo desafio que seria integrar a Artilharia ao conceito de Guerra Centrada em Rede³². O relato que Boot (2003) nos traz ressalta o papel que os meios tecnológicos tiveram na Guerra do Iraque (2003), poupando vidas e possibilitando empregar um efetivo drasticamente menor que na Guerra do Golfo (1991), e que provavelmente terão em futuros conflitos.

O presente capítulo pretende esclarecer alguns aspectos ligados à integração da Artilharia à rede, como também a aspectos relacionados ao conceito de “Transformação Militar” que têm causado grande impacto nas forças armadas do mundo inteiro, sobretudo após os eventos da Guerra do Afeganistão e do Iraque.

3.1 O PRENÚNCIO DO USO DE PLATAFORMAS AÉREAS PARA ATIVIDADES DE RECONHECIMENTO, VIGILÂNCIA E INTELIGÊNCIA

“[...] O império dos ares, que estava reservado aos deuses, foi conquistado pelo homem em 8 de agosto de 1709 [...]” (LAVANÈRE-WANDERLEY, 2017, p. 20, tradução nossa)³³.

Esses expressivos dizeres estão grafados em uma placa de bronze, mandada fazer por integrantes da esquadrilha “*Sol de Mayo*”, da Aviação Militar Argentina, em 1933 e hoje encontram-se eternizados na cidade de Santos, São Paulo, junto ao monumento construído em homenagem ao Frei Bartolomeu Lourenço de Gusmão, considerado inventor

³² Conceito desenvolvido por Arthur Cebrowski, o qual envolve combinação de táticas, técnicas e tecnologias emergentes, com o advento da Era da Informação, que uma força integrada emprega para criar vantagem de combate decisiva, por intermédio da ligação de sensores, sistemas de comunicações e sistemas de armas em uma rede interconectada (CEBROWSKI, 2013, p.13).

³³ Do original em Espanhol, conforme Lavanère-wanderley (2017, p. 20): “*La aeronáutica militar argentina a Fray Bartolomé Lorenzo de Guzman. El imperio de los aires, que estava reservado a los dioses, fué conquistado por el hombre el 8 de agosto de 1709. Año MCMXXXIII.*”

do primeiro aerostato. O engenho aéreo concebido pelo frei, consistia de um balão esférico que se elevava pela ação do ar aquecido, cujo lançamento foi demonstrado na corte do Rei Dom João V, em Lisboa.

Apesar de causar grande impacto na corte portuguesa de então, o invento não teve aplicação prática imediata, sendo novamente relançado pelos irmãos Montgolfier, fabricantes de papel da localidade de Annonay, sul da França, os quais fabricaram um grande balão esférico que se elevou por efeito do ar aquecido, em julho de 1783. Meses depois foi publicada por um grande jornal de Paris a seguinte constatação:

Neste momento eu me convenci de que esse aparelho, custando pouco, podia ser muito útil para um exército **descobrimo as posições do inimigo, seus movimentos, seus avanços, seus dispositivos**, sendo que todas essas **informações** poderiam ser transmitidas às tropas que estivessem operando o balão. Acredito que, com as devidas precauções, é igualmente possível utilizar esse aparelho no mar. Eis, senhores, um precioso instrumento que o tempo aperfeiçoará para nós. (LAVANÈRE-WANDERLEY, 2017, p. 22, grifos nossos).

A primeira aplicação militar de aerostatos se deu em 1794, nas campanhas que se seguiram à Revolução Francesa, entre as quais merece destaque a Batalha de Fleurus, quando, graças à observação aérea do dispositivo inimigo realizada pelo Corpo de Aerostatos do Capitão Coutelle, o General Jourdan pôde vencer tropas austríacas e holandesas.

A partir de então, o uso de balões se tornou intensivo, vindo a ter papel de destaque nas guerras travadas a partir da segunda metade do século XIX, dentre as quais os mais brilhantes relatos constam nas Guerras de Secessão, Guerra da Tríplice Aliança e Guerra Franco-Prussiana.

O uso do telégrafo eletromagnético, a partir de 1840, já havia proporcionado um grande avanço ao exercício do comando, possibilitando que a partir de um posto de comando recuado fosse possível manter contato com uma tropa em avanço (MCNEILL, 2014, p. 298).

Durante a Guerra de Secessão teve lugar a primeira observação aérea de um tiro de artilharia, na batalha de Falls Church, no dia 24 de setembro de 1861, como também do uso do telégrafo com fio a bordo de balão. Em uma das missões de reconhecimento aéreo que tiveram lugar após a Batalha de Manassas, foi possível esclarecer a situação, a partir da observação de um cerco inimigo, tranquilizando o comando dos estados do norte quanto à

falsa notícia de uma ofensiva sulina, que teria sido devastadora. (LAVANÈRE-WANDERLEY, 2017, p. 25).

3.1.1 A observação aérea a partir de aeronaves

Inúmeras tentativas de um sistema de propulsão para balões foram feitas; algumas com relativo êxito, mas somente no início do século XX, com o avanço da tecnologia e o aperfeiçoamento do motor a explosão, foi possível dar dirigibilidade efetiva a um aparelho dotado de asa, mais pesado que o ar: o aeroplano.

A Primeira Guerra Mundial consagrou o uso do aeroplano tanto como arma de ataque ao solo – o que em certa medida, assumiu parte do papel desempenhado pela artilharia em combate - quanto como plataforma de reconhecimento, vigilância e inteligência.

Porém foi apenas com o uso de rádios embarcados em aeronaves, já no curso da Segunda Guerra Mundial, que se tornou viável realizar a observação aérea, tanto para a coordenação do ataque aéreo ao solo, quanto para a observação aérea do tiro de artilharia.

Sobre a função de Controlador Aéreo Avançado (FAC), Fabio Castro aborda o tema nos seguintes termos:

A função do Controlador Aéreo Avançado (FAC) é detectar, localizar e identificar alvos visualmente no campo de batalha e coordenar o ataque por aeronaves táticas contra estes alvos. A tarefa de coordenação é importante para evitar fogo amigo e danos colaterais sendo à função primária do FAC. (CASTRO, 2008).

3.2 OS SUBSISTEMAS DA ARTILHARIA DE CAMPANHA

Com o desenvolvimento armamentista ocorrido nos primeiros anos do século XX, que possibilitou o desenvolvimento de obuseiros dotados de sistema de recuo, sistema de conteiramento e sistema de pontaria adequados³⁴, somado aos avanços nos meios de comunicações, primeiramente com o telégrafo e posteriormente com o rádio, estavam consolidadas as bases para que o tiro extrapolasse os limites da visada do atirador. Além disso, com o aumento dos calibres, também fez-se aumentar o alcance, o que tornou

³⁴ Maior detalhamento sobre estes avanços técnicos do início do Século XX podem ser consultados no subtítulo 2.1.5 do capítulo precedente.

necessário lançar um observador para posições avançadas, de modo que este pudesse conduzir o tiro de trajetória curva à direção do alvo desejado.

No entanto, um impasse havia surgido: como transformar as correções do observador para o tiro em medidas que pudessem ser convertidas para os registros dos obuses, agora mais sofisticados, uma vez que contavam com modernos dispositivos de pontaria?

Esses dispositivos de pontaria consistiam em maniveladas interconectadas com engrenagens, as quais possibilitavam apontar o tubo na direção do tiro, mediante o registro de ângulos horizontais – denominados deriva – e verticais – elevação, com precisão de milésimos³⁵.

Considerando-se, ainda, que, devido à trajetória parabólica que o tiro mergulhante descreve, um eventual equívoco no registro da pontaria desses sistemas de obuses da ordem de 100 milésimos (o que equivale a um ângulo de 5,6°), tomando-se uma distância hipotética de 10 km de alcance de tiro, ocasionaria em um desvio de um quilômetro do impacto da explosão da granada na linha de alvos, erro que, quando menos, resultaria na perda do momento oportuno em atacar o inimigo no local adequado, ou, o que seria ainda pior, poderia ocasionar fratricídio, caso houvesse tropa amiga nas proximidades dos alvos inimigos.

Devido a problemas dessa ordem, foi necessário desenvolver um sistema complexo de técnicas, como a técnica de tiro, a topografia e a técnica da observação do tiro, dentre outras, cuja resultante, seria a correta execução do tiro.³⁶

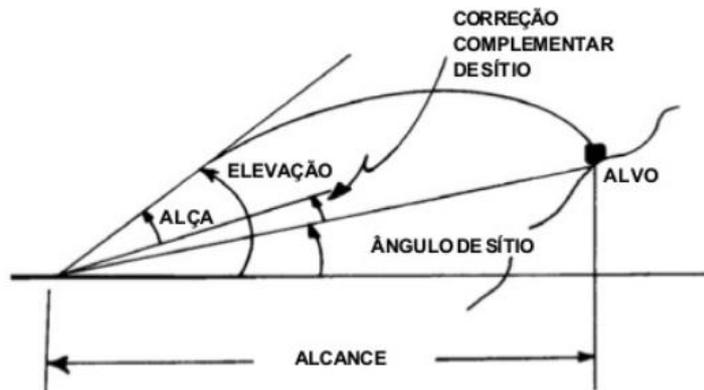
Assim seriam constituídas as equipes: à central de tiro caberia executar todos os cálculos necessários para a execução da missão de tiro recebida do escalão superior, o que envolvia uma gama de procedimentos como medição do alcance entre o centro da bateria e

³⁵ Nas unidades de medidas angulares, 1° (grau) equivale a 17,7" (milésimos). Uma circunferência que mede 360°, portanto, em milésimos apresenta 6400". Um sistema milesimal, portanto, proporciona acuracidade muito maior que um sistema baseado em graus.

³⁶ Por tiro entende-se o conjunto de granadas disparadas, dentro da especificidade demandada, vindo a ocasionar o efeito desejado. Esse efeito difere em função da natureza e características do alvo. Apenas a título de exemplo, para alvos blindados usa-se granadas perfurantes com espoleta retardo, para tropa não blindada fora de espaldão usa-se granada auto-explosiva com espoleta tempo. A quantidade de granadas também deve ser calculada em função das dimensões do alvo, o que pode resultar ainda em diferentes registros de deriva e elevação, caso esse alvo tenha grandes dimensões. Ainda, deve-se calcular o tempo exato em que o tiro cairá no alvo. Esse cálculo é realizado a partir da missão de tiro, a qual se baseia em dados de inteligência, como, por exemplo, o momento exato em que uma tropa de determinada natureza realizará a passagem por um trecho estreito do terreno, que torna propício seu engajamento por meio de uma missão de tiro de tipo “emboscada”.

o alvo, com o auxílio de uma prancheta de tiro, o cálculo na escolha da deriva e da elevação a serem registrados nos aparelhos de pontaria das peças, como também o cálculo da quantidade de carga de projeção do propelente a ser utilizado, dentre inúmeros outros.

Figura 21 – Trajetória mergulhante com ângulos de tiro e alcance



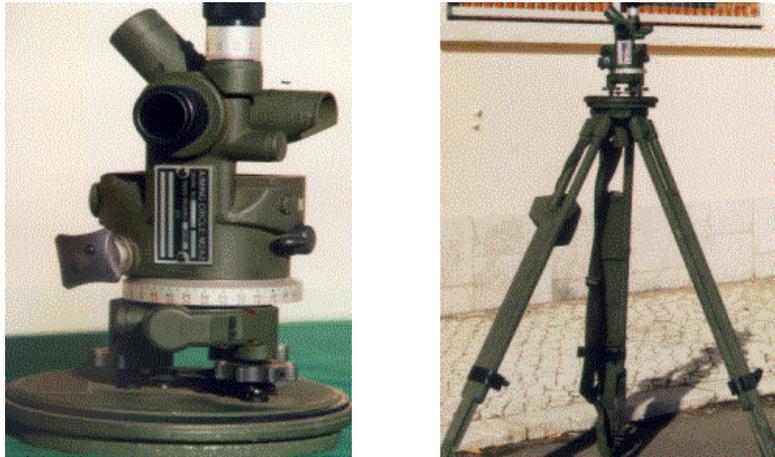
Fonte: Brasil (2001, p. 1-6).

À equipe responsável pela topografia caberia realizar todo o levantamento topográfico, tanto das áreas de provável ocupação das baterias de obuses, como também das áreas de alvos, tudo com vistas a levar em conta o menor desnível no terreno entre a região onde o projétil seria disparado e onde este explodiria, de modo a inserir esses desníveis nos cálculos da central de tiro. Para isso, utilizavam-se inicialmente de instrumentais tais como fitas métricas, estacas, fios-de-prumo e goniômetros-bússolas³⁷, além de realizar cálculos trigonométricos para obter as coordenadas retangulares³⁸ e desníveis resultantes.

³⁷ O goniômetro-bússola é um teodolito utilizado em levantamentos topográficos de artilharia para medir ângulos verticais de amplitude limitada e quaisquer ângulos horizontais. É também utilizado para realizar a pontaria de uma bateria de obuses. Seu uso se limita a trabalhos com precisão de 1/500. (BRASIL, 1986, p. 3-10).

³⁸ Conforme Brasil (1980, p 6-6), coordenadas retangulares são baseados no Sistema Mercator, normalmente conhecida como projeção UTM (*Universor Transverse Mercator Projection*). Esse sistema estabelece coordenadas numa projeção de um plano quadriculado com divisão em 60 fusos de projeção na longitude e 20 fusos na latitude. É utilizada mundialmente entre as latitudes 80° Sul e 84° Norte.

Figura 22 - Goniômetro-bússola



Fonte: Moscone (2011).

Também os observadores tiveram que desenvolver uma técnica de observação e condução do tiro de modo a obter as correções correspondentes. Para isso, passaram a utilizar binóculos com retículos, além de bússolas e cartas topográficas³⁹ os quais facilitavam a obtenção das correções, num cenário extremamente dinâmico e perigoso, uma vez que estes estariam em contato aproximado com o inimigo.

Além dos avanços já citados, a química aplicada à industrialização das cargas de projeção, com uso de pólvora sem fumaça, ainda na década de 1890, segundo Alves (1959, p.232), permitiu que as munições fossem fabricadas mediante a padronização de força explosiva, sem a qual seria inútil a sequência de cálculos trigonométricos. Além disso, devido aos aprimoramentos no processo de fabricação, foi possível a produção em lotes, o que possibilitou uma certa regularidade no tiro enquanto se utilizavam munições de um mesmo lote. No entanto, persistia um grave problema de imprecisão, o qual decorria sempre que se utilizassem munições de lotes diferentes. (DUNNIGAN, 1996, p. 26).

Somado às características específicas das munições, havia ainda o problema do clima pra resolver. Após serem disparadas, as granadas eram submetidas, no decurso de sua

³⁹ De acordo com o Manual Leitura de Cartas e Fotografias Aéreas “carta é a representação em escala, sobre um plano, dos acidentes naturais e artificiais que se encontram na superfície do solo, bem como da configuração dessa superfície. [...]” (BRASIL, 1980, p. 2-1). Dentre os tipos de cartas, as mais utilizadas em operações militares são as cartas topográficas que, segundo Brasil (1980, p. 2-1), reproduzem “os acidentes naturais e artificiais da superfície terrestre de forma mensurável, mostrando suas posições horizontais e verticais. A posição vertical ou relevo é normalmente determinada por curvas de nível, com as cotas referidas ao nível do mar.”

trajetória balística rumo ao alvo, à diversidade das condições meteorológicas, o que ocasionava grandes variações no resultado do tiro.

Assim, diferentes tipos de granadas, disparadas de diferentes peças de artilharia, em diferentes condições meteorológicas, poderiam lançar a granada centenas de metros distante do ponto exato onde esse se encontrava. (DUNNIGAN, 1996, p. 26).

Em grande medida, segundo Dunnigan (1996, p. 26), esses problemas foram resolvidos com o tiro de regulação, que consiste num método prático, no qual se realiza um disparo a partir de uma das peças da linha de fogo. Ao estourar da granada, é possível ao observador verificar quantos metros esse tiro caiu fora do alvo, tanto em direção, quanto em alcance. A partir de então, a central de tiro realoca o alvo em um transferidor de locação posicionado sobre uma prancheta de tiro, como se o alvo tivesse se deslocado e, a partir disso, mede novos dados de deriva e elevação para a peça que atirou. E assim procede até que o tiro acerte o alvo, dentro de padrões aceitáveis de acordo com o raio letal da granada.

Como as condições meteorológicas se alteram dentro de um mesmo espaço geográfico no transcurso das horas, o tiro de regulação foi considerado válido dentro das primeiras quatro horas. Quando o tempo entre o tiro de regulação e os tiros da preparação para o ataque superavam essas quatro horas de validação, era necessário o uso de outro artifício: um balão meteorológico que, ao ser lançado, poderia obter as alterações do clima, as quais seriam inseridas no cálculo do tiro por intermédio de boletins meteorológicos.

Assim, vários outros recursos e métodos foram inseridos nos trabalhos das centrais de tiro e demais turmas, tornando-os consideravelmente complexos, já que levavam um tempo elevado para serem executados na preparação de uma missão de tiro, mesmo com tropas altamente adestradas. Para se ter uma ideia, leva-se mais de cinco horas para estabelecer uma prancheta de tiro precisa (PTP), considerando apenas os trabalhos topográficos, utilizando os meios convencionais já citados, afora o tempo necessário para a regulação do tiro e outros procedimentos.

Foram, assim, constituídos os subsistemas clássicos da artilharia do século XX. Segue, abaixo, a descrição do que é até então utilizado no Exército Brasileiro:

- a) linha de fogo – compõe-se dos meios de lançamento (canhões, obuses, lançadores e plataformas) e armas (granadas, foguetes e mísseis);
- b) observação – a rede de observação tem como principal suporte os observadores avançados (OA) dos Grupos de Artilharia de Campanha (GAC) que ficam

destacados e se deslocam junto com os elementos de manobra de Infantaria ou Cavalaria ou podem, ainda, utilizar-se de aeronaves da Aviação do Exército ou Força Aérea Brasileira (FAB) para realizar observação aérea. A rede de observação, além dos OA, pode contar com observadores de qualquer arma, ou, ainda, de elementos de Ação de Comandos ou outros meios de observação;

- c) busca de alvos – além dos meios orgânicos (visual, radares e sensores), a Artilharia deve contar com informações obtidas de outros elementos e para tal deve atuar em rede;
- d) topografia – estabelece uma trama topográfica comum o que possibilita a execução de fogos precisos, sem necessidade de ajustagem prévia;
- e) meteorologia – fornece dados sobre condições atmosféricas, possibilitando compensar sua influência nas trajetórias de tiro;
- f) comunicações – compreendem os meios fio e rádio, devendo interligar os demais subsistemas, bem como prover as ligações logísticas e de cadeia de comando;
- g) logística – fator sensível para a Artilharia, que requer ampla gama de suprimentos, dentre os quais os itens críticos munição, combustível, itens de reposição de armamento, afora as necessidades ordinárias às demais tropas como alimentação, fardamento e equipamento;
- h) direção e coordenação – compreende órgãos de direção de tiro e de coordenação de apoio de fogo, como as centrais de tiro de bateria e de grupo e os centros de coordenação de apoio de fogo nos diversos escalões.

Figura 23 – Trabalho da Central de Tiro



Fonte: 15º GAC AP (2017a).

Os órgãos de direção e controle de fogo e a central de tiro têm atribuições específicas na direção e controle do tiro e, muitas vezes, complementares. A central de tiro exerce atividades mais voltadas ao planejamento e execução dos fogos, enquanto que o órgão de coordenação do apoio de fogo, em linhas gerais, visa à integração do apoio de fogo com a manobra e a coordenação dos fogos de artilharia com outros meios de apoio de fogo. A central de tiro de grupo transforma os dados sobre os alvos nos comandos de tiro apropriados. A coordenação do apoio de fogo constitui-se em atividade de elevado grau de complexidade, implicando o estabelecimento de uma rede que interliga os diversos escalões, incluindo ligação entre as forças, de modo a prover a designação de alvos aos meios de apoio de fogo adequados (BRASIL, 1997, p. 1-1 e 1-2).

Figura 24 - Levantamento topográfico



Fonte: 15º GAC AP (2017b).

Esses subsistemas, por contarem com aparelhos analógicos e manuais, deveriam ser altamente treinados, a fim de se obter correção de procedimentos e a sincronização necessária, que resultaria no tiro preciso e oportuno.

Dessa forma, dentro da perspectiva do apoio de fogo terrestre, se constituiu o avanço pré-digitalização, em que os sentidos humanos como visão e audição foram amplificados pelo uso de binóculos e do telefone. (DUNNIGAN, 1996, p.26).

3.2.1 O Levantamento Topográfico com uso do *Global Position System* (GPS)

O sistema de levantamento topográfico, utilizando materiais convencionais, foi amplamente usado pelas artilharias de campanha ao longo da Segunda Guerra Mundial e, de forma geral, deu suporte ao sistema de apoio de fogo terrestre até a década de 1980. A partir do estabelecimento do primeiro sistema de geoposicionamento, o Sistema de Posicionamento Global (*Global Position System* - GPS), foi possível dar um salto qualitativo que resultaria em significativa diminuição do tempo e também do trabalho de campo envolvido.

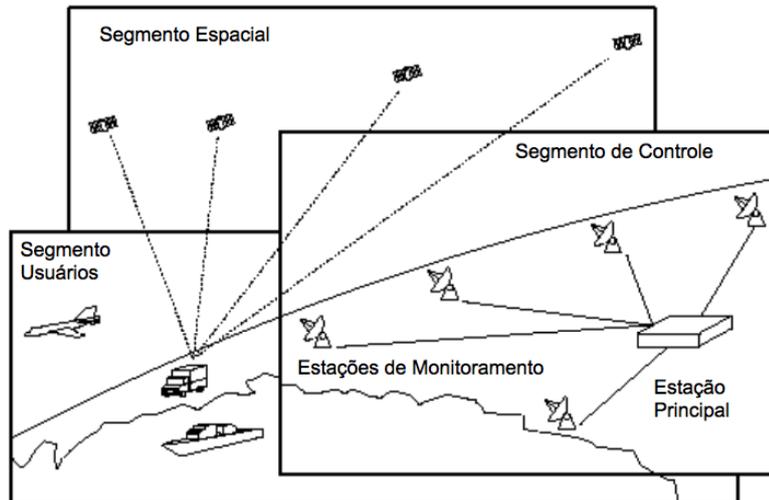
De acordo com Silva (2002, p. 15), o Sistema GPS teve sua origem no sistema então desenvolvido pela marinha norte-americana na década de 1960, o *Navy Navigation Satellite System* (NNSS), que consistia em uma constelação de 6 satélites de órbitas polares baixas, com o objetivo de fornecer posicionamento, auxiliando a navegação de navios e aeronaves. Esse sistema, embora inovador, apresentou duas limitações importantes: a constelação possuía um período orbital de 107 minutos, o que ocasionava longo tempo de espera para obter localizações, além de uma precisão de apenas algumas centenas de metros.

A partir de 1973, o Departamento de Defesa assumiu o controle das pesquisas com objetivo de implementar um sistema de âmbito global, que possibilitasse o posicionamento contínuo em tempo real, fornecesse precisão em centímetros e que permitisse a determinação instantânea da velocidade e do tempo, atendendo às demandas de navegação das forças armadas em qualquer parte do globo. Surgiu, assim, o GPS – NAVSTAR –, um sistema de posicionamento de alcance global, constituído de três componentes: segmento espacial, segmento de componentes e segmento de usuários (ver figura 25). O componente espacial é constituído desde 1993 de basicamente 24 satélites ativos e 4 reservas, dessa forma fica assegurada uma visibilidade mínima de 4 satélites em qualquer hora do dia e em qualquer local do globo terrestre. (SILVA, 2002, p. 16).

Este sistema não só possibilitou dar suporte às operações militares, influenciando decisivamente para que houvesse uma vantagem militar qualitativa, como também angariou benefícios que extrapolaram a esfera militar, vindo a atingir todos os setores do segmento civil.

Para a artilharia de campanha, a utilização do GPS – que se fez sentir no Brasil apenas no final da década de 1990 – trouxe reflexos significativos, sobretudo, na redução do tempo dos trabalhos de levantamento topográfico.

Figura 25 – *Global Position System - NAVSTAR*



Fonte: Silva (2002, p. 16).

O levantamento topográfico com utilização de GPS e telêmetro laser facilitou significativamente o trabalho de campo, dispensando árduos trabalhos de medição do terreno com trena e fichamento através campo. A redução do tempo de levantamento utilizado é da ordem de 70% no tempo de levantamento, o que gera reflexo direto na velocidade de resposta das baterias de obuses com relação ao apoio de fogo solicitado.

Exemplo de um equipamento que possibilita realizar tais medições é o *Atlas Gun Lying System*, recém adquirido pelo Exército Brasileiro, que obtém sua autolocalização por meio de GPS, obtém o norte magnético usando um corpo celeste, bússola eletrônica incorporada ou ponto de coordenadas conhecidas, realiza busca de alvos por meio de aferição de distância, azimute e elevação, armazena e processa alvos para direção de tiro, realiza trabalhos topográficos, como também a pontaria de linha de fogo.

Figura 26 - Sistema de Posição e Pontaria *Atlas Gun Lying System*



Fonte: 3º GAC AP (2016).

3.3 A ERA DIGITAL

A Segunda Revolução Industrial redundou em duas guerras mundiais que reestruturaram o sistema internacional e alteraram drasticamente as relações humanas, bem como as relações internacionais. O desenvolvimento dos veículos a motor e o emprego desses como plataforma de combate - particularmente os carros de combate blindados e as aeronaves de ataque - trouxe para a arte da guerra o conceito de Guerra de Movimento, rompendo o paradigma da guerra estática de trincheiras.

De forma similar, a Terceira Revolução Industrial implantou o paradigma científico-tecnológico da digitalização, que impactou profundamente a vida das sociedades e impôs uma nova estrutura social, econômica e mesmo política. Mesmo hoje esse impacto é sentido, considerando que a sociedade está em pleno curso de um processo de transformação em que a própria estrutura do sistema capitalista é redesenhada, uma vez que profissões e ramos industriais tradicionais caem em obsolescência, em detrimento de empresas inovadoras com estruturas extremamente reduzidas, centradas na inovação digital. De fato, conforme descreve Martins acerca da digitalização em seu contexto econômico.

[...] Ela desencadeou a produção por rede e ramo, impulsionou a produção industrial por segmento e, como decorrência, a desnacionalização da base industrial, os processos de fusões e incorporações entre empresas e a formação de blocos econômicos. (MARTINS, 2008, p. 24).

No campo da guerra essas relações de causa e efeito são igualmente impactantes, trazendo para as forças armadas das potências regionais a necessidade de incorporar novas capacidades tecnológicas, como condição básica de eficiência em combate.

Por digitalização, entende-se o processo pelo qual um dado analógico, seja ele oriundo de imagem, som ou texto, é convertido para o formato de dígito binário (formato digital), de modo possibilitar seu processamento por computadores, advindo daí a capacidade de analisar, selecionar e distribuir a informação automaticamente (MARTINS, 2008, p. 26). Dentro de uma perspectiva estratégica, segundo Dunnigan (1996, p. 26), digitalização também significa “informatizar e pôr em rede todas as armas e sensores, de modo que todos os armamentos e todas as tropas presentes no campo de batalha estejam cientes de tudo o que esteja acontecendo” (DUNNIGAN, 1996, p. 26, tradução nossa)⁴⁰.

A digitalização teve seu desenvolvimento iniciado a partir da linguagem binária, estabelecida pelo matemático húngaro John Von Neumann em 1946, que consiste na instrumentalização da lógica a partir do princípio da não contradição de Aristóteles⁴¹. Esse processo possibilitou aos computadores da década de 1940, até então analógicos, a capacidade de armazenar seus próprios programas.

Porém, foi somente a partir da percepção da vulnerabilidade do território continental estadunidense frente ao desenvolvimento do alcance de mísseis balísticos intercontinentais soviéticos, durante a década de 1950, no contexto da Guerra Fria, que o governo norte-americano procurou desenvolver redes de computadores que pudessem ser imunes a um ataque nuclear, assegurando a capacidade de comando e controle.

Para isso, foi criada a agência *ARPA (Advanced Research Projects Agency)*⁴² em 1959, com o intuito de estabelecer essa rede de comunicações formada por computadores interligados, em que cada computador tivesse a capacidade de processamento independente do processador central. Isso se daria por intermédio do estabelecimento de centros paralelos

⁴⁰ Do original: “Digitize is the buzzword du jour, and it means computerizing and networking all the weapons and sensors so that all weapons and troops on the battlefield become aware of what everyone else is doing.” (DUNNIGAN, 1996, p. 26).

⁴¹ “Trata-se do princípio segundo o qual uma coisa não pode “ser” e “não ser”, ao mesmo tempo e sob o mesmo aspecto. Assim, para “ser” expressava-se o “um” (1) e “não ser” o zero (0).” Daí o termo “binário”, pois a “Arquitetura de Von Neumann” visa reduzir todas as grandezas físicas a dois dígitos ou números decimais (MARTINS, 2008, p.26).

⁴² De acordo com Martins (2008) as especificações da ARPA dariam origem à Apanet, que mais tarde originaria a Internet.

de processamento distribuídos ao longo da rede de modo a prover comunicações, inteligência e comando e controle. (MARTINS, 2008, p. 27).

Surgiu, com isso, a necessidade de que cada centro paralelo tivesse maior capacidade de processamento e armazenamento de dados, de modo que cada máquina tivesse a autonomia adequada, caso o processador central fosse alvo de bombardeio nuclear. A tentativa de estabelecer circuitos integrados deu origem ao primeiro “chip”, constituído de um conjunto de transistores, resistores e capacitores montados sobre uma base de silício. Com isso, foram supridas as demandas de processamento, como também de armazenamento de arquivos em memória e de programas (CONTI, 2006).

Finalmente, em 1969, o exército americano interligou as máquinas da Apanet, formando a primeira rede, embrião do que seria mais tarde a Internet.

O primeiro processador que reuniu num mesmo circuito integrado todas as funções do processador central surgiu apenas em 1971 com o Chip 4004 de 4 bits e 108 KHz da Intel (CONTI, 2006). Essa evolução tornaria possível o advento de plataformas móveis de comando e controle, as quais poderiam, a partir de então, acoplar computadores à cabine de aeronaves, navios ou viaturas.

Foi a tônica do temor nuclear, portanto, que, em última análise, fomentou a digitalização ou como conclui Martins (2008), “o surgimento do computador e da rede foram subprodutos diretos de advento da bomba de hidrogênio”, o que leva a constatar que “foi a Guerra Fria que engendrou a digitalização”.

3.3.1 O uso de radares para fins militares

A palavra RADAR corresponde à sigla retirada das palavras *Radio Detection And Ranging* (detecção e medida de distâncias por ondas de rádio) criada pela Marinha americana.

Por definição, o radar é um dispositivo eletrônico que utiliza ondas de eletromagnéticas para a detecção e localização de objetos, permitindo o reconhecimento de algumas de suas características.

Ele opera através da transmissão de um tipo particular de forma de onda, que é emitido por um transmissor e detecta a natureza do sinal do “eco”, isto é, do retorno dessa mesma onda de radiofrequência, após ser refletida por algum objeto. O radar estende a

capacidade dos sentidos de observação natural, em particular a visão, porém a aplicação do radar não está em “ver” um determinado objeto, mas em percebê-lo a longas distâncias, a despeito de condições meteorológicas adversas como neblina, escuridão, nevoeiro, obtendo dados como a distância entre o radar e esse mesmo objeto, bem como a velocidade relativa entre ambos.

Desta forma, a aplicação militar dos radares se presume natural e, assim sendo, apesar de experimentos de aplicação dos princípios básicos de detecção e do eletromagnetismo já terem sido feitos em 1886, somente na Segunda Guerra Mundial foi desenvolvido um equipamento tecnológico completo.

O radar desenvolveu-se de forma independente e simultânea em diversos países pouco antes da Segunda Guerra Mundial, porém ingleses e alemães tiveram os primeiros avanços. Em 1939, a Inglaterra já contava com radares de interceptação aérea e com radares para detecção de navios e submarinos montados em aeronaves, o que propiciou a decisiva vitória na Batalha da Inglaterra.

O ataque japonês a Pearl Harbour foi detectado meia hora antes por um radar de vigilância americano⁴³. O radar também permitiu à Real Força Aérea a defesa da Inglaterra contra os “raids” alemães, reduzindo a eficiência das bombas V-1. Foi ele o responsável pelo desbaratamento da frota naval alemã e pelo aniquilamento da japonesa no Pacífico, ambas sob condições desfavoráveis de visibilidade.

O princípio de funcionamento dos radares, até a década de 1960, consistia em três métodos básicos:

- a) onda contínua;
- b) modulação em frequência;
- c) modulação em pulsos.

Nos radares de onda contínua (*Continuous Wave - CW*), o transmissor irradia continuamente, sendo por isso necessária a utilização de duas antenas, uma para receber e outra para transmitir o sinal. Sabe-se que nos campos das ondas eletromagnéticas e acústicas, se a fonte osciladora da frequência e o objeto refletor estiverem em movimentos relativos, ocorrerá uma mudança entre frequência transmitida e a recebida, gerando assim o

⁴³ Em 24 de abril de 1943, a Marinha e o Exército americanos publicaram que o Radar SCR-270 do Corpo de Sinais havia detectado, meia hora antes, o fatídico ataque da manhã de 7 de dezembro de 1941. A informação obtida acidentalmente não foi utilizada, uma vez que era esperada a chegada de aviões americanos. Cf. EsACosAAe (2003).

efeito *Doppler*. O efeito Doppler consiste no aumento de frequência que ocorre na onda contínua quando objeto refletor e radar se aproximam. A isso se deve a medição da velocidade de alvos móveis.

Para a obtenção dos dados em alcance, é necessário que o transmissor de onda contínua opere numa faixa de frequência. Assim, nos radares com modulação em frequência (*continuous-wave frequency-modulated* - FM-CW), a saída do transmissor varia em relação ao tempo. Medindo-se a frequência do sinal refletido é possível calcular o intervalo de tempo transcorrido desde que o sinal naquela frequência foi transmitido e, portanto, estimar o alcance para o alvo.

O terceiro tipo de radares analógicos eram os radares de pulso, os quais emitem pulsos periódicos cuja duração pode variar de 1 a 50 μ s (microssegundos ou milionésimo de segundo). O pulso de rádio-frequência, uma vez transmitido, irá percorrer a distância que separa o radar do alvo, refletir-se e retornar sob a forma de eco à antena do radar.

Neste período de ida e volta do pulso, o transmissor permanece desligado; ele só será ligado novamente após o tempo gasto para a onda ir e retornar do alcance máximo do radar. Sabendo-se que as ondas de rádio deslocam-se a uma velocidade constante de 300m/ μ s e, medindo-se o tempo gasto pela onda para ir e retornar do alvo, pode-se extrair a distância do objeto.

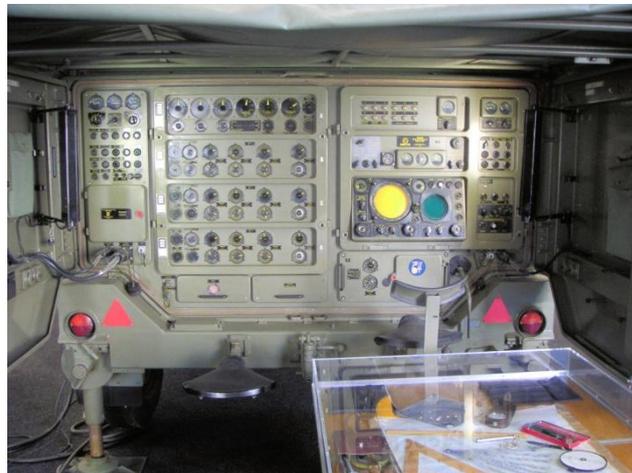
Esse método não depende da frequência do sinal refletido e nem do movimento do alvo, dificuldades presentes no método de modulação em frequência e onda contínua, respectivamente. Em virtude de tais vantagens passou-se a preferir esse método para a maioria dos radares.

No entanto, tanto os radares de onda contínua, quer modulares ou não, quanto os radares convencionais de pulso tinham desvantagens específicas, além de não serem capazes de prover simultaneamente distância, direção e velocidade dos alvos, particularmente em alvos em movimento. Por serem analógicos, os dados eram representados por sinais elétricos que eram referidos como dado “bruto”, gerando manchas disformes de luz que deviam ser interpretadas pelo operador, ao qual cabia realizar a distinção entre sinais refletidos em alvos de outros falsos ecos. Tal procedimento tinha elevada margem de erro, sobretudo na perspectiva “de cima para baixo”, pois os sinais refletidos em aeronaves em voos rasantes eram frequentemente confundidos com os refletidos nas ondas dos oceanos ou na vegetação tremulante das matas.

Seria necessário adequar um processador que efetuasse a distinção de sinais coerentes, além de calcular e projetar um ponto futuro, sobretudo para radares de tiro, caso contrário o armamento associado ao radar dificilmente acertaria o alvo, pois estaria sempre alvejando um ponto já percorrido pelo mesmo.

Foi então que uma combinação do processamento de sinais digitais com transmissores de tubos de ondas propagantes possibilitou a criação de radares de pulsos-Doppler, os quais são capazes de operar no modo “de cima para baixo”, a partir de interceptadores e rastreamento de alvos em voo rasante. Como o nome mesmo sugere, o radar “pulso-Doppler” associa a frequência *Doppler* produzida por um alvo móvel nos radares CW à técnica de modulação em pulsos para determinar a distância e a velocidade dos alvos. Dessa forma a partir da década de 1970 podia-se contar com radares mais confiáveis e eficientes, uma vez que, pelo processamento de sinais digitais, os dados eram eletronicamente convertidos sob a forma de códigos numéricos e poderiam ser manipulados, catalogados e processados sem o risco de degeneração. Além disso, dados digitais podem ser facilmente enviados a longas distâncias por enlaces de comunicações.

Figura 27 - Computador analógico do radar de tiro Superfledermaus⁴⁴



Fonte: Neumahr (2008).

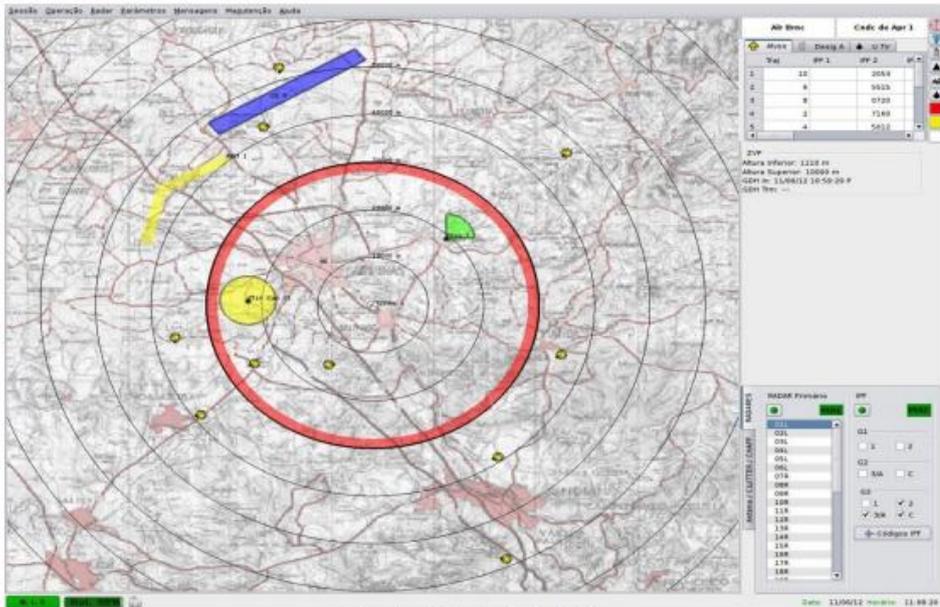
Como bem elucidado pelo especialista Doug Richardson,

Nos radares digitais atuais, o painel não emprega mais a simbologia de radar analógico (frequentemente referida como dado “bruto”), mas sim a simbologia

⁴⁴ Conforme **EsACosAAe**, 2002, o Radar Superfledermaus da marca Contraves é um radar de busca de alvos que pode controlar simultaneamente dois canhões antiaéreos Oerlinkon de 35mm.

gerada digitalmente. No lugar de manchas disformes de luz, os alvos são apresentados numa forma simbólica, de acordo com a preferência do usuário, alvos “amigos” podem ser círculos, “desconhecidos”, quadrados e, “hostis” triângulos; todos devidamente acompanhados de números de busca e dados pertinentes. (RICHARDSON, 1991).

Figura 28 – Cenário do monitor do radar digital SABER 60



Fonte: Brasil (2016g).

3.3.2 O conceito AWACS

No início da década de 1970, com o acirramento das tensões da Guerra Fria, diversos acordos de exploração de vulnerabilidade mútua foram firmados, dentre os quais o acordo sobre a limitação de mísseis balísticos de defesa (ABM); a proibição de estações de radar que rastreassem ogivas; e o acordo que limitava o número de armas estratégicas (SALT I) e, posteriormente, START.

Esses acordos foram buscados pelo governo dos EUA, tendo em vista que na Guerra do Vietnã a estrutura desenvolvida de comando e controle se mostrou ineficiente, e novas adaptações precisariam ser feitas, no sentido de efetivar uma rede que assegurasse comando e controle, ainda que sob bombardeio nuclear. Para agravar tal temor, os soviéticos avançavam a passos largos rumo ao ápice de sua produção de mísseis.

Se por um lado os tratados firmados asseguravam a “vulnerabilidade mútua” entre os contendores, o que diminuía consideravelmente a probabilidade de ocorrência de conflitos armados, do lado americano foi sentida a necessidade de “burlar” esses mesmos acordos, de modo a permitir que as FFAA oferecessem uma efetiva proteção a mísseis intercontinentais.

Os EUA já haviam desenvolvido aeronaves de vigilância tipo AEW (*Airborne Early Warning*⁴⁵) desde 1945, as quais possuíam radares com capacidade de fornecer alerta antecipado e informação de ameaças aéreas. No entanto, o processamento dos sinais nesses radares, era totalmente analógico e dependia da ação do operador para analisar e interpretar os dados constantes no painel. Assim, era atribuída à ação humana a tarefa de diferenciar sinais provenientes de alvos reais de ecos falsos refletidos em movimentos do terreno, como montanhas ou densas vegetações. Essa tarefa era ainda mais difícil em uma perspectiva de cima pra baixo, direção em que a onda de radiofrequência dos radares continuamente confundia aeronaves em voo rasante com as ondas do mar ou folhas de árvores movimentadas pelo vento (GUSTON, 1991, p. 110).

A partir da década de 1960, a tecnologia alcançou um nível em que foi possível associar um radar de maior potência a um processador digital de alta velocidade, o que possibilitou a detecção de alvos além do horizonte, além da detecção e rastreamento de aeronaves de alta velocidade voando a baixa altitude.

Ao se associar um processador a um radar digital do tipo pulso-*Doppler*, tornou-se possível não apenas fornecer o alerta antecipado de ameaças aéreas, como também emitir comandos de modo a gerenciar o espaço de batalha em terra, mar e ar. Conforme visto anteriormente, isso só foi possível graças ao desenvolvimento dos processadores com circuitos integrados desenvolvidos no início da década de 1970. Surgia, assim, o conceito de aeronave AWACS (*Airborne Warning And Control System*⁴⁶), cujo primeiro autêntico representante foi a aeronave E-3 *Sentry* desenvolvida na década de 1970.

⁴⁵ Conforme **DoD**, *Dictionary of Military and Associated Terms*, 2019.

⁴⁶ Conforme **DoD**, *Dictionary of Military and Associated Terms*, 2019.

Figura 29 – Aeronave AWACS E-3 *Sentry*

Fonte: Jordan (2016).

3.3.3 O JTIDS e a integração da rede

O JTIDS (*Joint Tactical Information Distribution System*) é um sistema de comunicações via rádio em rede, desenvolvido a partir da percepção de Gordon Welchman a respeito da arquitetura tradicional de redes de rádio que, com frequência, causavam superlotação de sinais. A conclusão dos estudos foi denominada *Control and Surveillance of Friendly Forces* (CASOFF) e trava-se de uma proposta de arquitetura alternativa para as redes de rádio que interconectavam os equipamentos rádio das tropas terrestres com as aeronaves da força aérea.

Esse conceito foi primeiramente testado em 1970, assumindo a designação *Time Division Multiple Access* (TDMA), em que foram estabelecidas estações terrestres e um terminal aéreo. Os testes comprovaram a eficiência do sistema, bem como a capacidade de localização de posição.

Em 1973 começaram trabalhos de interface com o sistema AWACS, assumindo finalmente, a designação *Joint Tactical Information Distribution System* (JTIDS), já sob a coordenação do Departamento de Defesa dos EUA.

Figura 30 – A operacionalização do JTIDS



Fonte: Castro (2003).

A partir dessa interface, foi possível integrar um sistema de controle e alerta – o AWACS - com um sistema de rádio integrado em rede – ou como foi chamado durante a fase de desenvolvimento *Common Position Grid* (CPG) – o JTIDS, possibilitando estabelecer uma ampla rede de comando e controle, agregando ainda as funções de inteligência, vigilância e reconhecimento, o que viabilizou operacionalizar o conceito C4ISR (*Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance*), na sigla em Inglês.

O JTIDS não apenas informa a posição de armas inimigas, mas fornece por *datalink* os elementos para que o míssil do interceptador possa ser disparado, mesmo que os sistemas a bordo do caça não obtenham a aquisição do alvo, o que permite o controle dos mísseis ar-ar das aeronaves de ataque.

Esse sistema integrado operou de forma limitada na Guerra do Golfo, porém nas operações *Enduring Freedom* e *Iraqi Freedom* se revelou uma ferramenta fundamental, cuja posse favoreceu ampla vantagem às tropas da OTAN.

3.3.4 O JSTARS e a ampliação da rede

A digitalização permitiu a essas plataformas, a capacidade de cruzar informações de diversas origens produzindo, de forma instantânea, um sinal confiável e a integração de uma rede de apoio de fogo aéreo.

De forma análoga, o sistema AWACS permitiu reproduzir esse mesmo conceito de C4ISR (sigla em Inglês para Comando, Controle, Comunicações, Computadores, Vigilância, Reconhecimento e Inteligência) para alvos situados em terra ou mar, sob a alcunha do acrônimo JSTARS (*Joint Surveillance and Target Attack Radar System*) formando, assim, uma rede ainda mais ampla, a qual congregou as três forças armadas estadunidenses de forma totalmente integrada.

O JSTARS é um projeto de desenvolvimento conjunto entre o Exército e Força Aérea dos EUA (US Army, USAF) que provê um centro aéreo de comando e controle com radar de aquisição de alvos e vigilância de longo alcance. O sistema JSTARS fornece consciência situacional e informações via comunicações de dados segura entre os postos de comando da USAF e as estações móveis terrestres e centros de análise militar longe da área de conflito. Ele possui a capacidade de determinar direções, velocidade e padrões de atividades militar, tais como movimentações de veículos e helicópteros.

Em setembro de 1996 foi aprovada a produção de 14 aeronaves E-8, sendo a última delas entregue em 2003. Três aeronaves adicionais foram entregues entre 2003 e 2005. O 116th *Air Control Wing* opera o JSTARS na Base Aérea Robins, na Geórgia.

Foi empregado, pela primeira vez, em combate na Operação Tempestade no Deserto, em 1991, quando o projeto ainda estava em desenvolvimento e, a partir de então, foi utilizado em operações na Bosnia-Herzegovina e no Kosovo. Foi empregado de forma intensiva na Guerra do Iraque, em 2003, sendo utilizado em mais de 50 missões.

3.3.5 O Joint Direct Attack Munition (JDAM⁴⁷)

Em que pese todo aparato bélico demonstrado pelos Estados Unidos na Guerra do Golfo, ficou evidente uma fragilidade: mesmo dotando suas aeronaves de ataque com

⁴⁷ **Joint Direct Attack Munition (JDAM)** – Munição de Ataque Direto Conjunto no português, kit de guiagem composto por sistema de navegação inercial e conexão com GPS. É acoplado a bombas “burras” com o objetivo de torná-las passíveis de serem guiadas.

munições guiadas a laser, grande parte dos ataques se mostrou dispendioso e ineficiente, haja vista que essas munições, por serem sensíveis às condições meteorológicas, tiveram que enfrentar condições particularmente adversas.

Diante deste quadro, em 1991, as Forças Armadas estadunidenses estabeleceram os requisitos operacionais básicos de uma munição de semi-precisão, que fosse de baixo custo e operasse a qualquer tempo, a fim de substituir as bombas guiadas a laser, excessivamente caras e de controversa eficiência.

Surgem, assim, em 1997, os primeiros kits JDAM – Joint Direct Attack Munition, que consistem basicamente em um kit que possibilita a conversão de bombas não guiadas em bombas guiadas por GPS/INS (*Inertial Navigation System* – do Inglês: Sistema de Navegação Inercial). A ideia central nas armas guiadas por GPS/INS é usar um piloto automático, com emprego de um software, apoiado por um pacote de giroscópios tridimensionais e acelerômetros como sistema de referência inercial de modo a corrigir os erros de trajeto com sinais de GPS (CASTRO, 2008b).

Os primeiros JDAM foram efetivamente empregados na Operação Allied Force, na Iugoslávia em 1999, sendo disparadas por bombardeios B-2. Já em sua estreia, o kit JDAM obteve 87% de aproveitamento efetivo contra alvos em solo, notando-se ainda que os B-2 apenas realizavam o disparo das bombas acima de 15 mil pés, uma vez que a defesa aérea integrada iugoslava era consistente.

Após esse episódio, as bombas JDAM foram empregadas na Operação Enduring Freedom, no Afeganistão, sendo consideradas principais responsáveis pela derrota do Talibã.

Na Operação *Iraqi Freedom*, em 2003, foram disparadas 29.199 bombas pelos aliados, dessas 22,4% eram JDAM e 29,5% eram guiadas a laser. Essas munições foram responsáveis pela aceleração do avanço das tropas por terra.

Sobre o emprego das bombas JDAM, Castro descreve:

O mau tempo foi um problema na Guerra do Golfo em 1991 e em Kosovo em 1999. Em 2003 as JDAM permitiram continuar os ataques com mau tempo. Os iraquianos tentaram usar tempestades de areia para ocultar seus avanços mas a aeronave E-8 JSTARS detectava e depois atacavam com a JDAM. Os iraquianos também tentaram esconder alvos com fumaça e óleo queimado, mas não funcionou contra as JDAM. (CASTRO, 2008b).

Figura 31 - JDAM (*Joint Direct Attack Munition*)

Fonte: Castro (2008b).

O custo de um kit JDAM, entre 2004 e 2006, transitou de US\$ 21.400,00 para US\$ 26 mil, valor que ainda é considerado muito baixo em relação ao das bombas guiadas a laser, *Joint Stand-Off Weapon* (JSOW) a US\$ 460 mil e *Small Diameter Bomb* (SDB) a US\$ 60 mil.

O rebaixamento do custo da entrega através do ar disseminou a ideia de que a Força Aérea poderia substituir a Artilharia. Como resultado, a transformação militar, em um primeiro momento, apresentou-se restritiva, ou seja, dada somente pelo incremento das capacidades de combate. Neste caso, limitada ao âmbito da Força Aérea. Desse modo, acreditou-se que a Força Terrestre não precisaria mais levar consigo os elementos de apoio de fogo direto e indireto, representados pelos carros de combate e pelos obuseiros. Em virtude disso, a pesquisa, desenvolvimento e modernização dos obuseiros foram interrompidos nos Estados Unidos. Assim o atesta o abandono do projeto do XM2001 *Crusader* e de outros projetos, implicando a permanência em serviço do obuseiro *Paladin* além do tempo estimado. Contudo, os altos custos do apoio de fogo e da interdição oriundos apenas do ar fizeram com que se prosseguisse o programa de digitalização de artilharia, materializado no M109A7 que já começa a substituir os *Paladin*.

Isto se dá porque os fundamentos tecnológicos utilizado no JDAM revelaram-se ainda mais baratos e eficientes aplicados à artilharia. Na artilharia, o princípio de transformar munições "burras" em munições guiadas de precisão do JDAM tomou a forma do M1156 *Precision Guidance Kit* (PGK – ou Kit de Guiagem de Precisão). O kit, de origem estadunidense, constitui-se em um tipo de espoleta atrelada a uma granada convencional de 155 mm. Tal espoleta tem a capacidade de corrigir o curso da munição já disparada através dos dados obtidos pela comunicação com os satélites do sistema GPS. Em suma, o PGK faz com as granadas de 155mm o que o JDAM faz com as bombas de

gravidade: torna munições baratas e amplamente disponíveis em munições guiadas de precisão a um baixo custo e com alto desempenho. Os kits M1156 foram testados com sucesso no Afeganistão e atualmente são produzidos em larga escala (PIKE, 2011; JANE'S, 2018).

Nesse sentido, a transformação militar no Brasil veio em boa hora. Nosso país pode se beneficiar da experiência estadunidense, não somente dos acertos como também de seus equívocos ou insuficiências. No Brasil, desde o início, a rede está sendo pensada para conectar a Artilharia de Campanha, incluindo os grupos de foguetes e mísseis aos satélites de geoposicionamento, que se constituem na principal base tecnológica do JDAM e do M1156 PGK.

Conforme o referido, a visão da transformação abraçada pelo Brasil se dá em conformidade com o enfoque proposto por Jaime Covarrubias (2007), como pode ser atestado no documento expedido pelo EME, que trata sobre a Transformação Militar no Exército Brasileiro (BRASIL, 2010, p. 10-11). Para efeitos deste trabalho, essa visão será denominada holística, pois abrange, além das capacidades, a natureza e o marco jurídico das Forças Armadas.

Até o presente, outros países também já desenvolveram kits similares ao JDAM, tais como França, África do Sul, Rússia, Israel, China e Índia, porém nenhum deles – até onde foi possível constatar - conseguiu produzir um conjunto de guiamento de baixo custo.

3.3.6 Aplicação da digitalização nos combates recentes

Acerca do que foi visto no presente capítulo, pode-se auferir que as inovações tecnológicas descritas trouxeram às tropas da OTAN uma vantagem tão expressiva sobre seus oponentes, durante a operação *Iraqi Freedom*, que possibilitou inverter a lógica doutrinária de uma tropa invasora ser três vezes maior em efetivo que a defensora, conforme afirma Boot (2003, p. 32). Ainda em relação à operação no Iraque, o autor se mostra um entusiasta do “novo modo americano de fazer a guerra”, ressaltando, ainda, que em comparação com a Operação *Desert Storm*, as tropas aliadas tiveram um resultado esplendoroso, uma vez que, empregando menos da metade do efetivo, conseguiram invadir e ocupar um território de maiores dimensões, sofrendo apenas um terço das baixas e dispendendo um quarto dos custos. (BOOT, 2003, p. 31).

É bem verdade que a maior parte das inovações trazidas pela digitalização em combate só foram plenamente efetivadas na operação de 2003, como, por exemplo, os sistemas de integração digital em rede - que proporcionaram ampla consciência situacional aos comandantes das tropas aliadas - e as aeronaves remotamente pilotadas que, a exemplo do *Global Hawk* RO-4A e dos *Predators* RQ-1B, não chegaram a operar no conflito anterior (BOOT, 2003, p. 38).

Em oposição a esse ponto de vista, cabe mencionar a crítica que alguns autores fizeram com relação ao novo modo de fazer guerra, que expressa as ideias de transformação do perfil de força estadunidense, conforme o preconizado pelo então Secretário de Defesa Donald Rumsfeld. Dentre os mais contundentes está McMaster (2003, p.1) que chegou a afirmar que a superioridade de informação faria com que as forças armadas estadunidenses negligenciassem suas reais capacidades bélicas.

3.3.7 Ensinaamentos das operações para o apoio de fogo terrestre

Trazendo essas considerações para o nível tático, no que tange ao apoio de fogo de artilharia de campanha, da forma similar, ao comparar as operações *Desert Storm* (1991) e *Iraqi Freedom* (2003), percebe-se uma nítida fronteira de capacidades entre ambas.

Na primeira, segundo Zaloga e Brayan (2005, p. 36-39), foram utilizados o obuseiro M109A3 e A2 pelos EUA e suas versões anteriores M109A2 e A1 pelas tropas aliadas, os quais constituem sistemas de armas totalmente analógicos. Somado a isso, o alcance desses materiais com munição convencional não ultrapassa 18 km, ficando aquém de alguns obuseiros que integraram o apoio de fogo iraquiano, como os obuseiros AMX-30 Au F1 (23 Km) e o 2A36-Giat Sint-B (30,5 Km). Isso fez com que os EUA tivessem que forçosamente utilizar munição assistida por foguete (*Rocket Assisted Projectile - RAP*) na fase inicial da operação (ZALOGA;BRYAN, 2005, p. 38), o que deve ter forçado os tubos e sistemas de recuo. Quanto ao levantamento topográfico, esse já foi executado com o benefício do GPS, o que tornou mais rápidas as respostas das baterias às missões de tiro que em conflitos que o precederam, porém ainda eram notavelmente lentas (11 minutos).

Além disso, dentre as deficiências apontadas, está o fato das viaturas das equipes de observação, os M981 FISTV (*Fire Support Team Vehicle*)⁴⁸, não conseguirem acompanhar os tanques M1 Abrams e os veículos de infantaria M2/3 Bradley. Este fato foi alvo de várias críticas, segundo as quais afetou severamente a velocidade de resposta do apoio de fogo às operações (DASTRUP, 2018, p. 18-19). Mesmo os lançadores múltiplos de foguetes MLRS - 270 tinham deficiências quanto ao alcance, segundo relatos de oficiais que participaram da operação, conforme Dastrup (2018, p. 19): “quatro sistemas de canhões iraquianos e dois sistemas múltiplos de lançadores de foguetes tinham alcance maior que o sistema de lançadores múltiplos.”

Dessa forma, só foi possível êxito no quesito apoio de fogo terrestre tendo em vista que as baterias iraquianas foram precocemente suprimidas pela identificação de radares e pela execução dos fogos oriundos de lançadoras de foguetes M-270.

Já na Operação *Iraqi Freedom*, um notável acréscimo em termos de capacidades foi notado. Os novos obuseiros M109A6 Paladin, dotados de maior alcance e melhor mobilidade, acompanharam as sucessivas mudanças de posição. Além disso, o novo sistema *Advanced Field Artillery System* (AFATADS) foi finalmente testado em combate e o que se verificou foi que, apesar de algumas críticas ao sistema ainda em desenvolvimento, esse sistema proporcionou a capacidade de “operar autonomamente em operações dispersas, receber missões de tiro, processar dados, selecionar e ocupar duas posições de tiro, automaticamente destravar e apontar seu tubo, atirar e sair de posição sem qualquer assistência externa.” (DASTRUP, 2018, p. 41, tradução nossa). Essas características dotaram os M109A6 de uma impressionante resposta de tiro em menos de dois minutos após receber a missão (DASTRUP, 2018, p. 165), gerando uma capacidade de “*shoot and scoot*” (atirar e fugir) que possibilita proteger a guarnição de fogos de contrabateria.

As novas viaturas de apoio M777 BFIST (*Bradley Fire Support Team Vehicle*) - que no Brasil equivaleria à equipe do Observador Avançado - tiveram um desempenho brilhante, que permitiu acompanhar as viaturas de manobra sem atrasar o apoio de fogo prestado (DASTRUP, 2018, p. 165).

Quanto ao aprofundamento de fogos, foi notável o desempenho dos lançadores de foguetes M270A1 que foram capazes de lançar os mísseis táticos ATACMS (Army Tactical

⁴⁸ O veículo M981 já foi desativado do Exército dos EUA. O mesmo se baseia no chassi da viatura de transporte de pessoal M-113, a qual sabidamente possui deficiência em acompanhar o deslocamento de carros de combate modernos.

Missile System), o que “permitiu ao V Corpo de Artilharia engajar alvos profundos de forma precisa e mais rapidamente que o apoio aéreo aproximado.” (DASTRUP, 2018, p. 165, tradução nossa). Ainda assim, apontou-se a necessidade de “**umentar os alcances tanto da artilharia de tubo quanto de foguetes, devido a estarem consistentemente superadas pela artilharia iraquiana.**” (DASTRUP, 2018, p. 165, tradução nossa, grifo nosso).

3.4 TRANSFORMAÇÃO E INOVAÇÃO DISRUPTIVA

A fim de contextualizar os efeitos que a aquisição do obuseiro M109A5+BR poderá trazer ao emprego da Artilharia do EB, o que será feito no próximo capítulo, cumpre tratar previamente de dois conceitos: Transformação Militar e Inovação Disruptiva.

3.4.1 Antecedentes da Transformação Militar

O conceito específico de transformação militar desenvolveu-se mais amplamente após a virada do milênio, porém conceitos similares o precederam, como também o precederam antecedentes remotos e imediatos.

Os antecedentes remotos remontam ao início da Guerra Fria quando, diante da superioridade de capacidades militares convencionais soviéticas obtidas após a Segunda Grande Guerra, o governo norte-americano resolve lançar mão de um conjunto de políticas, denominadas *offset strategies* (estratégias de compensação).

A primeira estratégia de compensação (*First Offset Strategy*), lançada a partir de meados da década de 1950 pelo governo norte-americano, visava dissuadir sua potência rival de avançar sobre o teatro de operações europeu, por meio do desenvolvimento e ampliação de capacidades nucleares e das respectivas plataformas de lançamento. O objetivo era elevar o custo humano, político e econômico que a União Soviética teria que arcar ao iniciar uma guerra convencional. Esse objetivo foi atingido, uma vez que compensou efetivamente as vantagens das capacidades convencionais soviéticas, dissuadindo os países integrantes do Pacto de Varsóvia de avançar sobre a Europa (TEIXEIRA JÚNIOR; DUARTE, 2018, p. 14).

No decorrer da década de 1960 ocorre o aumento da participação estadunidense na Guerra do Vietnã, cujo término, em agosto de 1973, marcou um capítulo dramático na

história das Forças Armadas dos Estados Unidos, o que gerou fortes questionamentos acerca do perfil de Força e da forma com que essas forças deveriam atuar em combate.

Como resposta a essa crise institucional, os efetivos do Exército estadunidense foram profissionalizados e foi implementada uma reestruturação administrativa completa denominada Operação STEADFAST (sinônimos possíveis do Inglês: firme, constante, inabalável) a qual estabelece, em 1973, o Comando de Treinamento e Doutrina do Exército (TRADOC)⁴⁹. Caberia ao TRADOC, a partir de então, assumir todo o desenvolvimento doutrinário, de ensino e treinamento do Exército. Segundo Trizzotto (2018):

[...] até então, a doutrina militar era um resultado do processo de treinamento de soldados e líderes e do equipamento disponível. Com a profissionalização do Exército e a Reorganização STEADFAST, é a doutrina militar que passa a guiar o treinamento e as requisições de material; o TRADOC passa a requerer as tecnologias que seriam desenvolvidas e não a simplesmente escolher, dentre as que estavam disponíveis, aquelas que melhor conviessem. O processo de desenvolvimento de armamentos passa a ser da consciência para a realidade, o que não tinha precedentes à época. (TRIZZOTTO, 2018, p. 16).

Diante de um quadro em que doutrina e equipamentos encontravam-se defasados em relação à União Soviética, urgia ao TRADOC a reformulação da doutrina militar vigente, a qual era calcada nos princípios da Estratégia do Atrito⁵⁰, que previa o uso da massa e da mobilização nacional. Foi concebida, portanto, em 1976, a Doutrina de Defesa Ativa, que previa, diante da hipótese de iniciativa de ataque por parte das forças do Pacto de Varsóvia, no Fronte Central da OTAN⁵¹, a realização de uma ação defensiva de atrito seguida de um ataque em profundidade sobre as reservas do inimigo.

Essa concepção doutrinária foi fortemente criticada pela sociedade norte-americana, pois, por ser calcada em posições defensivas, decorreria daí um elevado desgaste das tropas, o que viria a exaurir as forças da OTAN num eventual confronto. Diante desse quadro de insatisfação, Donn Starry assume o TRADOC e empreende um esforço no

⁴⁹ **TRADOC** – Comando de Treinamento e Doutrina do Exército dos Estados Unidos (do Inglês: *United States Army Training and Doctrine Command*). Criado em 1973 com o objetivo de reformular a doutrina empregada no Vietnã e de subordinar a essa doutrina militar reformulada as políticas de aquisição de material e desenvolvimento de sistemas para as FFAA.

⁵⁰ **Estratégia de atrito** – Como definida pelo historiador militar alemão Hans Delbrück, procura incapacitar o poder de combate inimigo, esgotando-o com “golpes de todos os tipos”, adotando atitudes como cercar uma fortaleza, ocupar uma província, bloquear as linhas logísticas do inimigo, formar uma aliança ou cortar um destacamento do oponente (LINN, 2002, p. 503).

⁵¹ **O Front Central da OTAN** constituía-se na principal hipótese de emprego das FFAA dos EUA e, segundo Mearsheimer (1982a), seria travada na região central da Europa, na fronteira entre Alemanha Oriental e Ocidental, entre tropas da OTAN e do Pacto de Varsóvia.

sentido de reformular a Defesa Ativa para uma estratégia mais efetiva. Surge assim a *AirLand Battle* (do Inglês: Batalha Ar-Terra, ALB), doutrina que previa ataques simultâneos na retaguarda profunda do inimigo, o que exigiria elevado nível de coordenação entre as forças da OTAN.

De acordo com Trizzotto (2018),

A ALB vai um passo além da Defesa Ativa, tendo como foco os ataques simultâneos na frente de combate e, em profundidade, na retaguarda inimiga, utilizando-se da coordenação profunda entre forças aéreas e terrestres. Buscava-se, dessa forma, interditar os movimentos inimigos na retaguarda. Para isso, o conceito operacional prevê o emprego conjunto e integrado de forças terrestres, aéreas e navais em operações em profundidade, manobras de ação indireta, ataques aéreos decapitantes e de interdição, e operações especiais, tudo isso presidido pelo uso intenso de tecnologia no campo de batalha, objetivando uma guerra curta, com poucas baixas e custo limitado (TRIZZOTTO, 2018, p. 18).

Por ser uma doutrina complexa que rompeu paradigmas na década de 1980, seria necessário investir recursos no desenvolvimento de plataformas avançadas e sistemas integrados de tecnologia. Sendo assim, aproveitou-se de uma política lançada em meados da década de 1970, a segunda estratégia de compensação (*Second Offset Strategy*) que, por sua vez, dava ênfase ao desenvolvimento de sistemas de precisão e sistemas de comunicações integrados, além do desenvolvimento de aeronaves com tecnologia *stealth*, isto é, com capacidade furtiva face à detecção por radares. O objetivo dessas medidas era assegurar aos EUA maior possibilidade de reação, proporcionando maior flexibilidade estratégica, operacional e tática.

A *Second Offset Strategy* empreendeu grande avanço, levando à criação de diversos sistemas, como o Sistema de Defesa de Navegação por Satélite – que posteriormente viria a se tornar o amplamente utilizado sistema de posicionamento global (*Global Position System - GPS*); também o Sistema Conjunto de Informações Táticas (*Joint Tactical Information System*); e o Programa Conjunto de Fusão Tática (*Joint Tactical Fusion Program*). Além disso, nesse mesmo período, foram desenvolvidas e produzidas as plataformas de combate que até hoje são consideradas a espinha dorsal das FFAA norte-americanas, as quais são popularmente conhecidas como “18 Army Legacy”. Ao todo, constituíram-se em sistemas que elevaram a capacidade de gerenciamento e obtenção de informações em combate, tornando os EUA tecnologicamente e militarmente superiores à URSS (TEIXEIRA JÚNIOR; DUARTE, 2018, p. 15).

De acordo com Elinor Sloan (2008, p. 2), analistas soviéticos haviam constatado, já na segunda metade da década de 1970, que o desenvolvimento de computadores, sistemas de vigilância espacial e de mísseis de precisão de longo alcance permitiam ao Ocidente competir ou mesmo superar qualitativamente o Oriente em capacidade militar convencional, o que fomentou os primeiros estudos sobre a então denominada Revolução Técnica Militar (*Military Technical Revolution – MTR*).

Dessa constatação, pode-se inferir que o somatório de medidas implementadas nos EUA com a *Second Offset Strategy* fez com que os EUA superassem qualitativamente a URSS, atingindo, portanto, seu objetivo. Segundo o mesmo autor, no início da década de 1980, Nicolai Ogarkov, então Chefe do Estado-Maior Soviético, ficou convencido de que os EUA encontrava-se nos primeiros estágios de uma MTR, o que levou a União Soviética a aumentar seus gastos com defesa, a fim de comprar equipamentos tecnologicamente avançados. Essas medidas levaram a URSS a ver aumentadas suas dificuldades econômicas, que eventualmente corroboraram para o colapso soviético.

Os eventos da queda do Muro de Berlim (1989) e do colapso da União Soviética (1991) delinearão pensamentos acerca da unipolaridade mundial. Dessa forma, projetava-se a ideia de que nenhuma outra potência voltaria a ameaçar a ordem estabelecida pelos Estados Unidos no sistema internacional, o qual estaria configurado pela predominância vitoriosa do sistema democrático liberal, tutelado por essa superpotência. Francis Fukuyama aborda essa questão na obra “O Fim da História e Último Homem”, lançada em 1992:

Argumentei que um consenso notável a respeito da legitimidade da democracia liberal como um sistema de governo havia surgido em todo o mundo nos últimos anos, à medida que conquistava ideologias rivais como a monarquia hereditária, o fascismo e, mais recentemente, o comunismo. Mais do que isso, no entanto, argumentei que a democracia liberal pode constituir o ponto final da evolução da humanidade e a forma final de governo humano e, como tal, constituiu o fim da história. (FUKUYAMA, 1992, p. xi).

Chegou ao conhecimento do público, nesse mesmo ano, o documento *Defence Planning Guidance* (Orientação de Planejamento de Defesa), redigido sob a chefia de Paul Wolfowitz, quando este era Subsecretário para Políticas de Defesa do Governo George Bush. O documento ficou conhecido como Doutrina Wolfowitz e traçou os objetivos e linhas gerais da política externa dos EUA no período pós-Guerra Fria, bem como guiou as ações das FFAA norte-americanas. Claramente inspirado nas obras de Fukuyama, como

também em Paz Democrática (1986), de Michael Doyle - que fortalecia o papel da OTAN, mesmo após a queda da União Soviética, dessa vez com a finalidade de sustentar (ou implantar) as democracias liberais ao redor do mundo, fomentando assim a paz mundial – o *Defence Planning Guidance* visava à prevenção da emergência de um novo polo no Sistema Internacional, a fim de garantir a manutenção da unipolaridade norte-americana. O documento previa, ainda, a ação unilateral e mesmo preemptiva dos EUA, caso não contasse com apoio de aliados, contra ameaças à segurança nacional. Contudo, essas diretrizes previam a adaptação e mesmo redução de forças para atuar na defesa externa, expressando a confiança no ambiente de segurança muito mais favorável do que o antecedeu.

No campo dos estudos militares, a teoria de William Lind sobre Guerra de Quarta Geração era amplamente debatida, juntamente com os estudos sobre MTR que haviam sido interrompidos na União Soviética após a queda do regime comunista. Segundo Lind, a Quarta Geração da Guerra é caracterizada por uma quebra no consenso acerca do monopólio estatal da guerra, jamais vista desde a Paz de Westfália, cuja origem se encontra na crise universal do Estado (LIND, 2005, p. 14). Dessa forma, além de herdar características inerentes à Terceira Geração da Guerra, como a descentralização e a iniciativa, os conflitos armados assumiriam um perfil difuso, com atores não-estatais diretamente envolvidos, onde táticas de guerrilha ocorreriam simultaneamente a combates convencionais.

Sobre a documentação soviética da MTR, pode-se inferir, conforme Sloan (2008, p.3), que essa já se encontrava sob estudos do Departamento de Defesa dos EUA desde 1980. Em 1993 o nome MTR foi substituído, por Andrew Marshall, pelo termo *Revolution in Military Affairs* (do Inglês: Revolução em Assuntos Militares - RMA), para designar semelhante proposta, na qual a aplicação de novas tecnologias às plataformas e centros de comando e controle havia produzido uma alteração substancial não apenas na forma de combater, como também na própria natureza da guerra, o que demandaria novas capacidades para as Forças Armadas. Segundo esse conceito, essas capacidades seriam possibilitadas mediante uma completa reestruturação organizacional, bem como necessárias alterações na doutrina militar e conceitos operacionais. Sobre a definição de RMA, conforme definiu Andrew Marshall em 1993, tratava-se de

[...] uma grande mudança na natureza da guerra trazida pela aplicação inovadora de tecnologias, as quais combinadas com dramáticas mudanças na doutrina militar e novos conceitos operacionais e organizacionais, altera fundamentalmente o caráter e a condução das operações militares. (SLOAN, 2008, p. 3, tradução nossa).

Ao longo da década de 1990, fortemente impactados pelas operações da Guerra do Golfo, esses debates tomaram uma configuração sensivelmente diversa do propósito anterior mais “revolucionário”, passando a ser preferida pelos círculos militares estadunidenses a palavra “transformação”, fruto de uma evolução no entendimento conceitual sobre o fenômeno em tela. De fato, a Operação Tempestade no Deserto evidenciou que já havia um processo de transformação em curso nas FFAA dos EUA, nas quais os elementos tecnológicos produziram um efeito decisivo para o sucesso na condução daquele conflito.⁵²

A Guerra do Golfo serve de marco, portanto, em que se percebe que o perfil de força norte-americana havia passado pela transição do “velho modo americano de fazer a guerra”, baseado no atrito e no poder de fogo maciço, para o da guerra informacional, no qual as armas de precisão, a superioridade de informações e as manobras rápidas e furtivas ganharam a supremacia no espaço de batalha (BOOT, 2003, p. 29)⁵³.

3.4.2 A Transformação Militar nos EUA

O conceito de Transformação Militar começou a ser oficialmente implementado nas FFAA norte-americanas a partir de 2001, durante o mandato de George W. Bush, que teve

⁵² A Guerra do Golfo ou Operação Tempestade no Deserto ocorreu entre 1990 e 1991, ocasião em que a coalizão formada por 35 países liderada pelos EUA realizou uma incursão em terra sobre Iraque, rumo a Bagdá, sob a pretensa alegação de invasão deste sobre o Kuwait, após uma rápida fase de supressão de defesa, utilizando-se de surtidas aéreas com ataques cirúrgicos. O evento foi amplamente explorado pela mídia e por especialistas, sendo claramente perceptível o surgimento de um novo perfil de conflito armado, no qual os elementos tecnológicos embarcados às plataformas de combate proporcionaram uma larga vantagem militar qualitativa às forças da coalizão, mesmo esta atuando com efetivos reduzidos em comparação ao oponente. Sob uma observação mais atenta, foi possível constatar que a larga aplicação das novas tecnologias, agregadas aos sistemas de armas, modificaram a condução da guerra desde o nível tático até o estratégico. Uma evidência disso foi a utilização de satélites americanos como condutores de mísseis de alta precisão contra centros de comando e controle e bases aéreas iraquianas, possibilitando engajar grande quantidade de aeronaves em solo e o domínio completo do campo de batalha.

⁵³ Sobre a “nova forma estadunidense de fazer a guerra” Cf. MEARSHEIMER, John J. *Why the Soviets Can't Win Quickly in Central Europe*. International Security, Cambridge, v. 7, n. 1, p.03-39, 1982. Ainda segundo o autor, após os embates no Vietnã e na Coreia, o velho modo de fazer a guerra foi altamente contestado pela opinião pública, haja vista o elevado custo dispendido em recursos nacionais e vidas humanas para produzir um resultado político insatisfatório.

Donald Rumsfeld como Secretário de Defesa. Assim, tomando por referencial teórico, autores como Michael Doyle, Francis Fukuyama e William Lind e aproveitando-se dos debates em torno da RAM e sobre transformação militar que ocorreram na década de 1990, foram formuladas as diretrizes dessa transformação, as quais foram compiladas num documento denominado *Transformation Planning Guidance* (US, 2001) - do inglês, Orientação de Planejamento para a Transformação.

Rumsfeld assume o Departamento de Defesa com a missão de modificar o perfil de força das FFAA e adaptá-las aos desafios do novo milênio. Segundo essa perspectiva, somente o processo de constante transformação poderia fazer o transcurso da era industrial para a era da informação, capacitando as FFAA a enfrentar os desafios do novo milênio. Essa transformação se daria com vistas à diminuição do tamanho da Força, com aumento de mobilidade e velocidade, baseada em fatores tecnológicos como furtividade, armas de precisão e tecnologia da informação.

Acerca do conceito de “transformação”, esse foi definido no documento presidido por Rumsfeld como sendo

[...] um processo que molda a mudança da natureza da competição militar e da cooperação mediante novas combinações de conceitos, capacidades, pessoas e organizações que exploram as vantagens de nossa nação e a protege de nossas vulnerabilidades assimétricas, a fim de sustentar nossa posição estratégica, o que ajuda a sustentar a paz e a estabilidade no mundo (US, 2003, p. 3, tradução nossa).

Dentro desse conceito, a interoperabilidade conjunta em um sistema integrado desempenharia um papel fundamental na alocação de recursos. Essa interoperabilidade se baseava nos conceitos desenvolvidos por Arthur Cebrowski, segundo o qual a mudança mais importante dos últimos duzentos anos seria abandonar o paradigma de guerra centrada em plataformas, em prol da guerra centrada em redes. Dessa forma, com o estabelecimento de uma rede que integrasse todos os sistemas e plataformas, ganhar-se-iam velocidade de comando e sincronização, o que possibilitaria um aumento significativo em termos de efetividade em combate e permitiria “vencer as guerras antes delas começarem.” (CEBROWSKI; GARSTKA, 1998, n.p.).

Para um melhor entendimento acerca do conceito de Guerra Centrada em Redes (*Network Centric Warfare* - NCW), trata o próprio Cebrowski, enquanto Diretor do Escritório de Transformação da Força:

[...] é a própria expressão militar na era da informação. Refere-se à combinação de táticas, técnicas e tecnologias emergentes que uma força integrada emprega para criar uma vantagem de combate decisiva. Ela fornece uma nova estrutura conceitual com o qual se pode examinar missões militares, operações e organizações na era da informação. Como princípio organizador, a NCW acelera nossa capacidade de conhecer, decidir e agir, ligando sensores, sistemas de comunicações e sistemas de armas em uma rede interconectada. Uma força de combate com recursos em rede permite que um comandante rapidamente analise o espaço de batalha, comunique informações críticas para forças de combate amigas e comande uma combinação letal de capacidades aéreas, terrestres e marítimas para exercer efeitos em massa sobre um adversário (CEBROWSKI, 2003, p. 13, tradução nossa).

Na prática, o que se observou dessa política de defesa foi a priorização dos gastos com sistemas C4ISR (sigla em Inglês para Comando, Controle, Comunicações, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento), com ênfase no desenvolvimento de plataformas de armas multifunção, concebidas sob o conceito “*Future Combat System*”, as quais se propunham a substituir as tradicionais plataformas de combate blindadas, como os *Main Battle Tank* (MBT - do Inglês: blindado de combate principal), Abrams M1A2 e os obuseiros autopropulsados Paladin M109A6 por plataformas multifuncionais, mais leves e dotadas de múltiplos sensores e blindagem ativa⁵⁴ (WRIGHT, 2000, p. 445).

3.4.3 O conceito de Jaime Covarrubias sobre Transformação Militar

As diretrizes constantes no documento *Transformation Planning Guidance* exerceram forte influência sobre as forças armadas de vários países do mundo ocidental, fazendo-as repensar o papel que desempenham suas forças armadas, bem como acerca dos processos de modernização, reestruturação ou reforma pelos quais deveriam passar, a fim de enfrentar os novos desafios.

A partir dessa tendência, vários países latino-americanos começaram a introduzir em suas forças armadas processos de mudanças com diferentes propósitos e denominações, sendo que, de uma maneira geral, estão sendo utilizados três conceitos: adaptação, modernização e transformação (figura 32).

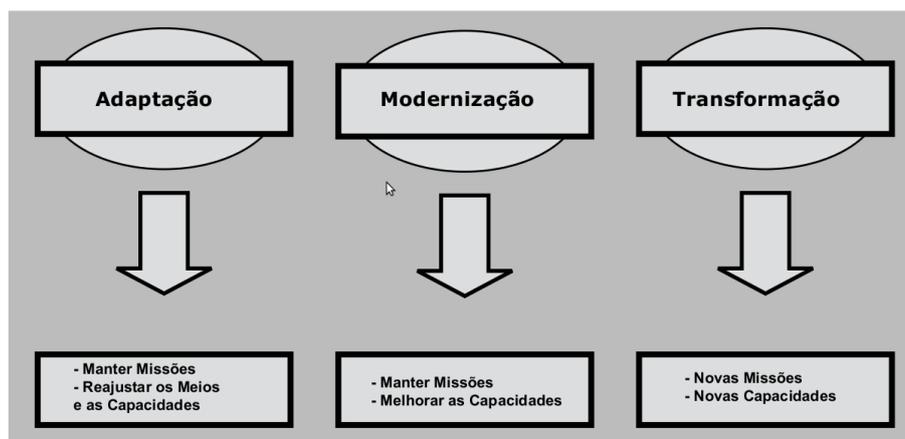
⁵⁴ **Blindagem ativa**, segundo Wright, trata-se de um sistema constituído de mísseis que, mediante acionamento por sensores, seriam disparados contra projéteis lançados na direção do veículo.

De acordo com Covarrubias, um processo de adaptação “consiste em adaptar as estruturas existentes para continuar cumprindo as tarefas previstas”; um processo de modernização busca a “otimização das capacidades para cumprir a missão de uma melhor forma”, enquanto que a transformação visa ao “desenvolvimento de novas capacidades para cumprir novas missões ou desempenhar novas funções em combate.”

Como se pode perceber, por transformação entende-se tratar de um processo muito mais amplo e profundo, que envolve mudanças na natureza da missão e na forma de como cumpri-la, além de ter um alcance não apenas técnico, mas também político. Envolve, portanto, “mudar a orientação e empreender um novo caminho” (COVARRUBIAS, 2007, p. 22).

Segundo o mesmo autor, estas modificações podem impactar um ou mais dos três pilares das forças armadas: natureza, a estrutura jurídica e capacidades.

Figura 32 – Adaptação, Modernização e Transformação



Fonte: Covarrubias (2007, p. 18).

De acordo com Covarrubias, alguns governos da América Latina estão realizando reformas no tocante à sua natureza. A natureza das forças militares tem suas raízes na história mais remota da humanidade, centradas na necessidade de subsistência das antigas civilizações. Outro aspecto essencial acerca da natureza das forças armadas é seu vínculo com o poder:

Desde que surgiram as primeiras organizações sociais, o poder estava estruturado sobre a base de três funções antropológicas que eram respectivamente: a

capacidade de se organizar e manter uma ordem social (função política, incluída a economia); a de lutar pela subsistência (função militar) e a crença na existência de um julgamento superior (função religiosa). Logo, desde os primórdios, quem desejar o poder terá que controlar estas três funções que vieram a ser conhecidas mais tarde como política, militar e religiosa. Desde o tempo dos faraós, estavam à frente monarcas que acumulavam estas funções em uma só autoridade, algo que a democracia busca separar. (COVARRUBIAS, 2007, p.19).

Nos dias atuais, as forças militares estão diretamente ligadas à sua natureza, porém devem contextualizá-la no cenário regional e mundial em que se encontram. A reformulação das forças quanto à natureza tem ocorrido com aqueles países que têm atribuído às suas forças papéis de policiamento interno, delegando a defesa externa a outras forças, como, por exemplo, o caso da Costa Rica, que confiou aos EUA sua segurança externa.

A partir da contextualização citada acima, dentro de um cenário democrático, os países tendem a especificar as tarefas, atribuições e missões específicas de suas forças armadas por intermédio de um arcabouço jurídico. Desta forma, se configura o segundo pilar, que é a estrutura jurídica das forças armadas. Isso ocorre, porque a natureza não pode ficar abstrata, sujeita a múltiplas interpretações e, para que isso não ocorra deve ficar verbalizada juridicamente. As normas jurídicas, portanto, derivam da natureza das forças militares de uma nação e, assim sendo, a traduzem especificando tarefas, missões, ambientes e formas de ação.

O terceiro componente diz respeito às capacidades ou meios que uma força deve dispor para bem cumprir sua missão. Países como Brasil e Chile, que já possuem tanto natureza quanto estrutura jurídica bem especificadas e consolidadas, esforçam-se por readequar as capacidades de suas forças, em especial no que concerne à aquisição e desenvolvimento de novos sistemas de armas e à reestruturação de suas unidades de combate.

No caso do Brasil, o Exército Brasileiro se propõe a realizar uma transformação, não apenas pela aquisição de novos equipamentos, como também reestruturando instalações e reformulando culturas e crenças, de modo a tornar seus elementos de combate aptos a enfrentar os desafios dos conflitos contemporâneos. Baseado nessas premissas, o Estado-Maior do Exército Brasileiro lançou em 2010 o documento “O Processo de Transformação do Exército” o qual traça as concepções e os vetores que devem nortear o processo de transformação no âmbito do EB.

O documento mencionado cita como exemplo o caso de dois países com características distintas que estão implantando seus respectivos processos de transformação: A Espanha e o Chile.

Em que pese a diferença quanto aos objetivos políticos e estratégicos, foi possível inferir, sobre pontos em comum entre ambos, os que seguem:

- a) racionalização da estrutura operacional;
- b) promoção da modernização da gestão e da racionalização administrativa;
- c) fortalecimento do sistema de doutrina, considerado o “motor da transformação”;
- d) ênfase na interoperabilidade;
- e) diminuição do nível em que se processará a integração dos sistemas de armas (no Exército da Espanha passará de divisão para brigada e no do Chile, de brigada para regimento);
- f) logística conjunta e integrada, devendo a estrutura de paz atender a situações de guerra sem necessidade de modificações;
- g) investimento em modernos equipamentos e desenvolvimento científico e tecnológico como forma de compensar qualitativamente a diminuição dos efetivos;
- h) investimento na formação e desenvolvimento dos recursos humanos;
- i) inclusão de missões de paz no escopo de atribuições principais.

3.4.4 Inovação Disruptiva

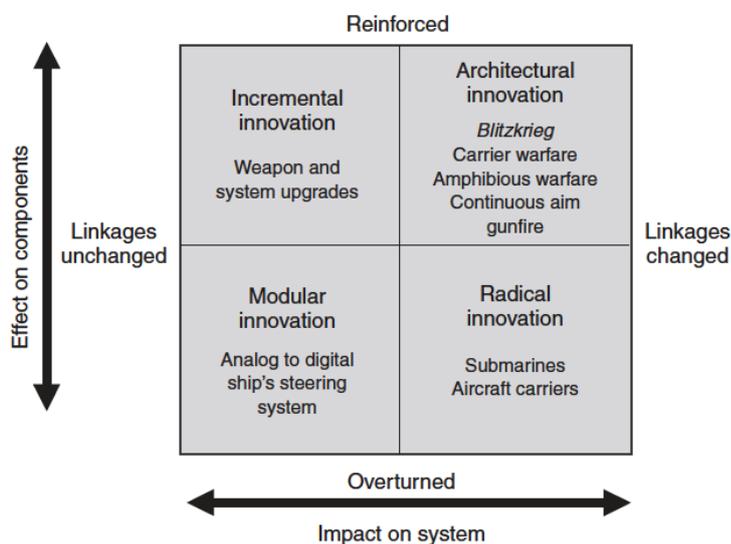
Terry C. Pierce, em sua obra intitulada *Warfighting and Disruptive Technologies*, desenvolve uma teoria denominada “teoria da inovação disruptiva” a partir dos diferentes impactos que uma inovação tecnológica causaria numa estrutura militar. A obra começa por traçar uma crítica à “teoria da competição interarmas” (PIERCE, 2004, p. xi, tradução nossa)⁵⁵ de Steven Rose que, segundo Pierce, não apresenta todos os fatores que contribuem para causar uma mudança disruptiva, sendo considerada “boa para conduzir a mudanças evolucionárias, mas pobre para conduzir a mudanças revolucionárias” (PIERCE, 2004, p. xi, tradução nossa).

⁵⁵ Do original em Inglês: “*Intraservice competition theory*”.

Segundo Pierce, a habilidade de transformar avanços tecnológicos em novos modos de fazer a guerra constituir-se-ia em questões vitais para a segurança do Estado. Pierce define inovação disruptiva como sendo “um desempenho aprimorado ao longo de uma trajetória de guerra que não havia sido tradicionalmente validada” (PIERCE, 2004, p. 1). O autor cita, ainda, a definição do próprio Rosen, sendo que para este, uma inovação disruptiva envolve “uma mudança em uma dos principais armas de uma força armada, quanto ao modo de combater ou, alternativamente, à criação de uma nova arma” (ROSEN, 1991⁵⁶ *apud* PIERCE, 2004, p.1).

Essa nova tipologia tem uma abordagem tanto nos componentes, quanto na ligação entre eles, estabelecendo um enquadramento segundo o qual uma determinada inovação tecnológica pode ser enquadrada em quatro categorias distintas: inovação incremental, inovação modular, inovação arquitetônica e inovação radical. Essa categorização varia de acordo com o grau de intensidade de duas variáveis, decorrentes dos efeitos sobre os componentes tecnológicos e dos impactos sobre os sistemas (figura 33).

Figura 33 – Tipologia das inovações tecnológicas no campo militar



Fonte: Pierce (2004, p.16).

⁵⁶ ROSEN, Stephen P. **Winning the Next War: Innovation and the Modern Military**. Ithaca, NY: Cornell University Press, 1991.

Dentro desse quadro, analisando primeiramente os quadrantes da esquerda, percebe-se uma variação apenas sobre os componentes, sem que haja uma alteração na forma como esses se ligam com os demais. Assim, inovação incremental seria uma simples melhoria em um determinado sistema ou componente, tal qual um *upgrade* em um sistema de armas. Já numa inovação modular, ocorre uma alteração no projeto principal de um determinado componente. Como exemplo, o autor cita a situação em que um navio altera seu sistema de direcionamento de analógico para digital. A diferença entre ambos reside no fato de que enquanto na inovação incremental um determinado sistema é melhorado ou expandido, no caso da inovação modular ocorre uma substituição completa desse mesmo sistema, com a derrubada do anterior, que se torna obsoleto. Porém, é aos dois quadrantes da direita que a maior atenção do autor é dirigida. Como inovação radical, é citado o caso do surgimento dos aviões e submarinos em combate, momento em que um projeto dominante provocou uma religação completa de todos os demais componentes da estrutura.

Em contrapartida, uma inovação arquitetural altera a maneira como os componentes são vinculados entre si, deixando intocados os principais conceitos de projetos dominantes e, portanto, os conhecimentos básicos subjacentes a esses. Cabe aqui uma sutil distinção: segundo Pierce, toda mudança de doutrina militar é por ele considerada uma inovação arquitetural, uma vez que se estabelecem novas ligações entre os componentes existentes, sejam novos ou velhos armamentos ou sistemas. Porém, nem toda inovação arquitetural leva a um novo modo de combater. Sendo assim, as inovações arquiteturais são classificadas em disruptivas – aquelas que alteram a forma de combater – e as sustentadas – as que apenas melhoram as formas de combate já estabelecidas. (PIERCE, 2004, p. 24).

O exemplo mais ilustrativo desse limiar se dá em torno do emprego do veículo blindado – os chamados tanques. Os britânicos inventaram o carro de combate, mas falharam ao aplicar sua forma mais adequada de emprego, ao passo que os alemães só obtiveram tardiamente este meio de combate, após 1935, no entanto inventaram uma guerra de blindados inovadora, que congregava seus principais elementos, fazendo-os empreender um ataque penetrante indefensável, até mesmo para as estruturas defensivas mais bem elaboradas como a Linha Maginot. A *Blitzkrieg*, portanto, é considerada uma inovação disruptiva, uma vez que empregou um meio já existente de uma forma totalmente nova e imprevisível.

As armas de pontaria contínua são citadas pelo autor, como o caso de inovação disruptiva a nível subsistêmico, uma vez que a implementação da pontaria contínua na marinha dos EUA melhorou sua taxa de acerto em 3.000 %, que foi conseguido com a instalação de armas navais com engrenagens de elevação, o que facilitou o ajuste e, em acréscimo, foi acoplada uma mira telescópica. (PIERCE, 2004, p. 16).

Em resumo, a toda inovação arquitetural decorre uma alteração de doutrina de emprego, quer a nível sistêmico, quer subsistêmico, podendo essas alterações ser classificadas como disruptivas - caso alterem a forma de combater, proporcionando vantagem expressiva ao detentor – ou sustentadas – caso apenas confirmem uma pequena melhora em determinado aspecto.

3.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Espera-se com o presente capítulo, ter demonstrado os parâmetros utilizados para mensurar os efeitos que uma inovação tecnológica pode trazer. Depreende-se que a digitalização foi um fenômeno observado a nível mundial, à qual se deve toda a gama de produtos eletrônicos presentes na sociedade moderna, fator que tem revolucionado, além do modo de fazer a guerra, as relações sociais, laborais e econômicas.

A origem da digitalização deveu-se à revolução da microeletrônica dos anos 50 e 60 do séc. XX. A primeira experiência militar real teve lugar já na Guerra do Vietnã. Os dispositivos eletrônicos da Linha McNamara no Sudeste Asiático foram importantes no sentido de formular um primeiro desenho de sistema de sistemas de armas em rede. Concomitantemente, serviu para fortalecer a indústria eletrônica nos EUA, já em forte competição com as firmas japonesas e alemãs.

Para os estadunidenses, a chegada da digitalização para fazer frente a adversários convencionais de força equivalente – nomeadamente a guerra com a URSS no Front Central da OTAN – deu-se a partir das políticas de compensação estadunidenses (*offset strategies*). Os Estados Unidos procuraram superar as vantagens numéricas soviéticas com o desenvolvimento de plataformas e sistemas de alta tecnologia, com utilização cada vez maior dos princípios da digitalização.

Apesar de esse processo ter sido levado a cabo pelos EUA com a designação genérica de Revolução em Assuntos Militares (RMA – da sigla em inglês *Revolution in*

Military Affairs), o conceito em si não é inédito. Na URSS dos anos 1970 e 1980, o Marechal Nikolai Ogarkov já havia constatado o andamento dos aspectos disruptivos da digitalização, o que originalmente foi chamada Revolução Técnica Militar. De sorte que, diferentemente do que a designação estadunidense sugere – uma revolução restrita aos assuntos militares –, em sua origem remota traduzia a compreensão de uma mudança que, muito além da guerra, englobava a sociedade como um todo.

Após o colapso da União Soviética, ao debate sobre RMA somou-se a ideia da Transformação Militar, informada pela preocupação da redução de custo do imediato pós-Guerra Fria. De pronto, o tema incidiu sobre o tema da definição de Perfil de Força. Neste caso orientado para a redução do efetivo, desde que ampliadas as capacidades de combate, uma vez que não haveria necessidade em se manter um forte aparato militar em contraposição à inexistência de rivais à altura. Esta visão aprofundou-se com os atentados de 11 de setembro de 2001.

Sob a Chefia de Donald Rumsfeld, a Secretaria de Defesa dos EUA assumiu a aplicação da Transformação Militar como Política de Estado. Este conceito está ligado à ideia da Guerra Centrada em Redes, desenvolvida pelo Almirante Arthur Cebrowski – subsecretário de defesa para Transformação de Rumsfeld. Para este autor, a Guerra Centrada em Redes viria em substituição ao conceito de Guerra Centrada em Plataformas. A aplicação desse conceito buscou, inicialmente, a substituição das antigas plataformas de combate e de assalto desenvolvidas na década de 1980, por plataformas multifuncionais, bem como no aperfeiçoamento dos sistemas de C4ISR⁵⁷, que moldaram um novo paradigma para o combate estadunidense.

Os resultados se fizeram sentir na Guerra do Iraque, quando a um reduzido número de baixas e em apenas 26 (vinte e seis) dias, a coalização liderada pelos Estados Unidos invadiu o território iraquiano, superando, assim, segundo Boot (2003, p. 32), os feitos da *Blietzkrieg*⁵⁸

Há que se considerar o caráter disruptivo com que a tecnologia da informação moldou as operações militares no terceiro milênio, conferindo às tropas da OTAN sob a liderança dos EUA, uma real vantagem qualitativa, que pode ser caracterizada pelos

⁵⁷ **C4ISR**: sigla em Inglês para sistemas de Comando, Controle, Comunicações, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento.

⁵⁸ **Blietzkrieg** (do alemão, Guerra Relâmpago), como ficou conhecida a tática de guerra que fez com que a Alemanha em 1940 ocupasse os territórios da Holanda, Bélgica e França em apenas 44 dias, com “apenas” 27.000 baixas. (BOOT, 2003, p. 32).

resultados impressionantes da operação *Iraqi Freedom*, apesar da diminuição drástica de efetivos que, de acordo com Boot (2003, p. 32), chegou a uma desvantagem numérica de até um contra quatro, enquanto que a normalidade admitida no corpo doutrinário da maior parte dos exércitos é uma vantagem mínima de três contra um, para uma força atacante.

Contudo, a partir de 2014 há uma mudança nas políticas de defesa norte-americanas, haja vista a ascensão de novas potências no cenário mundial, vindo a rivalizar com os EUA. Assim sendo, o momento atual sugere um retorno ao desenvolvimento de plataformas de guerra convencional, sem deixar de aplicar recursos em sistemas de rede, o que revela ser extremamente desafiador no que tange à aplicação de recursos em defesa.

Os efeitos da digitalização se dão pela efetiva consciência situacional das tropas que, somados aos atuadores não cinéticos do combate, como a guerra eletrônica e a cibernética, além da atuação de forças especiais, têm o efeito de tornar o inimigo praticamente cego, exercendo de forma sincronizada um poder de fogo avassalador sobre centros de comando e controle, bases de apoio de fogo e aeroportos, possibilitando grandes avanços em terra em um tempo surpreendentemente curto. A rapidez das operações e a forma como se estabelece esse acentuado desequilíbrio no espaço de batalha são similares aos que a “guerra relâmpago” produziu sobre as nações europeias na Segunda Guerra Mundial.

A prática estadunidense e o esforço pela transformação se fez refletir em países que orbitam sua esfera de influência, como alguns países da Europa e da América do Sul, levando-os a reprojeter suas missões, capacidades militares e chegando mesmo a reformatar seu perfil de força, mediante alterações no alistamento.

No contexto desses países, dentre os quais se inclui o Brasil, ao empreender um esforço por incorporar o paradigma da digitalização como nova concepção de combate, há que se atentar para não incorrer no equívoco de simplesmente reproduzir o modelo norte-americano que, notadamente, visava transformar seu perfil de força em tropa de caráter predominantemente expedicionário, centrada em plataformas leves e multiuso, primeiro por se tratar de realidades completamente distintas e, segundo, pelo fato do próprio governo estadunidense implicitamente reconhecer, mesmo em sua conjuntura, a negligência quanto ao desenvolvimento de plataformas convencionais para combates de alta intensidade, levando-se em conta a ascensão de novas potências no cenário internacional.

O modelo de transformação adotado pelo Ministério da Defesa, embora tenha sido preliminarmente motivada pelo modelo norte-americano, a partir da doutrina Rumsfeld-Cebrowisk, não assumiu o caráter restritivo adotado inicialmente pelos EUA, mas ao contrário, inspirou-se nas concepções delineadas por Jaime Covarrubias (2007), segundo o qual esse processo se faz mais complexo, podendo ser traduzido em três diferentes enfoques: a adaptação, a modernização e a transformação, propriamente dita, sendo esta última caracterizada pelo processo que exige o desenvolvimento de novas capacidades, para o cumprimento das novas missões, impostas pelos desafios e ameaças do novo milênio.

Assim, no caso brasileiro, a transformação se dá por um processo abrangente que engloba os projetos estratégicos das três forças, bem como sua decorrente reestruturação organizacional e doutrinária. A modernização é caracterizada pela aquisição de novos meios de combate, quer seja por compras de oportunidade, quer por parcerias entre empresas com vistas ao desenvolvimento de projetos de interesse das Forças Armadas, particularmente os motomecanizados, com vistas a recuperar o hiato tecnológico advindo da não obtenção plena dos requisitos inerentes à capacidade produtiva da indústria nacional intrínsecos à Segunda Revolução Industrial. Já a adaptação reside em adequar os novos meios à realidade brasileira, como ocorre com as Vtr M113 BR, as quais são atualmente adaptadas e repotencializadas pelo Parque Regional de Manutenção da 5ª Região Militar (Pq R Mnt/5), em Curitiba, Paraná.

Sendo assim, as tropas blindadas assumem papel de grande relevância dentro da concepção da referida Estratégia (END), constituindo-se no único instrumento capaz de oferecer plena mobilidade tática e ação de choque, em um teatro de operações dentro do território nacional ou em suas adjacências.

Essa assertiva pode ser comprovada pelo esforço na renovação da frota de blindados ocorrida recentemente, mais especificamente com a aquisição dos obuseiros autopropulsados M109A5+BR, que constituirão o apoio de fogo efetivo das tropas blindadas no Brasil.

Sendo assim, espera-se, no presente capítulo, ter tratado de forma satisfatória os temas propostos acerca da digitalização e da transformação militar, devido às implicações que os assuntos em tela terão na conjuntura atual, no que diz respeito à aquisição e emprego do obuseiro M109A5+BR, objeto do presente estudo.

4 AS BRIGADAS BLINDADAS E O OBUSEIRO M109 A5+BR

O presente capítulo tem como objetivos analisar os sistemas e capacidades do obuseiro M109A5+BR e descrever em que medida o emprego da nova plataforma poderá trazer mudanças no emprego da Artilharia. Orientam o desenvolvimento do capítulo as seguintes perguntas:

- a) no que consiste o sistema M109A5+BR?;
- b) ocorrerá inovação disruptiva⁵⁹ no emprego da Artilharia de Campanha com base na doutrina atual?;
- c) quais os impactos do emprego desse novo meio de apoio de fogo para a Artilharia e para a Força Terrestre?

Inicialmente, será descrito, de forma sucinta, o modo como M109A5+BR se enquadra dentro do Processo de Transformação do Exército Brasileiro, como resposta à Estratégia Nacional de Defesa (END) (BRASIL, 2008b).

Na seção seguinte verificar-se-á o processo de transformação tal qual foi concebido pelo Exército Brasileiro.

Na sequência, será abordado o contexto ao qual os grupos de artilharia que receberam os obuseiros M109A5+BR se subordinam e que contarão com o apoio de fogo desse material: o das brigadas blindadas do Exército Brasileiro (EB).

Após serão apresentadas as características técnicas desse obuseiro e como elas poderão impactar a doutrina de emprego da Artilharia de Campanha, no contexto das brigadas blindadas do EB.

Por fim, será apresentada a conclusão de que a inserção do obuseiro M109A5+BR constitui uma inovação disruptiva ou continuada.

4.1 O PROCESSO DE TRANSFORMAÇÃO NO EXÉRCITO BRASILEIRO

Inicialmente cabe considerar que a aquisição do obuseiro autopropulsado M109A5+BR ocorreu seguindo diretrizes estabelecidas pela Estratégia Nacional de Defesa em dezembro de 2008, a qual foi considerada “marco histórico na evolução do pensamento

⁵⁹ **Inovação disruptiva:** teoria estabelecida por Terry C. Pierce (2004) que avalia parâmetros para uma força armada aplicar uma inovação de modo a causar a mudança estrutural necessária para se atingir um paradigma de eficiência, diante de um novo panorama mundial, analisada no capítulo anterior.

de defesa em nosso país” (BRASIL, 2010, p. 20). O documento em questão reorienta a organização das FFAA para estruturar seus meios de defesa em torno de capacidades, não mais em torno de inimigos específicos (BRASIL, 2008b, p. 16).

Como resposta, a uma demanda por reorganização estrutural, o EB apresentou em 2009 um planejamento de articulação e equipamento denominado Estratégia Braço Forte que é constituída por dois planos: Plano de Articulação e Plano de Equipamento, os quais se subdividem em 4 programas e 824 projetos distribuídos por 129 ações estratégicas.

Para dar suporte à Estratégia Braço Forte, foi estabelecido em 2010 o Processo de Transformação do Exército (BRASIL, 2010), documento que estabelece as diretrizes e conceitos para a nova reestruturação da Força, além dos planos estratégicos trienais que estabelecem ações e metas de curto, médio e longo prazos, para que o processo de transformação seja efetivado.

Dentro desse escopo encontra-se o Subprograma Reestruturação do Sistema de Artilharia de Campanha (SAC), que prevê, dentre diversas ações, aquelas referentes às etapas da aquisição, modernização e recebimento dos obuseiros M109A5+BR.

O documento “O Processo de Transformação do Exército” (BRASIL, 2010, p.8) se baseia na conceituação estabelecida por Covarrubias (2007) a respeito dos conceitos de adaptação, modernização e transformação, artigo intitulado “Três Pilares de uma Transformação Militar”. De acordo com o documento, o EB, ao longo de sua história, havia passado por ciclos de evolução, reconhecendo, no entanto, que no cenário atual a adaptação e a modernização não mais proporcionariam todas as respostas para as demandas operacionais que se apresentam, devendo a Força almejar a transformação, uma vez que tal processo “exige o desenvolvimento de novas capacidades pra cumprir novas missões” (BRASIL, 2010, p. 9).

Acerca disso, trata também a Estratégia Nacional de Defesa (END) de que “a Força Terrestre (F Ter) deverá manter-se em permanente processo de transformação, buscando, desde logo, evoluir da Era Industrial para a Era do Conhecimento.” Este conceito vai ao encontro do que definem Dunnigan (1996) e Cebrowski (2005) acerca da transformação militar como sendo o ajuste das Forças à Era da Informação, ou seja, a transição da Segunda para a Terceira Revolução Industrial, do paradigma técnico-produtivo para o técnico-cognitivo (BUENO, 2009).

É bem verdade que versão original da END (BRASIL, 2008b) aborda a questão da organização da Força em torno das capacidades, porém não tece maiores detalhes sobre elas. Em contrapartida, centra-se nas capacidades da indústria de material defesa, nos diversos setores. A versão de 2016 da Estratégia Nacional de Defesa, ainda em seus fundamentos, aborda no âmbito poder nacional, sobre as capacidades nacionais de defesa, dentre as quais se destaca, para o presente escopo, a Capacidade de Dissuasão, na medida em que essa possibilita, quer pelo desenvolvimento de sistemas, quer pela aquisição de novos equipamentos, desestimular possíveis agressões externas (BRASIL, 2016c, p. 18).

Descendo ao nível operacional, a END/2016 (BRASIL, 2016c, p. 25) destaca que as FFAA devem desenvolver a capacidade de operar em rede, esclarecendo que essa “[...] propicia condições para a interoperabilidade das forças, contribuindo para a construção, a manutenção e a difusão da consciência situacional no espaço de batalha e o aprimoramento do Ciclo de Comando e Controle.”

Sobre o Exército, a END/2016 estabelece que a busca de novas capacidades visando ao contínuo processo de transformação deverá se dar sob a orientação das seguintes características doutrinárias:

- 1) **flexibilidade**: característica decorrente de estruturas com mínima rigidez preestabelecida, faculta um número maior de opções para reorganizar os elementos de combate em estruturas temporárias, com o adequado suporte logístico, desde as frações elementares até os Grandes Comandos;
 - 2) **adaptabilidade**: por seu turno, possibilita um rápido ajuste às mudanças nas condicionantes que determinam a seleção e a forma como os novos meios serão empregados, em qualquer faixa do espectro dos conflitos, nas situações de guerra e não guerra;
 - 3) **modularidade**: confere a um elemento de combate a condição de, a partir de uma estrutura básica mínima, receber módulos que ampliem seu poder de combate ou lhe agreguem capacidades, viabilizando, a adoção de estruturas adaptáveis para cada situação de emprego. A modularidade está diretamente relacionada ao conceito de elasticidade.
 - 4) **elasticidade**: é a característica que, dispondo uma força de adequadas estruturas de comando e controle e de logística, lhe permite variar o poder de combate pelo acréscimo ou supressão de estruturas, com oportunidade, ou por intermédio da mobilização de meios adicionais;
 - 5) **sustentabilidade**: permite a uma força durar na ação, pelo prazo que se fizer necessário, mantendo suas capacidades operativas às oscilações do combate.
- (Cf. BRASIL, 2016c, p. 28, grifo nosso).

Baseado na análise da conjuntura e em cenários prospectivos, que visam identificar ameaças concretas e potenciais ao Estado e interesses nacionais, o Exército Brasileiro, por

intermédio da nova Doutrina Militar Terrestre (BRASIL, 2014a), passou a adotar a geração de forças por meio do **Planejamento Baseado em Capacidades**.

Assim descreve a Doutrina Militar terrestre acerca de capacidade:

[...] é a aptidão requerida a uma força ou organização militar, para que possa cumprir determinada missão ou tarefa. É obtida a partir de um conjunto de sete fatores determinantes, interrelacionados e indissociáveis: **Doutrina, Organização** (e/ou processos), **Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura**. Este conceito será a base para a transformação que se pretende fazer no Exército Brasileiro.

a) **Doutrina** – fator base para os demais [...] a geração de capacidades de uma Unidade inicia-se com a formulação de sua Base Doutrinária, que considera a gama de **missões, atividades e tarefas** que essa Unidade irá cumprir, **em operações**.

b) **Organização** (e Processos) – é expressa por intermédio da Estrutura Organizacional dos elementos de emprego da F Ter. Algumas capacidades são obtidas por processos, com vistas a evitar competências redundantes, quando essas já tenham sido contempladas em outras estruturas.

c) **Adestramento** – compreende as atividades de preparo obedecendo a programas e ciclos específicos, incluindo a utilização de simulação em todas as suas modalidades: virtual, construtiva e viva;

d) **Material** – compreende todos os materiais e sistemas para uso na F Ter, acompanhando a evolução de tecnologias de emprego militar e com base na prospecção tecnológica. [...]

e) **Educação** – compreende todas as atividades continuadas de capacitação e habilitação, formais e não formais destinadas ao desenvolvimento do integrante da F Ter quanto à sua competência individual requerida. Essa competência deve ser entendida como a capacidade de mobilizar [...] conhecimentos, habilidades, atitudes, valores e experiências, para decidir e atuar em situações diversas. Dentre essas competências, ressalta-se o desenvolvimento da Liderança Militar, fator fundamental na geração de capacidades.

f) **Pessoal** – abrange todas as atividades relacionadas aos integrantes da força, nas funcionalidades: plano de carreira, movimentação, dotação e preenchimento de cargos, serviço militar, higidez física, avaliação, valorização profissional e moral. É uma abordagem sistêmica voltada para a geração de capacidades, que considera toda as ações relacionadas com o planejamento, a organização, a direção, o controle e a coordenação das competências necessárias à dimensão humana da Força.

g) **Infraestrutura** – engloba todos os elementos estruturais (instalações físicas, equipamentos e serviços necessários) que dão suporte à utilização e ao preparo dos elementos de emprego, de acordo com a especificidade de cada um e o atendimento de requisitos de exercício funcional. (BRASIL, 2014a, p. 3-3 a 3-4).

Assim, quando se altera um dos elementos descritos acima, *dever-se-á a priori* alterar os demais, de modo que se possa acomodar as novas capacidades da Força.

O desenvolvimento de capacidades pela F Ter atua visando atender a três requisitos de forma simultânea: “garantir a defesa do território, projetar poder a fim de assegurar interesses vitais e atender às demandas da política exterior em favor da segurança e da paz internacionais e da integração regional.” (BRASIL, 2014a, p. 3-4).

Dentre as novas capacidades prioritárias para F Ter na Era do Conhecimento, para o presente trabalho, destacaremos as seguintes:

- a) dissuasão terrestre compatível com o status do país;
- b) interoperabilidade com as demais forças singulares e complementaridade com outros órgãos e agências;
- c) produtos de defesa vinculados às capacidades operacionais; e
- d) gestão sistêmica da informação operacional.

Com esses moldes, portanto, se dá o escopo da transformação no âmbito do Exército Brasileiro, priorizando forças flexíveis e sustentáveis, planejando seu emprego com base nas capacidades de suas frações, com vistas a atuar na garantia territorial, na projeção de poder visando a interesses vitais e em favor da paz internacional e integração regional.

4.2 AS BRIGADAS BLINDADAS DO EXÉRCITO BRASILEIRO

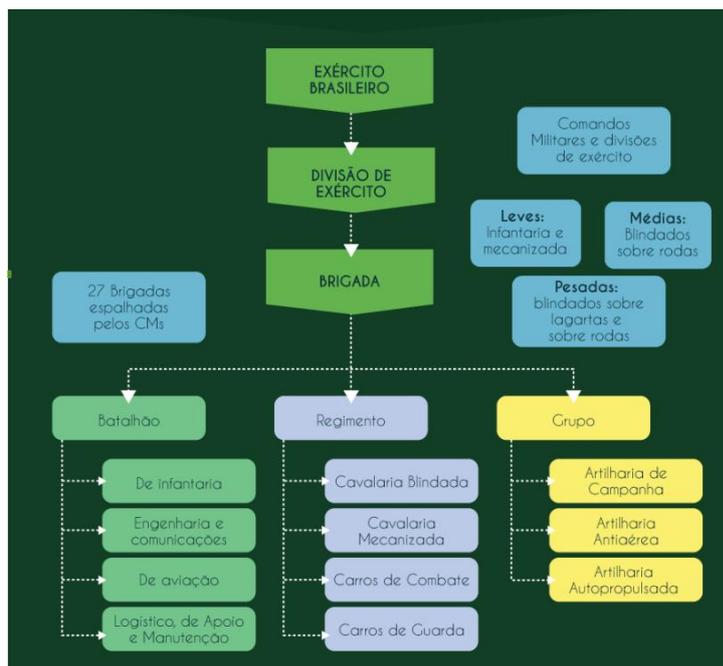
As brigadas blindadas são as grandes unidades⁶⁰ do Exército Brasileiro aptas a realizar operações que exijam alta mobilidade tática, potência de fogo, proteção blindada e ação de choque. Esse tipo de tropa é vocacionada a realizar missões ofensivas altamente móveis, particularmente, as incursões, as manobras de flanco, o aproveitamento do êxito e a perseguição (BRASIL, 2018, p. 2-4)⁶¹.

São as tropas que atuam em conflitos de alta intensidade, pois são dotadas de viaturas blindadas, movidas por tração de esteiras e com armamentos que lhes conferem elevado poder de fogo, como os carros de combate (CC), as viaturas blindadas de combate de infantaria (VBCI) e demais veículos blindados de apoio.

⁶⁰ De acordo com a Doutrina Militar Terrestre (BRASIL, 2014a, p. 6-6), a Brigada é a Grande Unidade considerada módulo básico de emprego da Força Terrestre, contando, no mínimo, com elementos de combate, de comando e controle e de logística. Podem ser leves, médias ou pesadas.

⁶¹ De acordo com o Manual de Campanha A Cavalaria nas Operações (EB70-MC-10.222), no âmbito das operações ofensivas, a Brigada Blindada deve reunir as seguintes capacidades: realizar uma penetração no sistema defensivo inimigo, executar o envolvimento da posição defensiva, atacando objetivos em profundidade, bem como explorar os flancos vulneráveis, por meio de um desbordamento, passando rapidamente a um aproveitamento do êxito ou perseguição. Mesmo nas operações defensivas, este tipo de fração assume caráter ofensivo, devendo participar, prioritariamente, das ações dinâmicas da defesa, por meio da realização de contra-ataques.

Figura 34 – Organograma simplificado do Exército Brasileiro



Fonte: Negreiros (2017).

As brigadas blindadas atuam em papel de destaque no contexto das guerras de movimento - conceito operacional do Exército - em que a busca da decisão da batalha terrestre por meio de ações ofensivas, extremamente rápidas e profundas, em frentes amplas e descontínuas, constitui-se o fator principal (BRASIL, 2018, p.1-2).

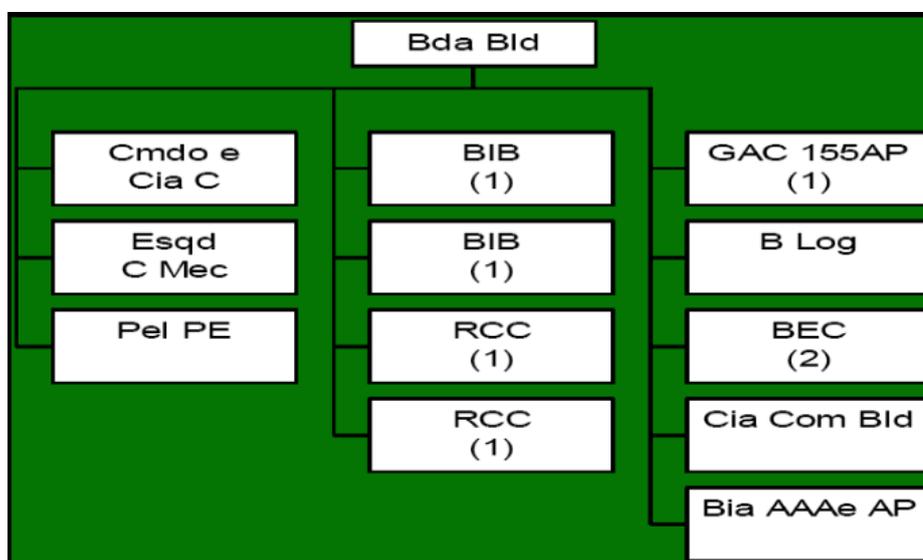
Figura 35 – Viatura Blindada Carro de Combate Leopard 1A5



Fonte: Ribeiro (2013).

De recente constituição, a partir de reformulações doutrinárias calcadas no emprego de forças-tarefa blindadas quaternárias⁶², encontram-se com suas sedes localizadas em Ponta Grossa – no Paraná e Santa Maria – no Rio Grande do Sul, sendo respectivamente denominadas, 5ª Brigada Blindada e 6ª Brigada Blindada. Cada brigada é formada por dois regimentos de carros de combate (RCC) e de dois batalhões de infantaria blindados (BIB), os quais constituem a base de manobra que, com os devidos meios de apoio ao combate, formam as forças-tarefas⁶³, que devem executar suas operações típicas de forma sincronizada.

Figura 36 – Organograma das brigadas blindadas



Fonte: Brasil (2004c).

As forças tarefas são formações temporárias que atuam com base no princípio da combinação de armas de modo a produzir a sinergia necessária à desejada ação de choque. De acordo com Brasil (2002, p. 1-2),

⁶² O termo “quaternária” se refere ao fato de que as brigadas blindadas possuem 4 elementos de manobra sendo 2 unidades de cavalaria blindada e 2 unidades de infantaria blindada, cada uma dessas com 4 subunidades que atuam de forma conjunta formando forças-tarefas (FT). Diferem das demais tropas “ternárias” que normalmente possuem 3 elementos de manobra valor unidade, cada um com composto por 3 subunidades (Cf. figura 35).

⁶³ Conforme o Manual de Campanha Forças-Tarefas Blindadas (BRASIL, C17-20, 2002), FT RCC é uma força-tarefa forte em carros de combate, pois a maioria de suas subunidades (SU) são esquadrões de carros de combate (CC), da mesma forma, a FT BIB é uma força-tarefa forte em fuzileiros blindados, pois a maioria de suas subunidades são Companhias de Fuzileiros Blindados (Cia Fuz Bld). As FT equilibradas são forças-tarefas que possuem igual número de subunidades de carros de combate e de fuzileiros blindados (Fuz Bld).

As Forças Tarefas Blindadas (FT Bld) valor unidade são organizadas, adestradas e equipadas para a destruição de forças inimigas, seja por meio do combate embarcado, seja por meio do combate desembarcado. A FT RCC uma força-tarefa forte em carros de combate, pois a maioria de suas subunidades (SU) são esquadrões de carros de combate (CC), da mesma forma, a FT BIB é uma força-tarefa forte em fuzileiros blindados, pois a maioria de suas subunidades são Companhias de Fuzileiros Blindados (Cia Fuz Bld). As FT equilibradas são forças-tarefas que possuem igual número de subunidades de carros de combate e de fuzileiros blindados (Fuz Bld). O poder de combate das FT Bld repousa no emprego combinado dos carros de combate e dos fuzileiros blindados. Este combinado CC - Fuz Bld deve ser apoiado por engenharia de combate blindada, artilharia de campanha e antiaérea autopropulsadas, morteiros pesados e por aeronaves do exército ou da Força Aérea (F Ae).

4.2.1 Os Grupos de Artilharia de Campanha Autopropulsados (GAC AP)

Os grupos de artilharia que prestam apoio de fogo às brigadas blindadas são, respectivamente, o 5º Grupo de Artilharia de Campanha Autopropulsado (GAC AP) e o 3º GAC AP, que eram, até o corrente ano, dotados do obuseiro M108 105mm AP, institucionalmente classificados como viatura de combate blindada obuseiro autopropulsado M108 (VBCOAP M108).

Dadas as características e importância da missão dessas brigadas, vocacionadas ao combate convencional de alta intensidade e poder de choque, entende-se que esses grupos de artilharia devem possuir grande poder de fogo, com meios que possibilitem atuar com rapidez e flexibilidade.

Os obuseiros M108 chegaram ao Brasil na década de 1970 e sua adoção pelo EB à época ocasionou considerável impacto no preparo, emprego e conseqüente mentalidade operacional das tropas de Artilharia. Isso se deve aos ganhos consideráveis com relação à mobilidade, rapidez nas entradas em posições de tiro e amplitude de tiro, decorrente do giro da torre em 6400 milésimos (360 graus), aspectos que faziam com que esse meio muito mais flexível gerasse as capacidades necessárias aos grupos que o recebessem, tornando-os muito mais dinâmicos.

Apesar destes aspectos, o alcance máximo do M108 (11.500 m) e a letalidade do calibre 105 mm já eram considerados, na ocasião de sua chegada ao Brasil, defasados a nível mundial no que se refere a um apoio eficiente de artilharia. Esse aspecto já havia ficado comprovado no batismo de fogo do M108, na Guerra do Vietnã por tropas norte-americanas, o que provocou a suspensão precoce de sua produção ainda em 1963. (ZALOGA; BRYAN, 2005, p. 13).

Dentro de padrões mundiais atuais, o material de artilharia de calibre 105 mm encontra-se em uso apenas por tropas leves e especiais, como as aeromóveis, aerotransportadas, de selva e de montanha. Isso se deve ao fato de que para tropas convencionais esse calibre apresenta alcance e letalidade insuficientes, sendo mundialmente consagrado, para a artilharia blindada, o calibre 155 mm.⁶⁴ Há que se considerar que para as já mencionadas tropas leves se mostram mais usuais os obuseiros autorrebotados (AR), devido às suas características de manobrabilidade em terrenos de vegetação densa ou de montanha, sendo os AR mais aptos ao helitransporte⁶⁵.

Recentemente, segundo as fontes disponíveis, apenas o Brasil mantinha o blindado M108 como material de emprego militar orgânico do Exército. Devido a isso, havia grande dificuldade em se obter suprimentos para manutenção do sistema de armas principal, que já contava com mais de cinquenta anos de uso. A disponibilidade do material M108 encontrava-se em torno de 40%. Várias consultas para modernização das VBCOAP M108, incluindo um modesto incremento no alcance, já foram realizadas, mas todas esbarram na questão do custo, que oscila entre 300 mil a 1 milhão de dólares por viatura.

A permanência em serviço das VBCOAP M108 no Exército Brasileiro vinha se mostrando uma solução pouco operacional, antieconômica e até inviável, com base nas seguintes considerações:

- a) grande dificuldade para obtenção dos insumos relativos ao sistema de armas principal;
- b) pequeno alcance do material, hoje em dia já equiparado ao morteiro pesado M2 120mm de fabricação nacional;
- c) alto custo para uma eventual modernização do material e melhoria das suas características técnicas, particularmente o alcance; e
- d) elevado e incontornável índice de indisponibilidade do material distribuído.

⁶⁴ Para países assinantes do Pacto de Varsóvia, foi padronizado o calibre 152 mm.

⁶⁵ **Helitransporte** – transporte içado por helicópteros.

Quadro 5 – Comparação obus M108 com morteiro pesado M2

Armamento	Calibre	Projétil	Peso Granada (Kg)	Cadência máxima de tiro (em tiro por minuto - TPM)	Cadência de tiro sustentada (TPM)	Entrega (Kg)	Alcance (Km)
Obus M108	105 mm	M1 HE ¹	18,1	4	1	18,1	11,2
Morteiro P M2	120 mm	PR ²	15,7	15	5	78,5	8,3
		PRPA ³	15,7	15	5	78,5	12,6

¹ *High Explosive* (munição auto-explosiva)

² Munição pré-raiada

³ Munição pré-raiada com propulsão adicional

Fonte: elaborado pelo autor (2019), com base em Ness; Williams (2011).

Além de todos os fatores já elencados, com a constituição das brigadas blindadas (Bda Bld) no Brasil, as quais foram reestruturadas com base na aquisição recente dos Leopard 1A5, carros de combate dotados de ampla gama de capacidades tecnológicas, somado ao recebimento dos morteiros pesados M2 120mm de fabricação nacional pelos RCC e BIB, que podem atingir até 12,6 Km e possuem maior letalidade, conforme se pode verificar no Quadro 5, veio à tona uma situação controversa quanto ao apoio de fogo orgânico: o fato da artilharia orgânica ser menos letal e ter menor alcance que os pelotões de morteiros pesados dos RCC e dos BIB⁶⁶. Além disso, as capacidades de mobilidade e poder de fogo do Leopard 1A5 praticamente dispensavam o apoio de fogo prestado pelos M108 dos GAC das Bda Bld, necessitando, entretanto, de um apoio de fogo de artilharia com maior alcance e letalidade.

4.2.2 O Obuseiro M109A5+BR: Processo de aquisição e modernização

Diante do exposto, buscava-se uma solução econômica e eficiente para a Artilharia de Campanha e, particularmente, para os grupos de artilharia orgânicos das brigadas blindadas.

Em março de 2012, após ser consultado, o Governo dos EUA informou que havia sido autorizada a transferência para o Brasil de 40 Vtr M109 A5 disponíveis como Artigos de Defesa Excedentes (*Excess Defense Articles - EDA*) no local e no estado de

⁶⁶ O alcance dos morteiros pesados chega a 12.600m com munição pré-raiada e propulsão adicional.

disponibilidade em que se encontravam. Tais materiais poderiam ser disponibilizados para venda ou doação através do programa *Foreign Military Sales* (FMS)⁶⁷.

Em maio de 2012, a Diretoria de Material, em nome do EB e devidamente autorizada pelo Estado-Maior do Exército, encaminhou, ao Governo dos EUA uma *Letter Of Request* (LOR)⁶⁸, informando sobre a intenção de se adquirirem 40 (quarenta) VBCOAP M109 A5 no local e no estado de disponibilidade em que se encontravam.

Em outubro de 2012, foi realizada uma Inspeção Visual Conjunta (*Joint Visual Inspection* - JVI) das viaturas, no local onde se encontravam estacionadas, Limestone, Maine, EUA. Na ocasião foi constatado que as viaturas estavam em estado precário por estarem desativadas e estacionadas em local sem cobertura, sujeitas às intempéries e sem manutenção periódica. No entanto, as inspeções permitiram constatar que o material havia sido pouco utilizado em missões de tiro, devido ao bom estado de conservação das raiais dos tubos.

Considerando que o EB já executava o Projeto de Modernização da VBTP M113 B com o apoio da empresa BAE Systems, responsável pelo desenvolvimento da família de viaturas M109, a 4ª Subchefia do EME e a Diretoria de Material do Comando Logístico solicitaram aos representantes dessa fabricante em Brasília que fosse apresentado um orçamento para a revitalização e/ou modernização dos 36 (trinta e seis) obuseiros disponibilizados pelo Governo dos EUA.

O Governo dos EUA formulou então uma Carta de Oferta e Aceitação (*Letter of Offer and Acceptance* – LOA)⁶⁹, constando a modernização e revitalização de 32 (trinta e duas) Vtr M109A5 das 40 recebidas, a ser realizado pela empresa *BAE Systems Land &*

⁶⁷ O FMS (*Foreign Military Sales*) é um programa do Departamento de Defesa (DoD) dos EUA que oferece aos governos estrangeiros a compra de artigos de defesa ou contratação de serviços do governo dos EUA (USG). Este programa é operado tendo como princípio ser sem fins lucrativos e sem perda para o Governo Norte-Americano. O Departamento de Defesa dos EUA (DoD), através do FMS adquire artigos e serviços de defesa para outros países empregando o mesmo processo de aquisição usado para adquirir suas próprias necessidades militares. Este processo de aquisição é regido pelo *Federal Acquisition Regulation* (FAR) e pelo *Federal Defense Acquisition Regulation Supplement* (DFARS). O comprador estrangeiro se beneficia do conhecimento técnico e operacional do DoD, da infraestrutura de compras e das práticas de compras.

⁶⁸ **LOR (*Letter of Request*)** - o programa FMS requer um representante autorizado do governo estrangeiro para enviar ao USG uma Carta de Solicitação (LOR) dos materiais e serviços de defesa desejados.

⁶⁹ **LOA (*Letter of Offer and Acceptance*)** - A LOA é redigida pelo Governo dos EUA e deve ser formalmente aceita pelo governo estrangeiro. Esse contrato especifica os itens e serviços a serem fornecidos ao país, bem como os custos e prazos. O Governo dos EUA pode fornecer itens de seu próprio estoque ou estabelecer um contrato com uma empresa de defesa para obter os itens em seu nome. Qualquer contrato com empresa de defesa, se necessário, será escrito pelo Governo dos EUA usando procedimentos de contratação padrão, incluindo supervisão e auditorias.

Armaments LP, sediada em York, PA, nos Estados Unidos da América, ao preço final de US\$ 54 milhões. Essa repotencialização visa elevar o modelo do obuseiro original M109A5 a um padrão próximo ao atualmente empregado pelo exército daquele país, o obuseiro M109 A6 – *Paladin*, incorporando algumas características daquela versão. Esse novo modelo personalizado foi denominado M109A5+BR, por incorporar especificidades solicitadas pelo Exército Brasileiro, como a integração dos sistemas aos meios de comunicações já utilizados nos demais blindados brasileiros.

Em 2016, o Governo Brasileiro adjudicou tal contrato, no qual estão inseridas cláusulas de garantia de fornecimento de peças de reposição e treinamento, bem como apoio para o tiro de recebimento e suporte de serviço de campo após as entregas. O Comando do Exército decidiu dotar os grupos de artilharia orgânicos das brigadas blindadas com essas viaturas, que chegaram recentemente ao Brasil⁷⁰, o que deixará as brigadas com apoio de fogo condizente com seu grau de importância.

Posteriormente, outro contrato foi estabelecido via *LOA*, com vistas a receber 60 Vtr M109A5, a fim de equipar os grupos orgânicos das divisões de exército. Essas, no entanto, não estão previstas para serem modernizadas ao padrão +BR, devendo apenas serem revitalizadas no Brasil, nas instalações do Parque Regional de Manutenção da 5ª Região Militar.

A VBCOAP M109A5+BR é um obuseiro autopropulsado projetado para as necessidades atuais do Exército Brasileiro e deverá possuir sistemas eletrônicos semelhantes ao obuseiro M109A6 *Paladin*, versão ainda em uso pelo Exército dos EUA. Estes sistemas trarão funcionalidades inéditas ao Brasil, tais como automatização do cálculo de tiro, navegação inercial, comunicações com transmissão de dados criptografados a longa distância e digitalização das missões de tiro.

Além dos aspectos funcionais citados, o treinamento das guarnições que irão operar estes veículos blindados deverá ocorrer por intermédio do uso intensivo de simuladores, uma vez que a multiplicidade de sistemas e optrônicos acarreta complexidade na sua operação.

⁷⁰ Os tiros técnicos (tiros de verificação do sistema, previstos a serem realizados antes da utilização operacional do material) foram realizados em 18 de novembro de 2019, no Campo de Instrução de Santa Maria e os obuseiros M109A5+BR estavam, até o presente, em fase de distribuição aos 3º e 5º GAC AP, de Santa Maria, RS e Curitiba, PR, respectivamente.

4.3 AS CARACTERÍSTICAS DO OBUSEIRO M109A5+BR

O autopropulsado M109A5+BR é um obuseiro projetado para atender às especificidades da tropa blindada do Exército Brasileiro e se caracteriza por ser um modelo intermediário entre o M109A5 e o M109A6 – *Paladin*, sendo este último recentemente utilizado pelo exército estadunidense.

Por ser originária do modelo M109A5, a viatura já vem dotada com o tubo M284, de 6,09 metros - equivalente a 39 calibres - e com o reparo M182, ambos utilizados no *Paladin*, que possibilita utilizar, além das munições já empregadas no modelo A3, munições projetadas para M109A6 *Paladin*, como a carga de projeção M203A1 e a granada M549A1, com propulsão adicional assistida por foguete, que usadas em conjunto, fazem o tiro atingir até 30 Km de distância. Em comparação com o modelo A3 que já opera no Brasil, o qual é constituído do tubo M185 e do reparo M178, representa um acréscimo de 4.500 m utilizando carga 8 e de até 6.500 m com munição assistida. Além disso, o novo modelo tubo-reparo possibilita utilizar uma gama de munições convencionais e especiais padrão OTAN, inclusive munições de alta precisão, guiadas por GPS, como a *Excalibur*.

A versão M109A5 recebe um ganho razoável quanto à potência do conjunto de força, o qual na versão A3 era de 405 cavalos de potência (HP – '*Horse Power*' na sigla em Inglês) para 440 HP, o que é um acréscimo necessário, haja vista a já constatada baixa relação peso/potência do modelo A3, que utilizava o mesmo conjunto de força do M108.

O alternador também foi trocado por um de maior capacidade, passando de 100 para 180 amperes, o que possibilita uma melhor operação dos circuitos elétricos, fator de grande importância, já que esses constituem o maior incremento recebido pela viatura.

O M109A5 possui, ainda, um sistema de proteção para defesa química, biológica e nuclear (DQBN), o que permite que a guarnição opere, com relativa segurança, em ambiente que seja utilizado esse tipo de artefato, desde que essa opere dentro da viatura fechada e com máscaras de proteção específicas para esse fim.

De um modo geral, pode-se verificar no Quadro 6, as principais diferenças quanto às características entre os modelos M109 A3 e A5.

No contrato de modernização está prevista a substituição da suspensão pela utilizada no modelo A6. Em consequência, foram trocadas 14 âncoras e barras de torção, além de acrescentados quatro batentes hidráulicos que não existiam nas versões anteriores, o que confere uma suspensão muito mais confiável, segura e resistente ao impacto do recuo

decorrente do tiro. Foram trocadas ainda as lagartas T-136 pelas T-154 do *Paladin*, que conferem uma maior área de superfície na esteira, proporcionando um conjunto mais silencioso, de melhor desempenho, com uma borracha mais duradoura.

Quadro 6 – Comparação VBCOAP M109 A3 e M109A5

Características	VBCOAP M 109 A3	VBCOAP M 109 A5
Peso pronto Combate	24 948 Kg	24 948 Kg
Comprimento com Tubo	9,12 m	9,17 m
Motor Detroit 71T V8	405 Hp	440 Hp
Autonomia(aproximada)	354 Km	354 Km
Velocidade Máxima Frente	56,3 Km/h	56,3 Km/h
Velocidade Máxima Ré	11,3 Km/h	11,3 Km/h
Tubo	M 185(6,05 m)	M 284(6,09 m)
Reparo	M 178	M 182
Calibres	39,032	39,290
Alcance Carga 7	14 600 m	18 000 m
Alcance Carga 8	18 000 m	22 500 m
Alcance Carga 8 HE M549	23 500 m	30 000 m
Cadência Máxima de Tiro	4 TPM nos 3 primeiros minutos	
Cadência Normal de Tiro	Carga 1-7 1 TPM	
	Carga 8 1 Tiro a cada 3 minutos	
Sistema QBN	Não Possui	Possui
Munições Modernas	Copperhead – SADARM - Excalibur	Copperhead – SADARM - Excalibur

Fonte: elaborado pelo autor, com base nos manuais técnicos dos materiais.

O contrato de modernização prevê também a instalação de sistemas eletrônicos que atualmente operam no obuseiro *Paladin*, e são justamente esses sistemas que, operando de forma integrada, fazem do M109A5+BR um elemento diferencial capaz de potencializar o poder de combate.

O primeiro deles é o radar de medição de velocidade inicial do tiro (V0) que possui um radar de pulso *doppler* da marca *Weibel Scientific*, modelo MVRS-700, o qual mede a velocidade inicial tiro a tiro e envia esses dados ao computador de tiro, que, por sua vez, utilizando-os no cálculo do tiro, proporciona mais rapidez na execução do disparo, além de gerar correções para o tiro automaticamente. Esse item, além de aumentar a letalidade do armamento, também diminui a possibilidade de efeitos colaterais advindos de imprecisões na execução do tiro.

O dispositivo de amarração do tubo será também idêntico ao do *Paladin*, com um acionador remoto para bloqueio e desbloqueio. O acréscimo desse item agrega segurança à

guarnição, que não necessitará mais se expor ao sair de dentro da proteção blindada do veículo para desbloquear o tubo, de modo que esse esteja liberado para realizar os movimentos de deriva e elevação (laterais e verticais), proporcionando maior rapidez para a realização do primeiro tiro, além da imprescindível diminuição do tempo de saída de posição, evitando assim os fogos de contrabateria.

Figura 37 – Viatura Blindada Obuseiro AP M109A5+BR



Fonte: 5º GAC AP (2017).

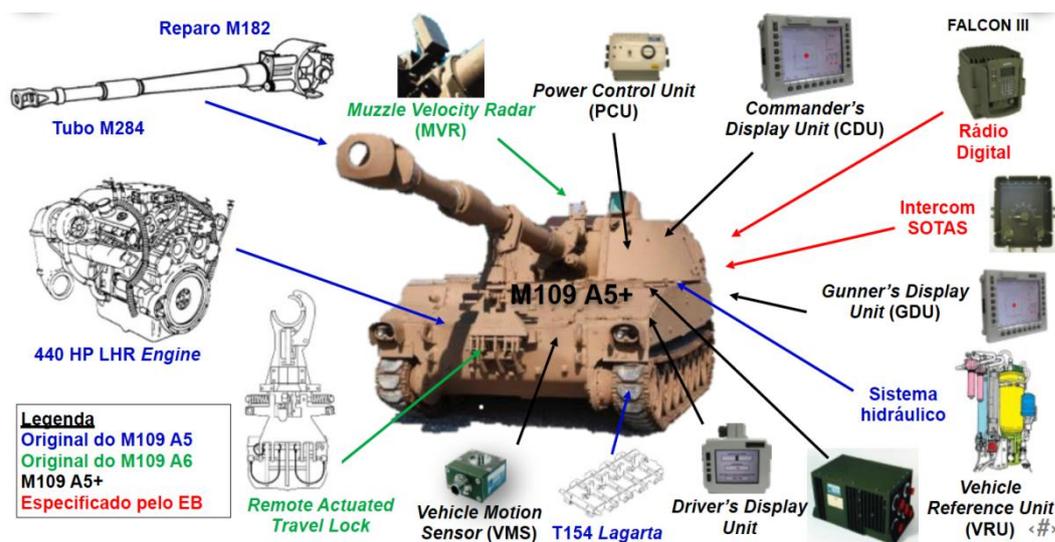
O pacote otimizado para a configuração A5+BR contempla, ainda, um sistema de posicionamento e navegação inercial composto por giroscópios e acelerômetros. Este sistema possibilita calcular a localização exata da peça em deslocamento, dado uma coordenada inicial conhecida. Como estará integrada a esse sistema uma antena GPS (*Global Position System*), essa coordenada inicial poderá ser obtida automaticamente.

O incremento desse sistema automatiza uma função que atualmente é obtida por intermédio de uma equipe topográfica, responsável por calcular e obter o posicionamento geográfico das peças e dos alvos, a fim de fornecer dados precisos para o cálculo do tiro.

O sistema de navegação inercial deverá funcionar integrado ao computador de controle de tiro, o qual calculará os dados de deriva e elevação para o tiro. Esse computador precisa receber a missão de tiro, que consiste em uma série de dados - coordenadas dos alvos, o tipo de granada e espoleta a serem utilizados de acordo com o feito desejado, a

quantidade de tiros e o momento do desencadeamento - a partir de um outro computador instalado no veículo da central de direção de tiro. Este, por sua vez, deverá receber as coordenadas dos alvos por intermédio dos observadores avançados ou de outros meios, como os observadores aéreos ou sensores de busca de alvos.

Figura 38 – Conjunto de equipamentos do M109A5+BR



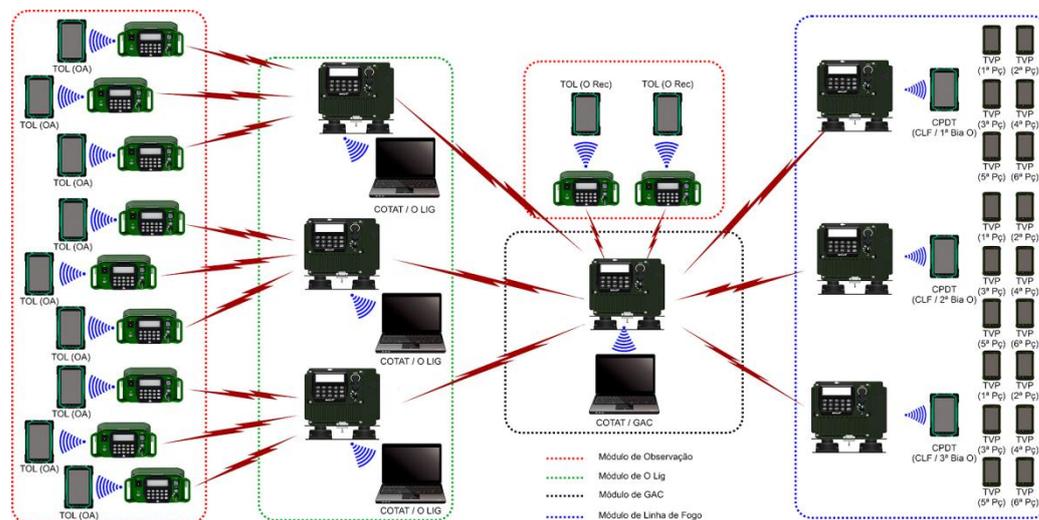
Fonte: 5º GAC AP (2015).

Para que todos esses equipamentos e sistemas atuem de forma integrada, é necessária a instalação de um sistema de controle de tiro que permita que as informações de tiro sejam codificadas, calculadas, classificadas e transmitidas. Nos EUA, esse sistema é conhecido como *Advanced Field Artillery Tactical Data System (AFATADS)* e consiste em um sistema para transmissão de dados táticos de apoio de fogo que oferece suporte automatizado para o planejamento, coordenação, controle e execução dos fogos. Um sistema com tais funcionalidades, a ser adquirido ou desenvolvido, é fundamental para que os demais sistemas sejam perfeitamente integrados, proporcionando aos tripulantes da viatura e aos comandantes em todos os níveis, a consciência oportuna do campo de batalha, além da pronta resposta às missões de tiro.

No Brasil, um sistema similar ao norte-americano está sendo desenvolvido pela empresa IMBEL, denominado Sistema Gênesis GEN-3004, que será o Sistema Digital de Artilharia de Campanha (SISDAC). O Sistema Gênesis já realiza a conexão dos subsistemas de artilharia em obuseiros autorrebocados, realizando cálculos de tiro e as

respectivas transposições das correções do observador para as peças. A interface entre os sistemas está em fase de desenvolvimento pelas empresas IMBEL, BAE Systems e Kearfott, que é a empresa fabricante do sistema de navegação inercial.

Figura 39 – Sistema Gênesis GEN-3004



Fonte: IMBEL (2019).

A troca de informações entre as viaturas se dará por meio do equipamento-rádio Falcon III, da empresa *HARRIS* que pode enviar mensagens digitais e de voz de forma segura a longas distâncias. O rádio Falcon III possui sistemas de proteção eletrônica como criptografia e salto de frequência e atua interligado com o sistema de intercomunicação *SOTAS*, da empresa *THALES*, de modo a possibilitar a comunicação entre os integrantes de cada viatura. Dentro do autopropulsado, a comunicação entre motorista, chefe de peça e serventes, só é efetiva por intermédio de meios de intercomunicações, devido ao ruído constante do motor. O equipamento *SOTAS* oferece a possibilidade de realizar comunicação via *wi-fi*, dispensando o uso de fio, o que proporciona mais flexibilidade ao trabalho da guarnição da peça.

Todos esses sistemas e equipamentos atuam como diferenciais, que farão com que o obuseiro M109A5+BR obtenha seu rendimento ideal, gerando, assim, as mudanças necessárias no nível tático das operações.

4.4 VANTAGENS ADVINDAS DO EMPREGO DO M109A5+BR

A partir do momento em que as 32 VBCOAP M109A5+BR forem entregues efetivamente aos grupos de artilharia das brigadas blindadas, essas tropas passarão a contar com algumas vantagens, em comparação com outros meios de apoio de fogo, as quais seguem enumeradas.

- a) mobilidade e manobrabilidade: até a versão A5, as viaturas obuseiros da família M109 não dispunham de nenhum equipamento ou sistema de navegação, nem tampouco de um sistema de controle de tiro. A versão A6 é a primeira que passou a receber esse tipo de equipamento. A VBCOAP M109A5+BR foi equipada com um sistema de navegação inercial e um sistema digital de controle de tiro que, ao obterem a localização geográfica de forma automática das viaturas e compartilharem cartas digitalizadas com a situação tática vivenciada, proporcionarão consciência situacional instantânea aos subsistemas que integram a artilharia, aumentando a mobilidade e a rapidez das baterias;
- b) letalidade: até a versão A5, os obuseiros levavam em torno de 12 minutos entre o recebimento da missão de tiro e o primeiro disparo da peça. A VBCOAP M109A5+BR levará de 2 a 3 minutos para realizar o primeiro disparo, o que representa uma diminuição no tempo de resposta da ordem de 80% sobre as variantes anteriores. Além disso, o aumento de alcance proporcionado pelo tubo M284 aumentará significativamente a letalidade do apoio de fogo, proporcionando um aumento da ordem de 27% em alcance, o que diminui a necessidade de mudanças de posição com vistas à continuidade do apoio de fogo, acarretando mais tempo de apoio de fogo efetivo entre as trocas de posição;
- c) sobrevivência (proteção): a maior mobilidade dos M109A5+BR aumentará o grau de sobrevivência dessas baterias de obuses, na medida em que possibilita que essas baterias saiam mais rapidamente de posição após efetuar a missão de tiro, evitando fogos de contrabateria. O sistema DQBN proporciona relativa proteção à guarnição em ambientes em que haja ataques dessa natureza. A blindagem permanece a mesma das versões anteriores, isto é, 20 mm de

duralumínio⁷¹, porém devido às funcionalidades dos sistemas possibilitarem que a guarnição atue a maior parte do tempo no interior da viatura, aumentará a proteção da guarnição contra tiros de armas de pequenos calibres;

- d) sustentabilidade: devido ao fato do M109A5+BR possuir vários itens em comum com os M109A6 que ainda estão em uso pelo Exército dos EUA, isso facilita a aquisição e reposição de peças de suprimento, tais como lagartas, e peças componentes do armamento principal;
- e) comando e controle: o SISDAC será o sistema responsável por digitalizar o gerenciamento dos comandos e cálculos de tiro. Os novos meios de comunicações e intercomunicações, respectivamente Falcon III e SOTAS, proporcionarão trânsito de informações digitalizadas em longas distâncias, o que confere flexibilidade na disposição das peças, ou seja, permite descentralizar os meios mantendo o comando e o gerenciamento das missões centralizadas.

4.5 IMPLICAÇÕES PARA O EMPREGO DA ARTILHARIA

Com as características atuais, os obuseiros M108 e M109A3 ocupam, quando desdobrados, uma área de aproximada de, respectivamente, 150 por 50 metros e 250 por 50 metros, respectivamente, o que torna essas baterias extremamente vulneráveis ao fogo inimigo, por terem de posicionar suas peças muito próximas umas das outras, devido, sobretudo aos limites do alcance dos meios de comunicações, que são rádios analógicos, de baixo alcance e facilmente afetados por ações de guerra eletrônica, por não disporem de qualquer dispositivo de proteção.

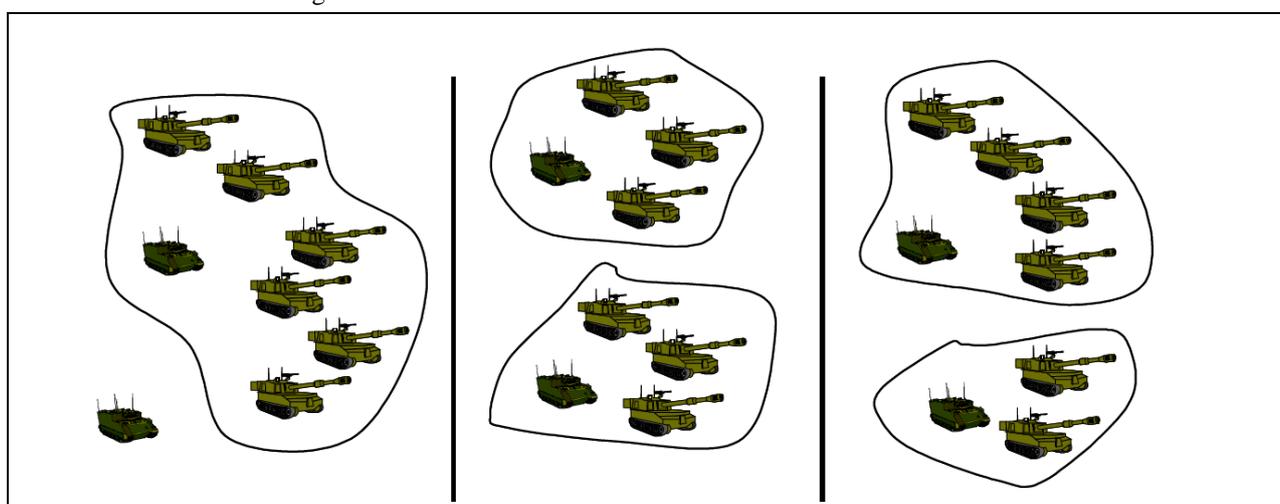
O tempo de entrada em posição desses obuseiros pode variar de 15 a 30 minutos, o que torna difícil e, por vezes, inviável a continuidade do apoio de fogo, na medida em que os meios das armas-base, em contato com o inimigo, avancem no desenrolar das operações. Esse foi inclusive um dos motivos pelo qual em alguns momentos as armas de manobra do exército norte-americano deixaram de contar com apoio de fogo eficiente de artilharia na

⁷¹ **Blindagem de Autopropulsados** – Os obuseiros autopropulsados, diferente dos carros de combates (CC), atuam normalmente, além do alcance das armas de tiro tenso (fogos direto) de grande calibre do inimigo. Este fato possibilita que a blindagem dos AP seja consideravelmente mais leve (normalmente 20 mm de alumínio) que a dos CC, proporcionando à guarnição que atua internamente, uma proteção contra projéteis de pequenos calibres.

Guerra do Golfo, conforme relatos observados em Dastrup (2018, p. 31-54), pois os longos períodos de tempo necessários para entrar em posição, realizar a pontaria e atirar em sucessivas mudanças de posição, somados ao alcance reduzido de tiro, faziam com que os M109A3 não conseguissem acompanhar a manobra nos períodos de maior mobilidade.

As equipes das baterias de obuses dos M109A3 operam em seis diferentes subsistemas, linha de fogo, topografia, central de tiro, comunicações, turma remuniçadora e observação e utilizam, em grande medida, meios manuais e analógicos.

Figura 40 – Possibilidades de fracionamento das baterias de obuses

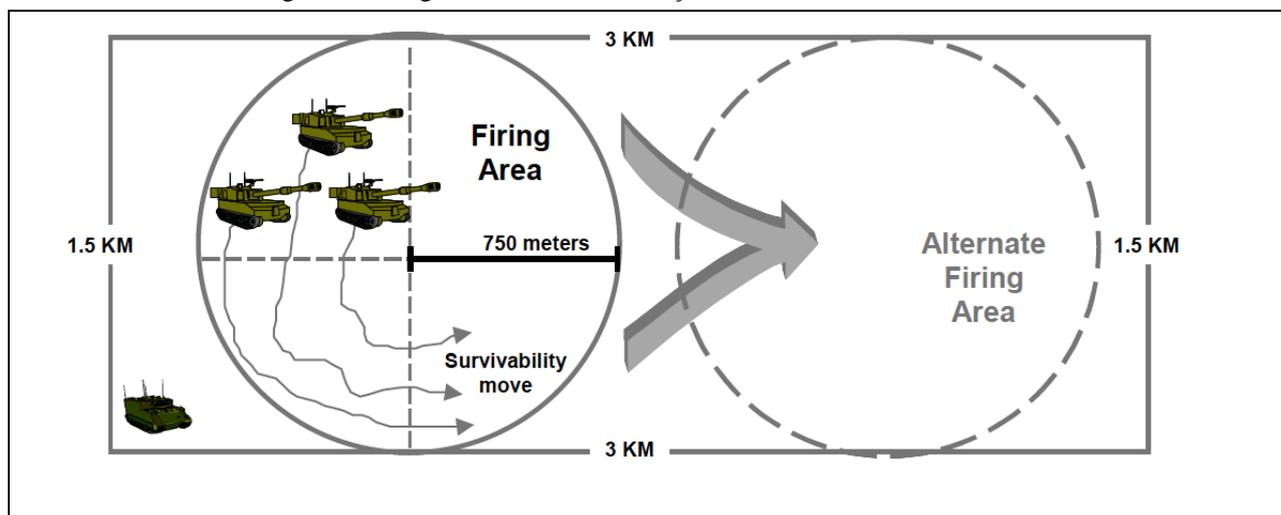


Fonte: US (2000, p. 3-6).

A partir das características descritas nos subtítulos 4.3 e 4.4, é possível deduzir que o emprego do M109A5+BR modificará aspectos básicos do emprego da Artilharia de Campanha. De acordo com o manual americano FM 3-09.70, uma bateria de obuses *Paladin* pode se subdividir em duas seções autônomas e versáteis, podendo ser constituídas de forma centralizada, em seções de três peças cada, em pares ou até mesmo com peças atuando isoladamente. Isso se deve à autonomia que as novas peças adquirem, fruto dos sistemas instalados, que lhes permitem realizar atividades que antes necessitavam de outras equipes, como as de central de tiro e de topografia. Essa maior autonomia das peças deverá alterar os conceitos de unidade de tiro e unidade de emprego: até o presente considera-se a bateria de obuses (Bia O) como unidade de tiro e o grupo de artilharia de campanha (GAC) com unidade de emprego. Com o novo material, provavelmente as seções, que deverão ser

compostas por duas ou três peças⁷², passarão a ser consideradas unidades de tiro, enquanto que as baterias de obuses poderão constituir as unidades de emprego, baixando assim em um escalão esses conceitos operativos, o que refletirá no planejamento das operações.

Figura 41 – Região de Procura de Posição do Obuseiro M109A6 *Paladin*



Fonte: US (2000, p. 3-9).

Outro aspecto a se alterar é a região de procura de posição (RPP). Tomando-se por base o manual de campanha do *Paladin*, pode-se auferir essa área equivale a uma área retangular de 1.500 por 3.000 metros, proporcionando uma dispersão considerável entre as peças. Vale lembrar que, no caso de obuseiro sem essas capacidades, como é o caso dos M109A3, a área similar para uma bateria inteira equivale a uma área helipsoidal de 1600 por 800 metros. Isso representa um aumento da ordem de 500 Km² de área, porém levando-se em conta que estamos tratando de elementos de diferente valor (uma seção pode ter de 2 a 3 peças, enquanto que uma bateria normalmente tem de quatro a seis), essa diferença deve ser dobrada. No entanto, se tomarmos como referência a dispersão normal de uma linha de fogo, que no caso de uma bateria do M109A3 não excede 250 por 50 metros e no caso do M109A5+BR e do *Paladin* cada seção operando separadamente pode chegar a um círculo de 750 m de raio, chega-se a uma diferença de área ainda maior. No quadro abaixo, pode-se verificar o que esses números representam em termos de área real.

⁷² Na atual doutrina da Artilharia brasileira, a Linha de Fogo da bateria de obuses consiste em uma única seção: a Seção de Tiro. Com o novo material, essa mesma linha de fogo deverá ser dividida em pelo menos duas seções distintas, compostas de 2 peças (caso a linha de fogo seja constituída de 4 peças) ou 3 peças (caso a linha de fogo seja dotada de 6 peças). Essas seções poderão, ainda, ter organização flexível, como ocorre na doutrina estadunidense.

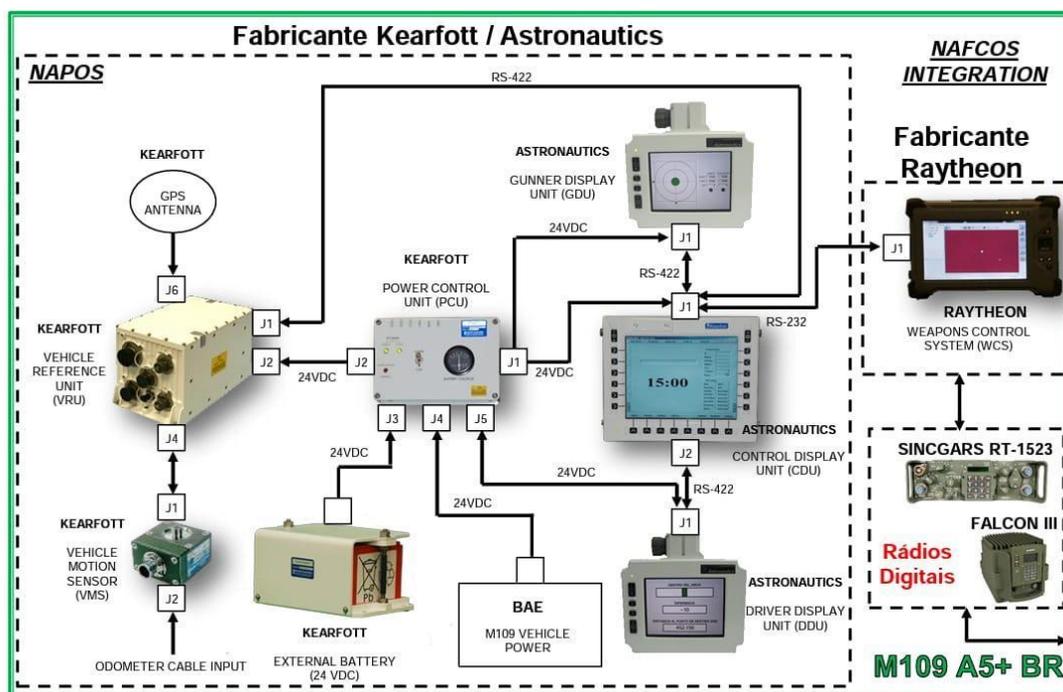
Quadro 7 – Diferença entre áreas de desdobramento dos obuses M109A3 e M109A5+BR

	Bia M109A3 (6 peças)	Seção M109A5+BR (2 ou 3 peças)
Região de Procura de Posição	4.019,2 Km ²	4.500 Km ²
Área efetiva da Linha de Fogo	39,25 Km ²	1.766,25 Km ²

Fonte: elaborado pelo autor (2019), com base em Brasil (1998) e US (2000).

As Viaturas Controladoras de Tiro (VCT) proporcionam o enlace entre o escalão superior e os obuseiros e funcionam como centros de operações, exercendo o Comando e Controle sobre as guarnições das peças. O sistema AFATADS, que é um sistema para transmissão de dados táticos de apoio de fogo, oferece suporte automatizado para o planejamento, coordenação, controle e execução dos fogos. Assim, as VCT após processarem as missões de tiro, enviam essas missões para os obuseiros em formato digital. Os chefes de peças, por sua vez, recebem essa mensagem em seu computador de controle de armas (*Weapons Control System - WCS*) que transforma os dados da missão em dados para as peças, o que significa transformar coordenadas em derivas de tiro e elevação. Por intermédio do display do comandante (*Commander's Display Unit - CDU*), o chefe de peça transfere esses dados para o atirador que ao registrá-los no display correspondente (*Gunner Display Unit – GDU*), o sistema de navegação e pontaria (*Navigation & Pointing System - NAPOS*) se encarrega de posicionar automaticamente o tubo para a execução do tiro. Entre o processo descrito e a realização do tiro, decorrem apenas dois minutos, de modo que tudo se processa muito rápido.

Figura 42 – Sistemas eletrônicos da VBCOAP M109A5+BR



Fonte: Dados extraídos da Comissão de Fiscalização da Manutenção do Material M109A5+BR.

No contexto dos obuseiros M108 e M109A3, todos os cálculos são realizados em pranchetas de tiro nas centrais de tiro, que necessitam obter os dados de deriva e elevação para enviar às peças. Com os sistemas descritos acima, essa seção – a central de tiro – muda radicalmente a sua forma de operar e mesmo a sua finalidade, uma vez que essa se torna um centro de operações que se encarrega de transmitir ordens e gerenciar missões, mais do que propriamente calcular o tiro. Dessa forma, o cálculo do tiro passa a ser realizado pelo computador do obuseiro. O atirador também não necessita mover manivelas para posicionar o tubo, bastando para isso registrar deriva e elevação em seu display para que isso ocorra.

Da mesma forma, as turmas de levantamento topográfico que realizavam trabalho pesado e demorado em campo (por vezes mais de cinco horas) deixam de ter uma finalidade específica, uma vez que o Sistema de Navegação e Pontaria obtém as coordenadas das peças via GPS integrado ao sistema de navegação inercial.

Todos os processos descritos geram um ganho de tempo da ordem de até 90% entre o recebimento da missão e a execução do tiro. Este fator, somado à grande dispersão possível às peças, representa um acréscimo de proteção passiva e eficiência notáveis.

Vários elementos da atual doutrina precisarão ser revistos. No Quadro 8, encontram-se alguns elementos que puderam ser constatados, fruto da comparação de dados constantes nos diversos manuais de campanha de Artilharia.

Quadro 8 – Possíveis impactos na Doutrina

	Elementos	M109 A3	M109A5+BR	Possível impacto na Doutrina
1	Unidade de Tiro	Bateria de Obuses (Bia O)	Seção (Pelotão)	- Aumento de flexibilidade no cumprimento de missões.
2	Unidade de Emprego	Grupo (GAC)	Bateria de Obuses (Bia O)	- Aumento de flexibilidade no cumprimento de missões.
3	Equipamento Rádio	20 Km	40 Km (aproximadamente)	- Em operações de movimento como a Marcha para o Combate, é um fator que pode condicionar o apoio de fogo em função da distância entre os eixos de progressão dos elementos de manobra.
4	Área de Posição	250 m x 50 m	Círculo de raio de 750m (Seção)	- Maior dispersão favorece proteção Fogos de Contrabateria.
5	Região de Procura de Posição (RPP)	1600m x 800m (Grupo)	3000m x 1500m (Seção)	- Maior dispersão favorece proteção Fogos de Contrabateria.
6	Plano de Emprego de Artilharia (PEA)	- Posições rígidas com RPP localizadas em 2/3 do alcance útil do material - Necessidade de permanência de pelo menos 1 Bia apontada na posição mais a retaguarda.	- Alcance aumentado amplia a possibilidade de apoio. - Desdobramento deverá ser revisto.	- Maior flexibilidade e efetividade no apoio. - Material tem condições de atirar de forma autônoma e praticamente imediata, não necessitando seguir normas rígidas de deslocamento.
7	Tempo para o primeiro tiro	15 a 12 min	2 a 3 min	- Efetividade no apoio - Proteção Fogos de Contrabateria
8	Prancheta de Tiro	2 a 5 horas	Imediata	- Aumento da precisão e da rapidez
9	Tiro de Regulação	Necessita	Não necessita	- Maior rapidez no apoio sem quebrar o sigilo das operações
10	Operações de Preparação e Intensificação de Fogos	Previsto 20 min	- A ser verificado	- Deverá ser revista a necessidade desse tipo de operação devido ao tempo de exposição demandado.
11	Coordenação do Apoio de Fogo	Reuniões para tomada de decisão.	O sistema de gerenciamento de campo de batalha poderá substituir as reuniões.	- Rapidez na tomada de decisão.

Fonte: Elaborado pelo autor (2019), com base em Brasil (1986); Brasil (1997); Brasil (1998) e Brasil (2001).

Uma das constatações, no caso do modelo A3, refere-se a períodos de tempo em que não é possível prestar apoio de fogo, devido ao tempo excessivo de entrada em posição somado ao tempo para realizar levantamentos topográficos. No caso do modelo A5+BR, o apoio de fogo é praticamente imediato, o que deverá alterar inclusive os parâmetros para estabelecimento do Plano de Emprego da Artilharia (PEA), que consiste no planejamento a nível tático da Artilharia de Campanha.

Cabe salientar que, uma vez operando os sistemas descritos, não convém dispensar de imediato os métodos tradicionais, considerando eventuais panes nos sistemas. Os militares brasileiros que realizaram o curso de qualificação para operação dos M109A5+BR nos EUA puderam constatar que esses métodos são, sempre que possível, utilizados de forma paralela pelas tropas de Artilharia dos EUA, durante o adestramento, a fim de que tais procedimentos não caiam no esquecimento pela falta do exercício de suas práticas.

4.5.1 A viabilidade das alterações

As alterações acima elencadas serão possíveis total ou parcialmente, na medida em que os sistemas eletrônicos das viaturas obtiverem funcionalidade plena, seja pela operação correta de membros da guarnição, seja pela necessária instalação de softwares de apoio necessários ao funcionamento e integração dos sistemas. Cabe aqui uma preocupação quanto ao desenvolvimento do SISDAC pela IMBEL, pois até o presente não há evidências, seja por parte dos militares que vivenciaram o curso nos EUA, seja por parte dos que tiveram contato com a empresa, de como tem sido o processo de obtenção da *expertise* necessária à integração dos sistemas.

Para fazer frente a este tipo de óbice, é que o EB concebeu a Portaria nº 1.701 do Comandante do Exército, expedida em 21/12/2016 pelo então Comandante Eduardo Villas Bôas. Trata-se da criação do Sistema Defesa Indústria e Academia de Inovação (SisDIA). A ideia, conforme traz o texto (BRASIL, 2016a), é implementar uma tríplice hélice entre indústria, universidade e Exército Brasileiro, de sorte a permitir tanto a inovação, quanto a formação dos recursos, humanos e materiais, necessários para a captação de tecnologia, como se dá nas parcerias internacionais. No que tange à recepção da Portaria no âmbito do CMS, cumpre destacar os trabalhos de Alexandro de Souza Salles⁷³ (2019) e de Daniel Arrais Barroso⁷⁴ (2019). As obras tratam, respectivamente, da utilização da Lei dos Consórcios (Lei 11.107/2005) e da criação de um Centro de Obtenções no âmbito do 3º Grupamento Logístico, com o fito de contribuir com a implementação do SisDIA nesse Comando de Área.

Por fim, cabe também considerar que as modificações nominadas deverão ser alvo de experimentação doutrinária por parte dos grupos de artilharia que receberam o material; essas modificações, sob a coordenação do Comando de Operações Terrestres (COTER) e do Centro de Doutrina do Exército (CDoutEx), muito provavelmente chegarão a uma reformulação doutrinária, que modificará os procedimentos e a forma de atuar das equipes.

⁷³ Trata-se da dissertação de mestrado: “Consórcio Público: Instrumento de Capacidade Estatal” (SALLES, 2019).

⁷⁴ Trata-se do projeto de pesquisa: “Gestão da Cadeia de Suprimentos: aquisições, licitações e contratos regionalizados pelo 3º Grupamento Logístico (3º Gpt Log)” (BARROSO, 2019).

4.6 MUDANÇAS DOUTRINÁRIAS

Para entender o âmbito das alterações doutrinárias, cumpre antes distinguir o que seja especificamente doutrina para as operações militares. Assim o Glossário das Forças Armadas define **doutrina** como sendo “o conjunto de princípios, conceitos, normas e procedimentos fundamentados principalmente na experiência, destinado a estabelecer linhas de pensamento e a orientar ações, expostos de forma integrada e harmônica.” (BRASIL, 2015c, p. 94).

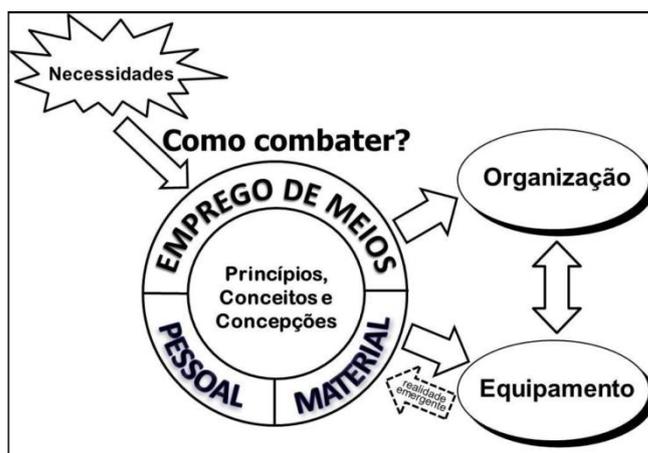
Esse conjunto de princípios moldados pela experiência e pela prática em combate assume a seguinte definição, restrita ao escopo militar:

DOCTRINA MILITAR: conjunto harmônico de ideias e de entendimentos que define, ordena, distingue e qualifica as atividades de organização, preparo e emprego das Forças Armadas. Engloba, ainda, a administração, a organização e o funcionamento das instituições militares. (BRASIL, 2015c, p. 94).

A doutrina militar é, assim, entendida como um sistema de primeira ordem na estrutura do Exército, pois desempenha um papel basilar no preparo, emprego e evolução da Força. Segundo o Sistema de Doutrina Militar Terrestre (SIDOMT - BRASIL, 2012, p. 7), é a doutrina que orienta como a Força Terrestre irá combater, dela derivando os imperativos de como organizar e equipar as tropas para esse combate.

Essas mesmas normas reconhecem que, em alguns casos, aquisições de produtos de defesa como parte de um aproveitamento de oportunidades podem determinar uma mudança na doutrina. Nesse caso, o SIDOMT faz as adaptações necessárias, buscando adequar a doutrina à forma de emprego mais adequada ao material adquirido nessas circunstâncias.

Figura 43 - A Doutrina Militar Terrestre

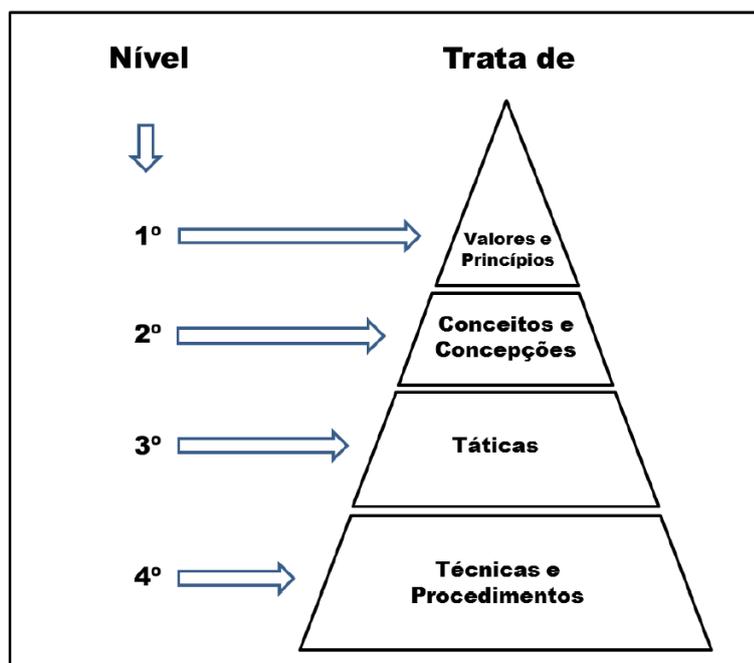


Fonte: Brasil (2012, p.7).

Assim, em decorrência da aquisição de um novo produto de defesa com mais e melhores capacidades, é normal que se altere a forma de emprego, como também aspectos organizacionais.

A DMT incide, ainda, em diferentes níveis de acordo com a hierarquia da publicação doutrinária, conforme a pirâmide abaixo:

Figura 44 – Hierarquia das publicações doutrinárias



Fonte: Brasil (2012, p. 11).

Para que ocorra alteração doutrinária, portanto, é necessário que ocorram modificações em como a Força irá combater em um dos quatro níveis acima ilustrados. Dessa forma, abre-se o entendimento de que as profundas alterações no modo de proceder das diversas equipes que constituem sistema apoio de fogo, no contexto dos GAC orgânicos das brigadas blindadas, irá causar alteração radical nas técnicas e procedimentos da artilharia de campanha, gerando capacidades antes inexistentes no EB, o que deve se refletir diretamente nas táticas de emprego, as quais deverão ser alvo de experimentação e validação doutrinárias.

4.7 O CARÁTER DAS INOVAÇÕES

Conforme foi visto no capítulo precedente, Terry Pierce estabelece uma tipologia na qual distingue os tipos de inovações tecnológicas segundo o impacto na estrutura militar e o efeito nos componentes. Em síntese, o advento de uma nova tecnologia no meio militar poderá causar diferentes impactos na estrutura militar, podendo alterar ou não a ligação entre os componentes. Assim, as inovações tecnológicas são consideradas disruptivas caso alterem radicalmente a forma de combater.

Como o próprio autor afirma, é difícil de antemão afirmar se uma inovação será ou não disruptiva, sendo possível apenas categorizá-la após seu emprego em combate. Assim, na artilharia de campanha do EB, a inserção do M109A5+BR será primeiramente apenas modular, uma vez que, por se tratar de um sistema totalmente digitalizado, tenderá a tornar o sistema anterior, baseado em procedimentos analógicos e manuais, obsoleto.

Caso um sistema de controle de tiro e transmissão de dados táticos de apoio de fogo, como o AFATADS seja efetivamente instalado, gerando uma interface adequada com os demais sistemas, essa inovação poderá ser arquitetural disruptiva a nível subsistêmico, como o autor admite, a exemplo das armas de pontaria contínua em embarcações na marinha dos EUA (PIERCE, 2004, p. 16), uma vez que provavelmente incidirá em alteração doutrinária a nível tático – o que deverá ser alvo de experimentação doutrinária - causando completa reestruturação dos subsistemas da Artilharia de Campanha, chegando mesmo a alterar a própria missão específica de algumas das equipes que constituem esses subsistemas.

Passando para o nível sistêmico, o que significa dizer passar do nível tático para o operacional, só haverá mudança disruptiva caso a efetividade do sistema digital da Artilharia de Campanha seja apenas parte de um amplo sistema que integre todos os demais meios, não apenas da Força Terrestre, como também das demais forças singulares, estabelecendo uma rede de comando, controle, computadores, comunicações, inteligência, reconhecimento e vigilância (C4ISR). Apenas esse salto qualitativo permitirá obter a consciência situacional requerida pelas Forças Armadas, conforme estabelece a END e demais documentos estratégicos, gerando a almejada transformação militar e caracterizando a transição à Era da Informação.

4.8 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Neste último capítulo, procurou-se evidenciar a conexão existente, de um lado entre a motomecanização e a 2ª Revolução Industrial e, de outro, entre a digitalização da artilharia e a 3ª Revolução Industrial. No Brasil, dadas as características específicas de nossa formação social – tema cujo aprofundamento foge dos objetivos da pesquisa em tela – procede-se simultaneamente à inserção em ambas as Revoluções Industriais.

Em termos práticos, significa que com a aquisição do M109A5, recentemente recebido no Brasil, terá continuidade a modernização iniciada com o M109A3, isto é, o processo de motomecanização do Exército. De outro lado, com a adaptação feita para constituir o M109 A5+ BR, a Artilharia do Exército Brasileiro adentra no terreno da 3ª Revolução Industrial. No curso do capítulo procurou-se evidenciar que a adaptação feita no M109 A5 vai dotá-lo de capacidades próximas do estadunidense M109A6 *Paladin*, colocando a Artilharia do Brasil em um patamar tecnológico mais próximo dos países centrais.

O reflexo disso sobre as relações internacionais do Brasil foi abordado de modo tangencial, quando se destacou o papel das grandes unidades blindadas do Exército Brasileiro (brigadas blindadas). Elas cumprem um papel relevante do ponto de vista das capacidades. Em uma dupla acepção para efeitos de dissuasão – como sugere o realismo defensivo – e intimidação – como propugna o realismo ofensivo.

Sendo assim, parece razoável concluir que, embora a uma primeira vista a introdução do M109 A5+BR pareça uma mera adaptação, na verdade encerra uma vasta

reformulação de toda Artilharia de Campanha no Exército Brasileiro, em uma resultante que vai além do tema em questão: o Programa de Reestruturação do Sistema de Artilharia de Campanha (SAC) e o Projeto Estratégico Astros 2020. Dos citados, vale ressaltar que enquanto o primeiro estuda a viabilidade para o desenvolvimento de novos equipamentos para todo o SAC, incluindo viaturas de observação e obuseiro autopropulsado sobre rodas para as brigadas mecanizadas, o segundo abrange a reestruturação do Forte Santa Bárbara, constituído pelos grupos de mísseis e foguetes.

A perspectiva que une a introdução do M109 A5+BR, os grupos de mísseis e foguetes é a mesma: a utilização do espaço sideral como forma de orientação da artilharia de campanha – cujos méritos espera-se ter demonstrado de forma suficiente ao longo do capítulo em curso.

Os efeitos dessa inovação já foram sentidos em combate, como o atestam os relatos obtidos a partir de comparações, feitas por militares americanos, entre os sistemas empregados na Operação *Desert Storm* – os M109A3 – e os empregados na Operação *Iraqi Freedom* – os M109A6 *Paladin* (DASTRUP, 2018, p. 31-54 e p. 165)⁷⁵. Nas comparações feitas, podem-se constatar os efeitos positivos que os obuseiros *Paladin* - similares em termos de funcionalidades ao M109A5+BR - causaram devido às melhorias dos sistemas implantados. Os obuseiros *Paladin*, dotados do Sistema AFATADS⁷⁶, fizeram reduzir de 12 para 2 minutos o tempo de resposta para as missões de tiro, além do acréscimo de 22% no alcance e de uma flexibilidade de emprego muito maior. Essas novas possibilidades fizeram com que a efetividade do apoio de fogo melhorasse sobejamente em relação à operação Tempestade no Deserto.

Resta o debate sobre a Doutrina. Conforme ilustra a figura 43, que trata dos quatro níveis das publicações doutrinárias, existem, pelo menos, quatro níveis a partir dos quais as formulações doutrinárias são percebidas. São eles:

- a) valores e princípios;
- b) conceitos e concepções;
- c) tática;
- d) técnica e procedimentos.

⁷⁵ Os efeitos dessas operações, no âmbito da artilharia de campanha, encontram-se descritos com maiores detalhes no subtítulo 3.3.7 - Ensinamentos das operações para o apoio de fogo terrestre, do Capítulo 3.

⁷⁶ **AFATADS** – *Advanced Field Artillery Tactical Data System*. Consiste em um sistema para transmissão de dados táticos de apoio de fogo que oferece suporte automatizado para o planejamento, coordenação, controle e execução dos fogos.

No Brasil, costuma-se entender ou restringir a compreensão do conceito de doutrina aos dois primeiros. Assim atestam as publicações do EB e do MD (“Doutrina Militar Terrestre” e “Doutrina de Operações Conjuntas”). No entanto, a observação cuidadosa da figura demonstra que, é justamente o nível técnico e procedimental (a base da pirâmide) que informa as alterações aos níveis superiores. Em suma, é o quarto nível (técnicas e procedimentos) que condicionam as alterações aos níveis superiores, isto é, no âmbito da:

- a) tática;
- b) conceitos e concepções;
- c) valores e princípios.

Note-se que estes dois últimos (“Doutrina Militar Terrestre” e “Doutrina de Operações Conjuntas”) já constituem-se *per se* em *corpus* doutrinários, mesmo na acepção utilizada no Brasil. Deste modo, embora uma conclusão cabal em torno do impacto da progressiva digitalização da Artilharia de Campanha sobre a doutrina militar terrestre no Brasil deva aguardar a evolução de acontecimentos – a efetivação de obtenções e programas previstos – e experimentações doutrinárias decorrentes, já é possível discernir, conforme ficou demonstrado, que tanto as técnicas e procedimentos, quanto as táticas da Artilharia de Campanha, em apoio às brigadas blindadas, deverão sofrer profundas modificações, as quais poderão incidir, ainda, sobre o nível das operações.

Da observação do Quadro 8, pode-se inferir que elementos de doutrina do nível tático irão sofrer inevitável reformulação, tanto em aspectos conceituais, como os conceitos de unidade de tiro e unidade de emprego, quanto em aspectos de desdobramento e deslocamento, como as regiões de procura de posição (RPP) e os planos de emprego de artilharia (PEA).

Projetando o reflexo que o nível tático pode trazer para o operacional, deduz-se que, mesmo elementos de doutrina até então considerados fundamentais, como os fogos de preparação que antecedem um ataque ou a intensificação de fogos, por exemplo, deverão ser repensados, uma vez que não se admite mais, no contexto atual, que os meios de apoio de fogo permaneçam na mesma posição atirando por tanto tempo, o que os torna vulneráveis a fogos de contrabateria e fogos aéreos. Neste sentido, vale lembrar que as novas capacidades adquiridas pela digitalização, permitem que as plataformas digitalizadas,

mesmo em movimento, tenham a mesma efetividade⁷⁷, se não maior, que os antigos obuseiros analógicos estacionados.

A tendência, portanto, é que a digitalização da Artilharia de Campanha acabe por incidir também sobre a doutrina militar terrestre. E, por decorrência, sobre a doutrina de operações conjuntas.

⁷⁷ **Efetividade** consiste na capacidade de manter a eficácia ao longo do tempo. Já **Eficácia** consiste na obtenção do efeito desejado no momento oportuno.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de pesquisa procurou realizar uma análise, a fim de constatar em que medida a introdução e o emprego do obuseiro autopropulsado M109A5+BR impactará nas técnicas, táticas e procedimentos da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro e como esse processo poderá conduzir a Força Terrestre (F Ter) à transformação requerida pela Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2016c, p. 27), acarretando, com isso, um efeito dissuasório de âmbito regional ou mesmo global.

Com vistas a atingir o objetivo de pesquisa acima, foram formuladas as três perguntas que nortearam o presente trabalho:

- a) no que consiste o sistema M109A5+BR?;
- b) quais os impactos do emprego desse novo meio de apoio de fogo para a Artilharia e para a Força Terrestre?;
- c) ocorrerá inovação disruptiva no emprego da Artilharia de Campanha com base na doutrina atual?

Preliminarmente, procurou-se realizar um estudo cronológico acerca dos impactos que trouxeram inovação ao emprego da Artilharia, como foi demonstrado no segundo capítulo. Ao apresentar esse quadro evolutivo, buscou-se um melhor entendimento acerca do sistema de armas Artilharia de Campanha e de como os períodos evolutivos e transições tecnológicas levaram as forças envolvidas a lograr êxitos, devido ao apoio de fogo, alterando o equilíbrio de poder.

No terceiro capítulo, abordou-se o tema da digitalização em combate que a nível sistêmico pressupõe o uso da rede de C4ISR e a nível subsistêmico enquadra a digitalização da artilharia. A temática da transformação militar, oriunda da digitalização, teve origem no período da Guerra Fria, na disputa entre as duas superpotências, e foi evoluindo de enfoque ao longo do tempo, redundando, mais recentemente, em uma visão restritiva responsável pela reformulação do perfil de força estadunidense, dentro do conceito da Guerra Centrada em Redes. Procurou-se, ainda, analisar os parâmetros que induzem uma inovação tecnológica a trazer disrupção à Força.

No quarto capítulo, buscou-se analisar os sistemas e capacidades do obuseiro M109A5+BR, como também descrever em que medida o emprego dessa nova plataforma poderá trazer mudanças no emprego da artilharia. A conclusão do capítulo traz reflexões

sobre como a inovação M109A5+BR, enquanto digitalização da Artilharia, poderia se inserir no quadro analítico estabelecido por Terry Pierce, a fim de verificar a possibilidade de disrupção, caracterizada pela alteração na forma de combater da Artilharia de Campanha, isto é, na sua doutrina de emprego.

De acordo com a tipologia estabelecida por Terry Pierce, constatou-se que a inserção do M109A5+BR será primeiramente caracterizada como inovação modular, uma vez que, por se tratar de um sistema digitalizado, tenderá a tornar o sistema anterior obsoleto, o qual é baseado em procedimentos analógicos e manuais.

Pode-se constatar o caráter disruptivo, caso um sistema de controle de tiro e transmissão de dados táticos de apoio de fogo, como o AFATADS⁷⁸ seja efetivamente instalado no obuseiro, gerando uma interface adequada com os demais sistemas. A exemplo do efeito que as armas de pontaria contínua tiveram nas embarcações da Marinha dos EUA, conforme relato de Pierce (2004, p. 16), essa inovação passará a ser arquitetural disruptiva, a nível subsistêmico. Tal mudança, caracterizada pela digitalização integral do Sistema Artilharia de Campanha, irá alterar a forma de emprego da artilharia, ocasionando um decréscimo significativo no tempo de resposta para o tiro, o que impactará diretamente os dados de planejamento operacionais da Força, aumentando suas capacidades de combate. Resultará, igualmente, em automatização dos procedimentos referentes aos diversos subsistemas de artilharia envolvidos, bem como de uma notável autonomia das unidades de tiro, isto é, dos obuseiros, que passarão a ter capacidade de atuar de forma independente, proporcionando flexibilidade ao Sistema Artilharia de Campanha. Uma consequência disso será a reestruturação dos subsistemas da Artilharia de Campanha, alterando a especificidade das técnicas e procedimentos dessas equipes.

Dessa forma, tanto a alteração da forma de emprego quanto a reestruturação dos subsistemas caracterizam alteração doutrinária a nível tático, podendo ainda incidir em alterações a nível operacional, pela reformulação de missões de tiro típicas das ações conjuntas. Sendo assim, convalida-se a hipótese proposta no presente estudo, a qual se espera ter sido suficientemente demonstrada ao longo do Capítulo 4.

Passando do nível tático para o operacional, o estabelecimento de uma rede integrada de comando, controle, computadores, comunicações, inteligência,

⁷⁸ *AFATADS* – *Advanced Field Artillery Tactical Data System*. Consiste em um sistema para transmissão de dados táticos de apoio de fogo que oferece suporte automatizado para o planejamento, coordenação, controle e execução dos fogos.

reconhecimento e vigilância (C4ISR), configura a inovação disruptiva a nível sistêmico, que trará a almejada transformação de âmbito holístico, aos moldes do preconizado pela Estratégia Nacional de Defesa às Forças Armadas do Brasil. Apenas esse salto qualitativo permitirá obter a consciência situacional requerida que, ao interligar as plataformas digitalizadas (como o M09A5+BR) em rede, caracterizará a transição da Era Industrial à Era da Informação. Tal implementação permitirá a execução coordenada de fogos de terra, mar e ar, sincronizados com os demais elementos envolvidos nas operações, como os elementos de manobra e os não cinéticos (equipamentos de guerra eletrônica e guerra cibernética, por exemplo). Permitirá, ainda, a obtenção de informações cruciais da área de operações, como a localização, dimensões e natureza dos alvos, detectadas pelos múltiplos sensores.

Em síntese, a digitalização pode ser definida como o fenômeno que se originou na disputa entre as potências mundiais durante a Guerra Fria e que resultou na incorporação de tecnologia da informação nas plataformas bélicas, trazendo a nível macro ou sistêmico, uma nova forma de fazer guerra, em que os diversos elementos atuam de forma descentralizada em operações conjuntas, o que é facultado graças aos computadores, sensores e sistemas que integram a rede, proporcionando a coordenação necessária às ações sincronizadas, com ampla consciência situacional. Essas ações, associadas ao emprego de uma ampla gama de dispositivos, tais como munições guiadas de precisão por sistemas de georreferenciamento e interferidores eletrônicos e cibernéticos, produzem o efeito de anular um adversário que não possui as mesmas capacidades.

Tal conceito impõe que as forças armadas das nações em desenvolvimento se adaptem celeremente ao novo paradigma operacional ou acabem, definitivamente, por se submeter às potências em disputa por território, ou lugar na hierarquia de poder mundial. Por este percurso – o Nível Operacional –, a modernização e adaptação do M109A5+BR ligam-se à própria posição do Brasil no Sistema Internacional.

A aquisição do M109A5+BR deu-se em um contexto em que a defasagem no Sistema Artilharia de Campanha era muito grande, fruto de um período em que o apoio de fogo terrestre foi contestado como fator fundamental às operações do terceiro milênio. Entende-se, portanto, que a presente aquisição foi a título de compra de oportunidade onde o fator custo-benefício se mostrou compensador, pois representou o acesso a um meio moderno a um baixo custo.

Nesse sentido, há que se mencionar, não obstante o papel restrito à indústria nacional, neste caso representada pela IMBEL no desenvolvimento do Sistema Digital de Artilharia de Campanha (SISDAC), as seguintes considerações:

- a) caso o desenvolvimento do sistema seja exitoso, a integração dos sistemas poderá ser exportada para países do entorno que, como o Chile, também operam plataformas semelhantes (M109A3 “Kawest” e M109A5);
- b) a aquisição do M109A5+BR, ao permitir utilização de munições padrão OTAN, *per se*, já se reveste em incentivo natural à indústria nacional, particularmente à IMBEL e EMGEPRON, que possuem expertise em produção de munições, para ampliar seus portfólios, incluindo o desenvolvimento de munições especiais de baixo custo, como as munições guiadas e assistidas ou as de emprego dual, como as de combate a incêndio, bem como kits de guiamento de precisão, a exemplo dos kit M1156. Nesse ínterim, é possível serem previstas, a nível governamental, políticas de incentivo ao desenvolvimento e produção desse tipo de munição, podendo, posteriormente, serem objeto de exportação para países amigos;
- c) o processo de transformação, no Brasil, contempla casos de desenvolvimento conjunto de plataformas, mediante convênio entre empresas nacionais e estrangeiras, como é o caso das viaturas Guarani; contempla, ainda, o desenvolvimento de sistemas 100% nacionais, como é o caso das lançadoras de mísseis ASTROS 2020, desenvolvidas pela AVIBRAS. Nesse sentido, mostra-se perfeitamente compreensível conciliar compras de oportunidades em alguns setores, enquanto se priorizam o desenvolvimento de sistemas e plataformas consideradas estratégicas, uma vez que o orçamento inviabiliza o desenvolvimento em todos os setores de forma simultânea. Para isso, há que se colocar em prática políticas eficazes no cumprimento das diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa, que preveem o desenvolvimento da indústria nacional, como forma de tornar sustentáveis o investimento nas Forças Armadas.

Espera-se que a Lei 11.107, de 6 de abril de 2005, Lei dos Consórcios Públicos e a Portaria nº 1.701/2016, do Comandante do Exército, que trata do Sistema Defesa, Indústria

e Academia de Inovação (SisDIA) possam oferecer o suporte jurídico necessário para que tais ações de incentivo se tornem viáveis.

A possibilidade de emprego de munições guiadas faz com que a Artilharia esteja alinhada com os mais modernos protocolos coadunados ao Direito Internacional de Conflitos Armados (DICA).

De fato, os aspectos dissuasórios são cada vez mais relevantes e seus impactos trazem consequências às relações entre os Estados. A aquisição do obuseiro M109A5+BR incide sobre esses aspectos, uma vez que dota o país de capacidades imprescindíveis ao combate moderno como flexibilidade, consciência situacional compartilhada, desenvolvendo simultaneamente nos recursos humanos, as habilidades requeridas para operar com meios tecnológicos, como também a liderança em todos os níveis.

As características que os sistemas integrados do M109A5+BR, portanto, se coadunam com as diretrizes da Estratégia Nacional de Defesa, que prevê o desenvolvimento das capacidades com base nos princípios doutrinários de flexibilidade, adaptabilidade, modularidade, elasticidade e sustentabilidade. Esses princípios se caracterizam como capacidades no nível operacional as quais possibilitam alcançar a capacidade de dissuasão prevista na Estratégia Nacional de Defesa, de nível estratégico, influenciando assim a posição do Brasil no contexto internacional.

Por fim, como fomento a uma agenda de pesquisa futura, pode-se indicar o estudo dos parâmetros para o tiro de Artilharia da Campanha a nível estratégico, com o uso do ASTROS 2020, bem como a aplicação de políticas públicas de incentivo à efetivação do SisDIA, consistindo em contribuição acadêmica que, aplicada a nível governamental, possa criar incentivos à indústria de defesa nacional, gerando capacidades militares e de combate por intermédio do desenvolvimento de capacidades produtivas.

A Teoria da Inovação Disruptiva de Terry Pierce, por representar denso arcabouço conceitual que possibilita avaliar as inovações tecnológicas no âmbito dos Estudos Estratégicos e mesmo das Relações Internacionais, também oferece amplo terreno para pesquisas futuras.

Em atenção, ainda, à END, propõe-se o debate acerca do estabelecimento de uma ampla e eficiente rede ferroviária, a qual proporcionaria a almejada mobilidade estratégica para a tropa blindada dentro do território nacional, devendo, ainda, ser complementada por meios de transporte fluviais fornecidos pela Marinha do Brasil, particularmente na região

amazônica⁷⁹. Dessa forma, a ampliação e integração da malha ferroviária⁸⁰ propiciaria sua utilização para fins estratégicos e fomentaria, simultaneamente, o desenvolvimento econômico, pela otimização da logística de suprimentos e pelo escoamento de safras das fronteiras agrícolas.

⁷⁹ Cabe lembrar que mesmo na região amazônica é possível o emprego de blindados em locais em que a vegetação amazônica não se torne impeditiva ao movimento desses meios.

⁸⁰ Há que se considerar que a espessura da bitola, bem como o afastamento dos trilhos devem ser considerados na construção dos trilhos. Bitolas com intervalos de 1,00m inviabilizam o transporte de CC e VBCOAP, para essas é ideal o intervalo de 1,60m. Recentemente foi assinado consórcio de concessão de um trecho de mais de 1500 km da ferrovia Norte-Sul, o qual interliga os municípios de Porto Nacional-TO até Estrela do Oeste-SP. A ferrovia Norte-sul deverá, ao final das obras, interligar dez estados, do Pará ao Rio Grande do Sul e, caso sejam atendidas as especificações técnicas, poderá propiciar mobilidade estratégica, possibilitando deslocar os veículos das brigadas blindadas para a Região Norte do país.

REFERÊNCIAS

AIRFORCE TECHNOLOGY. **JSTARS**: Joint Surveillance and Target Attack Radar System. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://www.airforce-technology.com/projects/jstars>. Acesso em: 22 maio 2019

ALVES, J. V. Portella F. **Seis séculos de artilharia**: a história da arma dos fogos largos, poderosos e profundos. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1959.

ARMY GUIDE. **M109A5**. [S.l.], 2015. Disponível em: <http://www.army-guide.com/eng/product1438.html>. Acesso em: 22 jun. 2017.

BARROSO, Daniel Arrais. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**: aquisições, licitações e contratos regionalizados pelo 3º Grupamento Logístico (3º Gpt Log). Projeto apresentado para seleção de mestrado na Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO). Rio de Janeiro, 2019.

LIBRAIRIE MILITAIRE DU L. BAUDOIN. **Nouveau Dictionnaire Militaire**: par un comité d'officiers de toutes armes, sous la direction d'un officier supérieur. Paris: Bibliothèque Nationale de France, 1891. Disponível em: <https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k934419n.image>. Acesso em: 26 out. 2019.

BOOT, Max. La nueva forma estadounidense de hacer la guerra. **Foreign Affairs**, New York, v. 82, n. 4, p. 29-44, June/Aug. 2003.

BRASIL. Comandante do Exército. **Portaria nº 1.701 – Cmt Ex, de 21 de dezembro de 2016**. Cria o Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação (SisDIA). Brasília, 2016a. Disponível em: http://sisdia.dct.eb.mil.br/images/conteudo/Legislacao/portaria_1701.pdf. Acesso em: 21 maio 2018.

BRASIL. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha EB70-MC-10.346**: planejamento e coordenação de fogos. 3. ed. Brasília, 2017a.

BRASIL. DECEEx. **EB 60-MT-23.401**: manual técnico operação do radar SABER M60. Brasília, 2016g.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 21-26**: leitura de cartas e fotografias aéreas. 2. ed. Brasília, 1980.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 6-199**: topografia do artilheiro. 3. ed. Brasília, 1986.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 6-1**: emprego da artilharia de campanha. 3. ed. Brasília, 1997.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 6-20**: grupo de artilharia de campanha. 4. ed. Brasília, 1998.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 6-40**: técnica de tiro de artilharia de campanha – volume I. 5. ed. Brasília, 2001.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C17-20**: forças-tarefas blindadas. 3. ed. Brasília, 2002.

BRASIL. **QOEs 100-1**: organização das forças terrestres do teatro de operações terrestre. Rio de Janeiro, 2004c.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **O processo de transformação do Exército**. Brasília, 2010.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB10-IG-01.005**: sistema de doutrina militar terrestre (SIDOMT). Brasília, 2012.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Bases para a Transformação da doutrina militar terrestre**. Brasília, 2013.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB20-MF-10.102**: doutrina militar terrestre. Brasília, 2014a.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Instruções reguladoras da sistemática para elaboração/revisão de condicionantes doutrinárias e operacionais do Exército brasileiro (EB20-IR-10.005)**. Brasília, 2014b.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB20-MC-10.202**: força terrestre componente. Brasília, 2014c.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB20-MC-10.301**: força terrestre componente nas operações. Brasília, 2014d.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 131-EME, de 22 de junho de 2015**. Diretriz de Implantação do Projeto Viatura Blindada Autopropulsada (VBCOAP) M109A5+BR – BE Nº26. Brasília, 26 jun. 2015a.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Manual de Campanha EB20-MC-10.206**: fogos. Brasília, 2015b.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. Portaria nº 467-EME, de 3 de novembro de 2016. Diretriz de Criação da Compreensão das Operações (COMOP) nº 07/2016, o Sistema de Artilharia de Campanha. **Boletim do Exército**, Brasília, n. 45, 11 nov. 2016b.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. Portaria nº 485-EME, de 23 de novembro de 2016. Diretriz de Criação do Grupo de Trabalho para a Formulação Conceitual dos Sistemas de Apoio de Fogo da Artilharia de Campanha. **Boletim do Exército**, Brasília, n. 48, 2 dez. 2016c.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. Portaria nº 514-EME, de 11 de dezembro de 2017. Diretriz de Iniciação do Subprograma Sistema de Artilharia de Campanha (SAC) e define responsabilidades pela constituição da equipe que confeccionará o Estudo de Viabilidade do Subprograma (EB20-D-08.008). **Boletim do Exército**, Brasília, n. 52, 29 dez. 2017b.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Portaria n. 42-EME, de 20 de março de 2018**. EB20-MF-03.109: glossário de termos e expressões para uso no Exército. 5. ed. Brasília, 2018a.

BRASIL. Exército Brasileiro. **Portaria n. 1.042, de 18 de agosto de 2017**. Plano Estratégico do Exército 2016-2019. 3. ed. Brasília, 2017c.

BRASIL. Exército Brasileiro. Despacho Decisório Nº 003/2018 em 9 de janeiro de 2018. **Boletim do Exército**, Brasília, n. 3, 19 jan. 2018b.

BRASIL. **Lei 11.107, de 6 de abril de 2005**. Lei dos Consórcios Públicos. Brasília, 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111107.htm. Acesso em: 3 maio 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Doutrina militar de defesa**. Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Portaria normativa n. 513/EMD/MD, de 26 de março de 2008**. MD33-M-02: manual de abreviaturas, siglas, símbolos e convenções cartográficas das Forças Armadas. 3. ed. Brasília, 2008a.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Decreto n. 6.703, de 18 de dezembro de 2008**. Estratégia Nacional de Defesa. Brasília, 2008b.

BRASIL. Ministério da Defesa. **MD35-G-01**: glossário das Forças Armadas. 5. ed. Brasília, 2015c.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, 2016d.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro branco de Defesa Nacional**. Brasília, 2016e.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa**. Brasília, 2016f.

BUENO, Eduardo Urbanski. **Paradigmas técnico-econômicos, pactos de elites e o sistema monetário internacional**. 2009. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Relações Internacionais) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/21407/000736598.pdf?sequence=1>. Acesso em: 3 maio 2018.

CASARIN, Helen de C. S.; CASARIN, Samuel J. **Pesquisa científica da teoria à prática**. Curitiba: InterSaberes, 2012.

CASTRO, Fabio. Guerra eletrônica: link 16. *In*: CASTRO, Fabio. **Sistemas de armas**. [S.l.], 2003. Disponível em: <http://sistemasdearmas.com.br/ge/dt14usalink16.html>. Acesso em: 20 nov. 2019.

CASTRO, Fabio. Controle aéreo avançado. *In*: CASTRO, Fabio. **Sistemas de armas**. [S.l.], 2008a. Disponível em: <http://sistemasdearmas.com.br/ca/fac01.html>. Acesso em: 20 nov. 2019.

CASTRO, Fabio. Mísseis ar-superfície e bombas planadoras: JDAM – história; JDAM - kits e GAM. *In*: CASTRO, Fabio. **Sistemas de armas**. [S.l.], 2008b. Disponível em: <http://sistemasdearmas.com.br/pgm/jdam01historia.html>. Acesso em: 5 dez. 2019.

CATAPULTA. *In*: WIKIMEDIA FOUNDATION. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Réplica de uma catapulta em Château des Baux, França. San Francisco, 2019. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Catapulta>. Acesso em: 17 nov. 2019.

CEBROWSKI, Arthur K. **Military transformation**: a strategic approach. Washington: Department of Defense, 2003.

CEBROWSKI, Arthur K. **The implementation of network-centric warfare**. Washington: Department of Defense, 2005.

CEBROWSKI, Arthur K.; GARSTKA, John. J. **Network-centric warfare**: it's origin and future. Washington, 1998.

CHARTRAND, René; HUTCHINS, Ray. **Napoleon's guns 1792-1815**: field artillery. Oxford: Osprey, 2003.

COLLINS, Liam; MORGAN, Harrison B. **King of battle**: Russia breaks out the big guns. Arlington: AUSA, 22 Jan. 2019. Disponível em: <https://www.ausa.org/articles/king-battle-russia-breaks-out-big-guns>. Acesso em: 4 set. 2019.

COMISSÃO DE FISCALIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO DO MATERIAL M109A5+ BR. **Programa M109A5+ BR**. York, 2017. 55 slides, color.

CONTI, Fátima. **A história do computador e da internet**. Belém: UFPA, jun. 2006.

COVARRUBIAS, Jaime García. Os três pilares de uma transformação militar. **Military Review**, Fort Leavenworth, v. 87, n. 6, Nov./Dec. 2007.

DARÓZ, Carlos. Armas: os canhões otomanos. *In*: DARÓZ, Carlos. **História militar**. Niterói, 5 jul. 2013. Disponível em: <http://darozhistoriamilitar.blogspot.com/2013/07/armas-os-canhoes-otomanos.html>. Acesso em: 17 nov. 2019.

DASTRUP, Boyd L. **Artillery strong**: modernizing the field artillery for the 21th century. Kansas: Combat Studies Institute Press, 2018.

DUNNIGAN, James F. **How to make war**. New York: Quill, 2003.

DUNNIGAN, James F. **Digital soldiers: the evolution of high-tech weaponry and tomorrow's brave new battlefield**. New York: ST. Martin's Press, 1996.

DUANE, William. **A military dictionary, or, explanation of the several systems of discipline of different kinds of troops, infantry, artillery, and cavalry: the principles of fortification, and all the modern improvements in the science of tactics**. Philadelphia, 1810. Disponível em: www.loc.gov/rr/frd/Military_Law/Lieber_Collection/pdf/Military-Dictionary.pdf. Acesso em: 12 out. 2019.

DUARTE, Érico Esteves. **Tecnologia militar e desenvolvimento econômico: uma análise histórica**. Rio de Janeiro: IPEA, 2012a. (Texto para discussão, 1748).

DUARTE, Érico Esteves. **Conduta da guerra na era digital e suas implicações para o Brasil: uma análise de conceitos, políticas e práticas de Defesa**. Rio de Janeiro: IPEA, 2012b. (Texto para discussão, 1760).

ENGELS, Friedrich. **O papel da violência na história**. [S.l.], 1873.

FAN, Ricardo. Uma nova plataforma para artilharia de campanha: o M109 A5 + BR. **DefesaNet**, [Porto Alegre], 4 ago. 2015. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/leo/noticia/19964/Uma-nova-plataforma-para-Artilharia-de-Campanha—o-M109-A5-+-BR/>. Acesso em: 5 out. 2019.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FUKUYAMA, Francis. **O fim da história e o último homem**. Rio de Janeiro: Rocco, 1992.

15º GAC AP. 3ª Operação Sisson: modernos equipamentos reforçam o preparo técnico da Artilharia de Campanha. **DefesaNet**, Lapa, Paraná, 5 set. 2017a. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/terrestre/noticia/26995/3%C2%AA-Operacao-Sisson---Modernos-equipamentos-reforcaram-o-preparo-tecnico-da-Artilharia-de-Campanha/>. Acesso em: 15 set. 2019.

3º GAC AP. Exercício com novo material da Artilharia Brasileira. **Forte Forças Terrestres**, Santa Maria, 24 out. 2016. Disponível em: <https://www.forte.jor.br/2016/10/24/3o-gac-ap-exercicio-com-novo-material-da-artilharia-brasileira>. Acesso em: 5 set. 2019.

5º GAC AP. Exército Brasileiro. **Grupo Salomão da Rocha - 5º Grupo de Artilharia de Campanha**. Resende, 2015. 52 slides, color.

5º GAC AP. Exército Brasileiro. **Modernização da Artilharia com novo obuseiro M109**. Curitiba, 7 jun. 2017. Disponível em: <https://www.eb.mil.br/web/noticias/noticiario-do->

exercito/-/asset_publisher/MjaG93KcunQI/content/modernizacao-da-artilharia-com-novo-obuseiro-m109. Acesso em: 5 set. 2019.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GUSTON, Bill. Aviões de espionagem. *In*: GUSTON, Bill. **Guias de armas de guerra**. São Paulo: Nova Cultural, 1991.

HOLLOWAY, Mark. M52A1 Self Propelled Howitzer. *In*: WIKIMEDIA FOUNDATION. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Maryland: United States Army Ordnance Museum, 18 nov. 2009. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:M52A1_SP_Howitzer.jpg. Acesso em: 12 set. 2019.

INDÚSTRIA DE MATERIAL BÉLICO DO BRASIL – IMBEL. **Sistema Gênese GEN-3004**. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.imbel.gov.br/index.php/comunicacoes-eletronica-e-sistemas>. Acesso em: 5 set. 2019.

JANE'S. **Full production for PGK [ES18D3]**. *[S.l.]*, 18 June 2018. Disponível em: <https://www.janes.com/article/80920/full-production-for-pgk-es18d3>. Acesso em: 24 jan. 2020.

JORDAN, Elliot E. G. NATO deploys E-3 Sentry AWACS Aircraft to Turkey. **UK Defense Journal**, *[S.l.]*, 11 Feb. 2016. <https://ukdefencejournal.org.uk/nato-deploys-e-3-sentry-awacs-aircraft-to-turkey/>. Acesso em: 15 dez. 2019.

JUDSON, Jed. Extended-range cannon to get autoloader within five years. **Defense News**, Huntsville, 26 Mar. 2019. Disponível em: www.defensenews.com/digital-show-dailies/global-force-symposium/2019/03/27/extended-range-cannon-to-get-autoloader-within-five-years. Acesso em 24 nov. 2019.

KINARD, Jeff. **Artillery**: an illustrated history of its impact. Santa Barbara: ABC Clio, 2007.

LAVANÈRE-WANDERLEY, Nelson Freire. **Os balões de observação na Guerra do Paraguai**. Rio de Janeiro: Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, 2017. Disponível em: http://www2.fab.mil.br/incaer/images/eventgallery/instituto/Opusculos/Textos/opusculo_os_baloes.pdf. Acesso em: 28 jul. 2019.

LIND, Willian S. et al. The changing face of war: into the fourth generation. **Marine Corps Gazette**, Quantico, v. 73, n. 10, p. 22-26, Oct. 1989.

LIND, Willian S. Compreendendo a guerra de quarta geração. **Military Review**, Fort Leavenworth, ed. brasileira, jan./fev. 2005.

LINN, Brian M. The american way of war revisited. **The Journal of Military History**, *[s.l.]*, v. 66, n. 2, p. 501-530, Apr. 2002.

M108 SPG 105mm Self Propelled Gun. **Militaryfactory.com**, [s.l.], 3 Mar. 2018. Disponível em: https://www.militaryfactory.com/armor/detail.asp?armor_id=186. Acesso em: 12 set. 2019.

M109A1 howitzer. *In*: WIKIPEDIA FOUNDATION. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Schlitz-Willofs, 21 Sept. 1983. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:DF-ST-85-05063_An_M109A1_155_mm_self-propelled_Howitzer_passes_through_the_town_of_Schlitz-Willofs_during_Exercise_REFORGER_%2783.jpeg. Acesso em 15 set. 2019.

M109A3. Exército Brasileiro. **Viaturas Brasil**, [s.l.], 31 out. 2013. Disponível em: <http://viaturasbrasil.blogspot.com/2013/10/m109a3-exercito-brasileiro.html>. Acesso em: 5 out. 2019.

M109A7. *In*: WIKIMEDIA FOUNDATION. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. San Francisco, 31 Aug. 2011. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/M109_howitzer#/media/File:Bae_PIM_upgrade.jpg. Acesso em: 10 out. 2019.

M37 HMC. *In*: WIKIMEDIA FOUNDATION. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Madrid, 2 jun. 2008. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/M37_105_mm_Howitzer_Motor_Carriage. Acesso em: 12 set. 2019.

M44 self propelled howitzer. **Militaryimages.net**, Fort Carson, 21 Mar. 2010. Disponível em: <https://www.militaryimages.net/media/m44-self-propelled-howitzer.52592/>. Acesso em: 12 set. 2019.

MARTINS, José Miguel Quedi. **Digitalização e guerra local**: como fatores do equilíbrio internacional. 2008. Tese (Doutorado em Ciência Política) – Programa de Pós-graduação em Ciência Política, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/14405/000650087.pdf?sequence=1>. Acesso em: 12 set. 2019.

MCINTIRE, Dennis. M109A6 paladin self propelled howitzer. *In*: NOBLE, Lou. **Flickr Blog**. Platte, 20 June 2009. Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/wileymac/4198092655>. Acesso em: 10 out. 2019.

MCMMASTER, Herbert R. **Crack in the foundation**: defense transformation and the underlying assumption of dominant knowledge in future war. Carlisle: U.S. Army War College, 2003.

MCNEILL, William H. **Em busca do poder**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2014.

MEARSHEIMER, John J. **The tragedy of great power politics**. New York: W. W. and Norton Company, 2001.

MEARSHEIMER, John J. Maneuver, mobile defense, and the NATO central front. **International Security**, Cambridge, v. 6, n. 3, p. 104-122, 1982a.

MEARSHEIMER, John J. Why the Soviets Can't Win Quickly in Central Europe. **International Security**, Cambridge, v. 7, n. 1, p. 3-39, 1982b.

MESQUITA, Alex Alexandre; EBLING, Tiago Alves. Uma nova plataforma para artilharia de campanha: o M109A5+BR. **DefesaNet**, [Porto Alegre], 4 ago. 2015.

MILIMETE, Walter. **De Nobilitatibus, Sapientii et Prudentiis Regum**. Oxford, 1326. The Medieval Combat Society Medieval Reenactments. [S.l.], 2013. Disponível em: <http://www.themcs.org/weaponry/cannon/cannon.htm>. Acesso em: 17 nov. 2019.

MORI, Victor Hugo. **Arquitetura militar: um panorama histórico a partir do Porto de Santos**. São Paulo, 2018.

MOSCONE, Alexandre. Goniômetro Bússola. In: MOSCONE, Alexandre. **Blog do Moscou**. [S.l.], 5 fev. 2011. Disponível em: <https://blogdomoscou.blogspot.com/2011/02/goniometro-bussola.html>. Acesso em: 5 set. 2019.

NEGREIROS, Vitor Vidal de. Exército brasileiro: parte 2. In: NEGREIROS, Vitor Vidal de. **Politize!**. [S.l.], 12 maio 2017. Disponível em: www.politize.com.br/divisoes-do-exercito-brasileiro. Acesso em: 9 out. 2019.

NESS, Leland; WILLIAMS, Anthony. **Jane's Ammunition Handbook 2011-2012**. London: Jane's Information Group, 2011.

NEUMAHR, Günther. FLG 63 Superfledermaus Walk Around. In: BUSACK, Don. **Prime portal**. Chamberlain, 2008. Disponível em: http://data3.primeportal.net/misc/gunther_neumahr/flg63_superfledermaus/images/flg63_superfledermaus_13_of_20.jpg. Acesso em: 10 out. 2019.

O'CONNELL, Robert L. **História da guerra armas e homens: uma história da guerra, do armamento e da agressão**. Lisboa: LDA, 1989.

OLIVE-DRAB. **T19 Howitzer Motor Carriage (HMC) with 105mm Howitzer**. [S.l.], 12 Oct. 2011. Disponível em: http://ftp.olive-drab.com/idphoto/id_photos_t19_howitzermotorcarriage.php. Acesso em: 10 set. 2019.

OLIVEIRA JÚNIOR, Álvaro Duarte de. **A logística militar terrestre às tropas blindadas de infantaria no Comando Militar do Sul**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2008.

PARET, Peter. **Construtores da estratégia moderna: de Maquiavel à Era Nuclear: tomo 1**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2001.

PELLEGRINI, Mark. *In*: WIKIMEDIA FOUNDATION. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Maryland: United States Army Ordnance Museum, 18 Sept. 2007. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/M41_Howitzer_Motor_Carriage. Acesso em: 12 set. 2019.

PEREZ, Carlota. **Technological revolution and financial capital**: the dynamics of bubbles and golden ages. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.

PIERCE, Terry C. **Warfighting and disruptive technologies**: disguising innovation. New York: Frank Cass, 2004.

PIKE, John. XM1156 precision guidance kit (PGK). **Global Security**, [s.l.], 7 July 2011. Disponível em: <https://www.globalsecurity.org/military/systems/munitions/m1156.htm>. Acesso em: 24 jan. 2020.

QUINLIVAN, T. James. **Artillery returns to the battlefield in the war against ISIL**. [S.l.], 11 Jan. 2016. Disponível em: <https://warontherocks.com/2016/01/artillery-returns-to-the-battlefield-in-the-war-against-isil/>. Acesso em: 25 nov. 2019.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. de. **Metodologia do trabalho científico**: método e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. Novo Hamburgo: Feevale, 2009.

RIBEIRO, Marcelo Carvalho. Como equipar? Blindados sobre rodas ou lagartas? O dilema vivido pelo Exército brasileiro. **DefesaNet**, Brasília, 1 ago. 2013. Disponível em: www.defesanet.com.br/leo/noticia/11663/Como-equipar-Blindados-sobre-rodas-ou-lagartas-O-dilema-vivido-pelo-Exercito-Brasileiro. Acesso em: 9 out. 2019.

RUMSFELD, Donald H. **Transforming the Military**. Washington: Department of Defense of the United States, 2002.

RUMSFELD, Donald H. **Transformation planning guidance**. Washington: Department of Defense of the United States, 2003.

SALLES, Alessandro Souza de. **Consórcio público**: instrumento de capacidade estatal. 2019. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos Internacionais) – Programa de Pós-graduação em Estudos Estratégicos Internacionais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/204673>. Acesso em: 24 jan. 2020.

SHENDER, Alexander. **M109A1 artillery shooting [IDF]**. [S.l.], 12 Feb. 2011. (13s). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=GskTvhGt9cQ>. Acesso em: 15 set. 2019.

SHERMAN, Robert. M981 fire support time vehicle (FISTV). *In*: PIKE, John. **FAS Military analysis network**. [S.l.], 12 Sept. 1998. Disponível em: <https://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/m981.htm>. Acesso em: 22 nov. 2019.

SHERMAN, Robert. M992 FAASV field artillery ammunition supply vehicle. *In*: PIKE, John. **FAS Military analysis network**. [S.l.], 22 Feb. 2000. Disponível em: <http://www.fas.org/man/dod-101/sys/land/m992.htm>. Acesso em: 5 out. 2019.

SILVA, Igor Castellano da; MARTINS, José Miguel Quedi. Exército Nacional e construção do Estado na África: a abordagem brasileira no caso da República Democrática do Congo. **Austral**: Revista Brasileira de Estratégia e Relações Internacionais, Porto Alegre, v. 3, n. 5, p. 137-179, jan./jun. 2014. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/austral/article/download/45176/30179>. Acesso em: 5 out. 2019.

SILVA, Sérgio Teixeira. **Análise comparativa entre equipamentos eletrônicos (GPS) para levantamento de dados topográficos**. 2002. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em Geoprocessamento) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002. Disponível em: <http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/SERGIO%20TEIXEIRA%20DA%20SILVA.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2019.

SLOAN, E. C. **Military transformation and modern warfare**: a reference handbook. Westport: Greenwood, 2008.

SOUTH, Todd. **Return of fires**: how the Army is getting back to its big guns as it prepares for the near-peer fight. [S.l.], 27 Aug. 2018. Disponível em: <https://www.armytimes.com/news/your-army/2018/08/27/return-of-fires-how-the-army-is-getting-back-to-its-big-guns-as-it-prepares-for-the-near-peer-fight/>. Acesso em: 25 nov. 2019.

TEIXEIRA JÚNIOR, A. W. M; DUARTE, M. T. S. M. O modo americano de guerra: a transformação militar das Forças Armadas dos Estados Unidos. **Revista Tempo do Mundo**, Brasília, v. 4, n. 2, p. 11-26, jul. 2018.

THE ASSOCIATED PRESS. Army artillery testing in Arizona aimed at shooting farther. **Defense News**, Yuma, 6 Dec. 2018. Disponível em: www.defensenews.com/news/your-army/2018/12/16/army-artillery-testing-in-arizona-aimed-at-shooting-farther. Acesso em: 24 nov. 2019.

US. **Principles of artillery weapons**. Technical manual: TM 9-3305. Washington: Department of the Army, 4 May 1981.

US. **FM 3-09.70: tactics, techniques and procedures for M109A6 howitzer (paladin) operations**. Washington: Department of the Army, 1 Aug. 2000.

US. **Transformation planning guidance**. Washington: Department of Defense, 2003a.

US. **Military transformation**: a strategic approach. Washington: Department of Defense, 2003b.

US. **DOD dictionary of Military and associated terms**. Washington: Department of Defense, June 2019.

US. **ATP 3-09.23 (FM 3-09.21)**: field artillery cannon battalion. Washington, Sept. 2015. Disponível em: www.bits.de/NRANEU/others/amd-us-archive/atp3_09x23%2815%29.pdf. Acesso em: 26 out. 2019.

VALLIÈRE, Florent-Jean de. *In*: WIKIMEDIA FOUNDATION. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. San Francisco, 7 set. 2017. Disponível em: www.pt.wikipedia.org/wiki/Florent-Jean_de_Vallière. Acesso em: 21 nov. 2019.

WALTZ, Kenneth N. **Theory of international politics**. Boston: Addison-Wesley, 1979.

WALTZ, Kenneth N. **O homem, o estado e a guerra**: uma análise teórica. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

WOLFOWITZ, Paul. **Defense planning guidance FY 1994-99**. Washington: Department of Defense of the United States, Feb. version, 1992a.

WOLFOWITZ, Paul. **Defense planning guidance FY 1994-99**. Washington: Department of Defense of the United States, Apr. version, 1992b.

WRIGHT, Patrick. **Tank**: the progress of a monstrous war machine. London: Faber and Faber, 2000.

YELLOWUTE. M7 HMC Priest. *In*: WIKIMEDIA FOUNDATION. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Maryland: Aberdeen Proving Ground, 31 May 2006. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/M7_Priest. Acesso em: 12 set. 2019.

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

APÊNDICE A - A ARTILHARIA NA FORÇA TERRESTRE

A fim de elucidar alguns conceitos tidos por pressupostos no meio militar, porém eventualmente estranhos ao meio acadêmico, houve por bem buscar na bibliografia militar, material que viesse a esclarecer algumas definições consideradas básicas para o entendimento do assunto tratado.

Para tanto, buscou-se desenhar um entendimento a partir de conceitos tradicionais, como também em manuais do Exército Brasileiro, com enfoque no apoio de fogo terrestre e na Artilharia de Campanha.

Dessa forma, procurou-se trabalhar inicialmente com referenciais teóricos remotos, a fim de buscar a origem de alguns conceitos, considerando que nas décadas recentes o conjunto dos sistemas de armas possam ter sofrido alguma alteração em suas funções, apresentando nas seções seguintes os conceitos atuais segundo a doutrina militar terrestre do Exército Brasileiro.

Para o conceito do que seja “artilharia”, foi encontrado em um dicionário militar datado do ano 1810, o qual define artilharia, em seu sentido geral e específico, conforme abaixo:

Artilharia, no sentido geral, significa todo o tipo de grandes armas e canhões, morteiros, obuseiros, petardos e similares; juntamente com todos os equipamentos e peças de reposição pertencentes a esses, que não são apenas levados para o campo, mas também para cercos, e utilizados para atacar e defender locais fortificados. Em um sentido particular, significa a ciência da artilharia a qual inclui um conhecimento acerca de levantamento, nivelamento, geometria, trigonometria, seções cônicas, normas de movimento, mecânica, fortificações e projéteis. (DUANE, 1810, p. 16, tradução nossa)⁸¹.

Em comparação com o novo dicionário do Departamento de Defesa norte-americano, verifica-se uma definição bem similar à anterior, quando define artilharia de campanha como “o conjunto de equipamentos, suprimentos, munições e pessoal envolvido

⁸¹ Do original em Inglês: “ARTILLERY, in a general sense, signifies all sorts of great guns or cannon, mortars, howitzers, petards, and the like; together with all the apparatus and stores thereto belonging, which are not only taken into the field, but likewise to sieges, and made use of both to attack and defend fortified places. ARTILLERY, in particular sense, signifies the science of artillery or gunnery which art includes a knowlege of surveying, levelling, geometry, trigonometry, conic sections, laws of motion, mechanics, fortifications and projectiles.”

no uso de canhões, foguetes ou lançadores de mísseis superfície-superfície” (US, 2019, p. 83)⁸².

Já na doutrina militar terrestre brasileira atual, traça a Artilharia de Campanha como o “principal meio de apoio de fogo da Força Terrestre, sendo, para tal, dotada de canhões, obuses, morteiros, foguetes ou mísseis. Tem por missão apoiar, pelo fogo, o sistema operacional manobra, destruindo ou neutralizando os alvos que ameacem o êxito da operação.” (BRASIL, 2018a, p. 44).

Percebe-se nos três conceitos uma similaridade em sua essência quanto à diversidade de meios de apoio de fogo para o combate terrestre, diferenciando apenas em aspectos assessoriais como os ligados à questão tática, quando observamos que o conceito desenvolvido no século XIX a artilharia estava mais voltada para defender ou atacar locais fortificados, além do fator que hoje nem todo o armamento pesado se enquadra como sendo de artilharia, alguns dos quais como o canhão hoje também presente na infantaria e cavalaria.

Nas operações a artilharia de campanha assume, a seguir especificado segundo EUA (US, 2015, p.1-2, tradução nossa): “A artilharia de campanha tem o papel de destruir, derrotar ou interromper o inimigo com fogos integrados a fim de possibilitar os comandantes da manobra dominem em operações terrestres conjuntas.”⁸³ Na próxima seção será especificado esse conceitos de acordo com os manuais brasileiros.

Portanto, cabe agora uma distinção entre principais meios de apoio de fogo terrestres.

A fim de elucidar a partir de uma definição remota, encontramos algumas definições desses diferentes tipos de armamento em um dicionário militar do século XIX. Como definição de canhão, obtemos que:

[...] é a boca de fogo organizada para tirar da pólvora o rendimento máximo, ou seja, para produzir a maior velocidade possível a um projétil de peso dado. Existem canhões de calibres, de comprimentos e de pesos muito diversos, para responder às condições de potência, de mobilidade e de serviço às quais a artilharia deve responder em diversos casos. No ponto de vista do comprimento e do peso, os canhões se dividem em longos, chamados também de pesados, e em curtos ou leves. O comprimento dos canhões varia com a velocidade da

⁸² Do original em Inglês: “Equipment, supplies, ammunition, and personnel involved in the use of cannon, rocket, or surface-to-surface missile launchers.”

⁸³ Do original em Inglês: “The field artillery has the role of destroying, defeating, or disrupting the enemy with integrated fires to enable the maneuver commanders to dominate in unified land operations.”

combustão da pólvora empregada, e, para permitir aos gases da pólvora produzir o seu máximo efeito útil, ele é mais longo à proporção que a combustão é mais lenta. O peso é limitado sobretudo pelas considerações de resistência dos transportadores e da mobilidade para os canhões de campanha;[...]”⁸⁴ (*Nouveau Dictionnaire Militaire*, 1892, p. 118, tradução nossa).

À medida em que se obteve as condições para alongar o tiro da artilharia, o canhão passou a ser substituído, pelo obuseiro, devido às características deste serem mais apropriadas para o tiro indireto, conforme se observa a partir da sua definição:

Boca de fogo que tem ao mesmo tempo canhão e morteiro, e que é empregado sobretudo para o tiro curvo e contra objetivos de fraca resistência, principalmente contra pessoal. Ele é relativamente curto em relação ao diâmetro (8 a 12 vezes) deste projétil. O calibre dos obuseiros é indicado pelo número redondo de centímetros do diâmetro de seu projétil. Sendo a carga de pólvora necessária para lançar os obuses relativamente fraca, o tubo interior dos obuseiros tem no fundo um encolhimento, chamado câmara, de comprimento aproximadamente igual ao tamanho da carga.⁸⁵ (BAUDOIN, 1891, p. 576, tradução nossa).

Vale lembrar que, por suas características, o canhão é até hoje largamente empregado tanto por tropas de cavalaria, quanto de infantaria, geralmente montado sobre a estrutura de um carro de combate ou em um veículo de combate de infantaria, diferindo entre ambos quanto ao calibre. No âmbito da artilharia, os canhões ainda são usualmente empregados para a defesa antiaérea, com vistas a dar recobrimento aos mísseis antiaéreos de baixa altura, uma vez que estes são fortemente afetados por técnicas de guerra eletrônica, como também pelas condições meteorológicas, fatores que diminuem drasticamente a eficiência destes.

⁸⁴ Do original em Francês: “C'est la bouche à feu organisée pour tirer de la poudre le rendement maximum, c'est-à-dire pour imprimer la plus grande vitesse possible à un projectile de poids donné. Il y a des canons de calibres, de longueurs et de poids très divers, pour répondre aux conditions de puissance, de mobilité et de service auxquelles doit répondre l'artillerie dans les divers cas. Au point de vue de la longueur et du poids le canon se divise en longs, appelés aussi lourds, et en courts où légers. La longueur des canons varie avec la vitesse de combustion de la poudre employée, et, pour permettre aux gaz de la poudre de produire leur maximum d'effet utile, elle est d'autant plus grande que la combustion est plus lente. Le poids est limité surtout par des considérations de résistance des affûts et de mobilité pour les canons de campagne; [...]”

⁸⁵ Do original em Francês: “Bouche à feu qui tient à la fois du canon et du mortier, et qui est employé surtout pour le tir courbe et contre des buts de faible résistance, principalement contre le personnel. Elle est relativement courte par rapport au diamètre (8 à 12 fois) de ce projectile. Le calibre des obusiers est indiqué par le nombre rond des centimètres du diamètre de leur projectile. La charge de poudre nécessaire pour lancer les obus étant relativement faible, l'âme des obusiers a au fond un rétrécissement, nommé chambre, d'une longueur à peu près égale à celle de la charge.”

Um tipo de armamento muito mais leve que os canhões e os obuseiros é cada vez mais empregado por tropas com capacidade de manobra - entenda-se infantaria e cavalaria. Por definição, o morteiro constitui

[...] boca de fogo bem curta (comprimento duas a três vezes o diâmetro do projétil), destinado a lançar projéteis sob ângulos elevados. O calibre dos morteiros é indicado pelo número de centímetros contidos no diâmetro do projétil.[...] Os morteiros são empregados para destruir cobertura, trincheiras, arruinar abrigos e lançar munições incendiárias.⁸⁶ (BAUDOIN, 1891, p. 541, tradução nossa).

O morteiro é uma arma de uso coletivo, destinada a prover apoio de fogo imediato às tropas da arma-base, com lançamento em uma trajetória balística de granadas na modalidade de tiro vertical (em ângulos superiores a 45°). Em relação aos obuseiros convencionais que equipam a artilharia de campanha, este possui montagem e funcionamento muito mais simples e leveza adequada a operação pelas tropas de vanguarda em posições muito próximas às fileiras inimigas.

Os morteiros ocidentais modernos são produzidos nos calibres 60mm (leve), 81mm (médio) e 120mm (pesado).

Os morteiros leves e médios, por serem constituídos de peças portáteis, podem facilmente ser transportados por tropas de infantaria de qualquer natureza (uma guarnição de dois ou três homens a pé normalmente divide o transporte das peças).

Já os morteiros pesados são geralmente rebocados, sendo montados em reparos sobre rodas ou conduzidos no interior de veículos blindados, podendo assim, ser conduzidos por tropas de infantaria ou cavalaria blindadas ou mecanizadas, uma vez que essas possuem viaturas próprias para a condução desse tipo de armamento.

Diferentemente dos obuseiros, por serem engenhos muito mais simples, são normalmente carregados pela parte anterior do cano (boca). Apenas alguns modelos pesados (de 120mm ou superiores) são de retrocarga (carga realizada pela culatra), a fim de proporcionar maior proteção à guarnição.

Surge, assim, uma primeira classificação dos armamentos de grande calibre - quer sejam empregados por artilharia, quer por outras armas – quanto ao carregamento:

⁸⁶ Do original em Francês: “Bouche à feu très courte (largeur deux à trois fois le diamètre du projectile), destiné à lancer des projectiles sous de très grands angles. Le calibre des mortiers s’indique par le nombre rond de centimètres contenus dans les diamètres du projectile. [...] Les mortiers sont employés pour battre les couverts, les tranchées d’approches, pour ruiner les abris, pour lancer des balles à feu.”

- a) de antecarga – carregados pela boca do cano;
- b) de retrocarga – carregados pela culatra.

Figura 1 – exemplares de morteiros pesado (à esquerda) e leve (à direita)



Fonte: Kowalski (2018)⁸⁷.

Vale notar que o avanço tecnológico da introdução da culatra nos obuseiros, permitiu uma proteção mais efetiva e proporcionou maior segurança à guarnição que os operam, tornando esses artefatos, contudo, mais sofisticados e caros.

Além da culatra, um elemento presente nos obuseiros modernos são os mecanismos de freio e recuperação - ou de “volta em bateria”, como são costumeiramente chamados por tropas de artilharia. Esses mecanismos proporcionam maior precisão dos tiros e permitem a esses realizar tiros em trajetórias mergulhantes.

Outro artefato notável por seu poder explosivo e capacidade de saturação de grandes áreas é o foguete. Interessante notar que este artefato se fez presente desde o surgimento da pólvora: no extremo oriente do século XIV já havia relatos do uso de foguetes, usado inicialmente como fogos de artifício, porém logo empregados para fins militares. Mais recentemente, no século XX, ganhou notável importância com o surgimento das lançadoras múltiplas com capacidade para lançar foguetes cada vez maiores e com maior alcance. Dessa forma, assim define o Glossário de Termos para uso no Exército sobre foguetes balísticos: “Engenho bélico autopropulsado, não tripulado, cuja trajetória balística não pode

⁸⁷ KOWALSKI, Luan. Morteiros. In: KOWALSKI, Luan. **Mundo das armas**. [S.l.], 11 abr. 2018. Disponível em: <https://www.mundodasarmas.com/2018/04/morteiros.html>. Acesso em: 5 out. 2019.

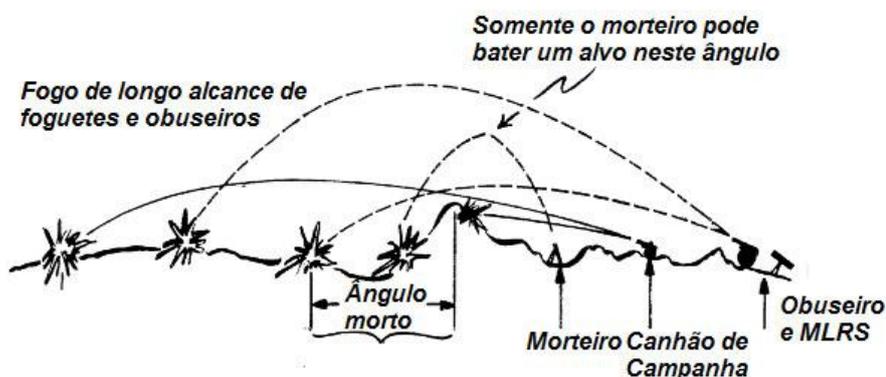
ser controlada após o lançamento, podendo ser dotado de cabeça explosiva para diversos fins” sendo um “foguetes não guiado, que descreve uma trajetória similar a de um projétil de artilharia.” (BRASIL, 2018a, p. 158).

Cabe diferenciar os foguetes balísticos descritos acima – que possuem fins bélicos - dos aeroespaciais, utilizados para lançar objetos no espaço.

Ao longo do século XX com o avanço nos sistemas de propulsão e guiamento a partir de foguetes deu-se origem ao emprego de diversos tipos de mísseis. Por definição, o míssil é um

[...] engenho espacial bélico autopropulsado e não tripulado que se desloca acima da superfície da terra com trajetória pré-estabelecida ou dotado de sistemas diversos de orientação, podendo ser controlado ou não, que o dirijam de encontro ao alvo. (BRASIL, 2018a, p. 234).

Figura 2 – Trajetória de tiro de obuseiros e morteiros



Fonte: Kowalski (2018)⁸⁸.

Os mísseis assumem os mais diversos tipos de finalidade, de acordo com o sistema de guiamento podendo ser antirradiação, antiaéreos, antimísseis, anticarro, autoguiado, balístico, guiado, livre ou teleguiado. Os mísseis atuam, ainda, nos mais diversos domínios podendo ser embarcados em plataformas terrestres, aéreas, marítimas e submarinas.

⁸⁸ *Ibidem*, p. 153.

Tipos de Artilharia

A artilharia que surgiu inicialmente com o advento do canhão, foi assumindo ao longo dos séculos características tão diversas quanto abrangentes. Nos nossos dias, nem todo armamento que possui um canhão é considerado de artilharia, pois o armamento canhão foi sendo gradualmente integrado a blindados de outras Armas, mais especificamente de Cavalaria e Infantaria, uma vez que a finalidade desses veículos encouraçados se prestava mais aos objetivos dessas.

Atualmente, a artilharia possui diversas classificações, variando de acordo com o critério estabelecido, uma vez que abrange grande parte do apoio de fogo terrestre, sendo identificada por excelência, como o principal elemento da Função de Combate Fogos, no âmbito da Força Terrestre.

De acordo com a finalidade, a artilharia pode ser classificada como de campanha, de costa e antiaérea. A primeira possui meios de apoio de fogo para abater alvos em terra, a segunda para abater alvos marítimos e a última, alvos aéreos. Na Doutrina Militar Terrestre brasileira atual, a artilharia de costa deixou de ser empregada e cedeu espaço à defesa costeira desempenhada pela Marinha do Brasil (MB).

Ainda de acordo com a DMT:

A artilharia antiaérea é o componente terrestre da defesa aeroespacial ativada, e realiza a defesa antiaérea de forças, instalações ou áreas. A artilharia antiaérea participa da Função de Combate Proteção, ao preservar a F Ter, quer seja o homem, as organizações ou as estruturas estratégicas. (BRASIL, 2014a, p. 6-3).

A artilharia antiaérea opera com canhões e mísseis em sistemas integrados a radares com funções de vigilância, busca e tiro, o que possibilita a detecção, aquisição e engajamento de aeronaves consideradas ameaças aéreas. A artilharia antiaérea opera em rede integrada ao Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), a fim de possibilitar a coordenação e designação de alvos às plataformas tanto da Força Aérea Brasileira (FAB), quanto do Exército. Vale lembrar que a FAB também possui meios de defesa antiaérea, além das próprias aeronaves de ataque.

Já a artilharia de campanha é considerada o principal meio de apoio de fogo da F Ter. Segundo a DMT, a artilharia de campanha tem por missão:

[...] apoiar as armas-base pelo fogo, destruindo ou neutralizando os alvos que ameacem o êxito das operações. Suas principais características são a precisão e a rapidez, para destruir ou neutralizar as instalações, os equipamentos e as tropas inimigas localizadas em profundidade no campo de batalha. (BRASIL, 2014a, p. 6-3).

Figura 3 - Canhão de Artilharia Antiaérea Oerlinkon e míssil de Artilharia Antiaérea de média altura BAMSE



Fonte: Brasil (2014, p. 6-3)⁸⁹ e Aryeh (2019)⁹⁰.

Segundo Brasil (1997, p. 1-2), a artilharia de campanha pode ser classificada, quanto ao tipo, em:

- a) artilharia de tubo - compreende canhões, obuseiros e morteiros;
- b) artilharia de mísseis e foguetes - compreende os lançadores de mísseis e os lançadores múltiplos de foguetes.

⁸⁹ BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB20-MF-10.102**: doutrina militar terrestre. Brasília, 2014.

⁹⁰ MARCOS ARYEH (Brasil). Oficiais do EB irão à Suécia conhecer o sistema BAMSE da Saab. **Forte Forças Terrestres**, [s.l.], 28 maio 2019. Disponível em: <https://www.forte.jor.br/2019/05/28/oficiais-do-eb-irao-a-suecia-conhecer-o-sistema-bamse-da-saab/>. Acesso em: 5 set. 2019.

Figura 4 – exemplares de artilharia de tubo Obuseiro M101 e Morteiro 120mm AR



Fonte: Kowalski (2018)⁹¹.

Figura 5: Foguete Guiado AV-SS 40 G e míssil MTC AV 300 lançados da plataforma ASTROS



Fonte: CCOMSEX (2018)⁹².

O material de artilharia recebe igualmente uma classificação de acordo com o calibre, classificando-se os canhões e obuseiros em:

- a) leves – até 120mm, inclusive;
- b) médios – acima de 120 até 160mm, inclusive;
- c) pesados – acima de 160 até 210mm, inclusive;
- d) muito pesados – acima de 210mm.

⁹¹ *Ibidem*, p. 153.

⁹² CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO EXÉRCITO - CCOMSEX. Em Brasília, solenidade celebra assinatura do contrato de aquisição de viaturas do programa astros 2020. *In: GRAAN. Estratégia global*. Brasília, 2 dez. 2018. Disponível em: <https://estrategiaglobal.blog.br/2018/12/em-brasilia-solenidade-celebra-assinatura-do-contrato-de-aquisicao-de-viaturas-do-programa-astros-2020.html>. Acesso em: 20 set. 2019.

Os morteiros de artilharia, normalmente, são os de 120 mm sendo considerados pesados. Os morteiros abaixo desse calibre são utilizados como apoio de fogo orgânico das Armas-Base (Infantaria e Cavalaria), a fim de prover o apoio de fogo cerrado aos elementos de manobra.

Quanto ao **transporte**, os meios de artilharia classificam-se em:

- a) autorrelocados (AR) - tracionados por viaturas motorizadas, geralmente caminhões;
- b) autopropulsados (AP) - tubo e reparo são montados permanentemente sobre a viatura, os quais constituem um conjunto único e indissolúvel. Os obuseiros autopropulsados podem ser sobre rodas ou sobre lagartas;
- c) helitransportada – pode ser transportada por helicópteros e colocada no terreno suficientemente montada para permitir seu emprego imediato;
- d) aerotransportada – pode ser transportada por aviões até seu destino ou lançada de paraquedas.

Figura 6 - Obuseiro AR L118 *Light Gun* 105mm e Obuseiro AP M109A3 155mm



Fonte: De Paula (2015)⁹³.

⁹³ DE PAULA, André Mendes Pereira. A artilharia de campanha da Bda Inf Mec: um estudo sobre seu obuseiro. **DefesaNet**. Brasília, 16 mar. 2015. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/18445/A-Artilharia-de-Campanha-da-Bda-Inf-Mec--Um-estudo-sobre-seu-obuseiro-/>. Acesso em: 5 set. 2019.

Figura 7 – Obuseiro AP *ATMOS* 155mm 2000 nas versões 8x8 e 6x6



Fonte: Nunes (2018)⁹⁴.

Figura 8 – Obus helitransportado e aerotransportado



Fonte: Padilha (2015)⁹⁵.

O Sistema de Artilharia de Campanha

De acordo com o manual de campanha que trata sobre o emprego da artilharia de campanha (BRASIL, 1997, p. 1-2 e 1-2) a Artilharia de Campanha constitui um sistema que engloba todos os subsistemas adiante especificados, necessários à obtenção dos efeitos desejados sobre os alvos:

⁹⁴ NUNES, Daian Augusto P. Sistema de artilharia autopropulsado israelense *ATMOS* 2000 155mm. *DefesaNet.*, [s.l.], 3 jan. 2018. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/armas/noticia/28096/Sistema-de-Artilharia-Autopropulsado-israelense-ATMOS-2000-155mm/>. Acesso em: 5 out. 2019.

⁹⁵ PADILHA, Luiz. FFE realiza exercício de tiro de artilharia de campanha na Ilha da Marambaia (RJ). *Defesa Aérea & Naval*, [s.l.], 24 mar. 2015. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/naval/ffe-realiza-exercicio-de-tiro-de-artilharia-de-campanha-na-ilha-da-marambaia-rj>. Acesso em: 10 out. 2019.

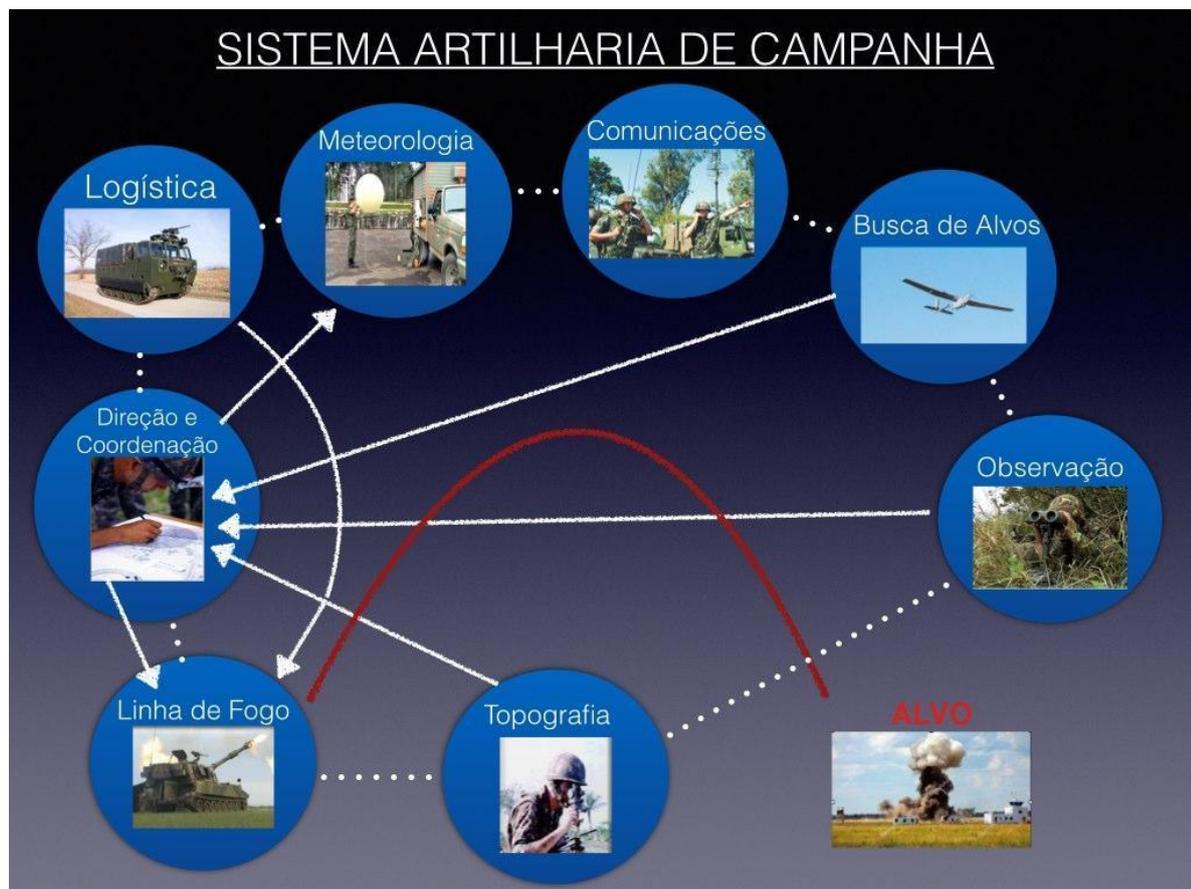
- a) linha de fogo – compõe-se de meios de lançamento – canhões, obuses, lançadores e plataformas – e armas sobre os alvos, e estes, atuando diretamente sobre eles, produzem os efeitos buscados pelo sistema;
- b) observação – permite conduzir o tiro sobre alvos com a máxima eficácia. Tem como principal suporte a rede de observadores avançados (OA) de artilharia;
- c) busca de alvos – localiza os alvos a serem batidos. Neste trabalho, além de seus próprios meios, a Artilharia conta com informações obtidas de outros elementos, como aeronaves de reconhecimento, por exemplo;
- d) topografia – estabelece uma trama comum possibilitando execução de fogos precisos, sem necessidade de ajustagem prévia;
- e) meteorologia – fornece os dados sobre as condições atmosféricas, possibilitando compensar sua influência nas trajetórias das granadas;
- f) comunicações – interliga os subsistemas. Baseia-se primordialmente no sistema rádio;
- g) logística – atende às necessidades logísticas das unidades proporcionando condições para que seja mantido o apoio ao elemento que dele depende;
- h) direção e coordenação – compreende órgãos de direção de tiro e de coordenação de apoio de fogo.

Quadro 1 – Meios dos Subsistemas de Artilharia de Campanha

Observação	Logística	Busca de Alvos
		
Linha de Fogo	Direção e Coordenação	
	  	
Meteorologia	Topografia	Comunicações
		

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Figura 9 – Sistema Artilharia de Campanha



Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Os Escalões da Artilharia de Campanha

Para facilitar o emprego de seus meios e a coordenação de suas tarefas com os diferentes escalões das armas-base, a Artilharia organiza-se em diferentes níveis de comando, denominados escalões de artilharia:

(1) Bateria de Obuses (Bia O): ainda que não seja a unidade de emprego⁹⁶ de artilharia de campanha, as Bia O podem ser empregadas isoladamente, por reunir os elementos mínimos – pessoal e material - para a realização do tiro, tais como turma de topografia, turma de observadores avançados, linha de fogo – peças de artilharia (obuses)

⁹⁶ **Unidade de emprego** - Menor fração que, dispondo de pessoal e material, tem condições de realizar, por tempo limitado, a missão tática atribuída, em face ao nível de adestramento atingido. (BRASIL, 2018a, p. 384).

com suas guarnições, turma de central de tiro, turma de comunicações, turma de reconhecimento e turma de remuniamento (BRASIL, 1997, p. 1-4).

Figura 10 – Bateria de obuses (à esquerda obus M998 – EUA e à direita M109A3 - Brasil)



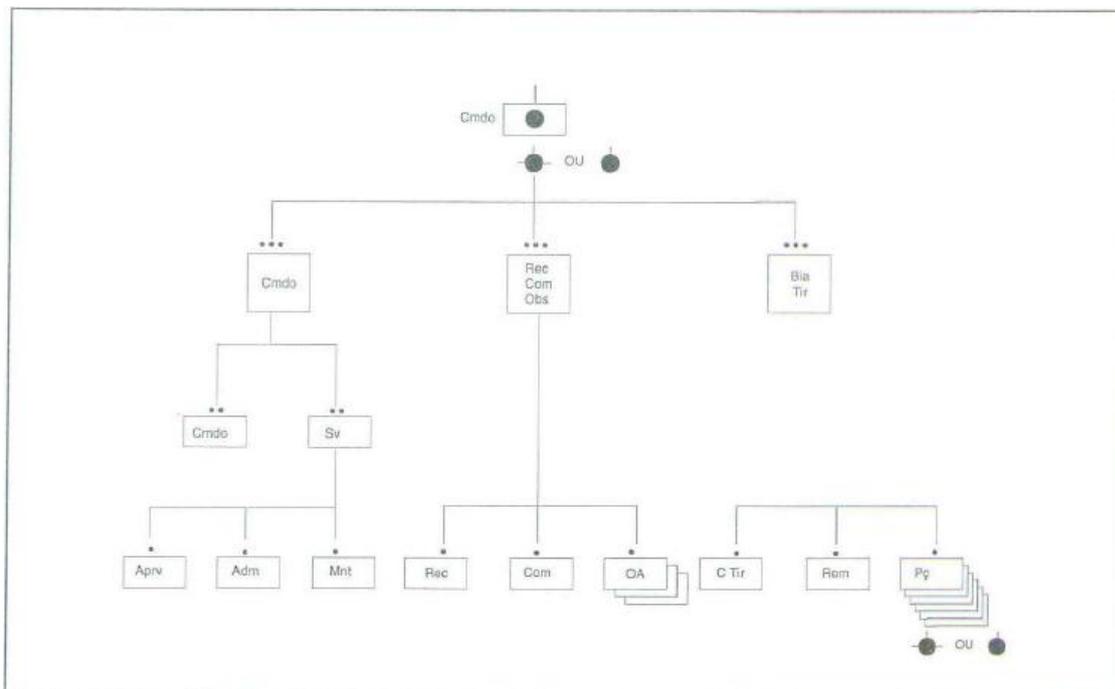
Fonte: Bateria (2003)⁹⁷ e Duque; Santos (2019)⁹⁸.

As Bia O são os elementos que constituem os Grupos de Artilharia, organizações militares e unidades táticas de artilharia de campanha e, portanto, dependem desses quanto a aspectos como logística e o levantamento topográfico completo. Em operações de grande movimento, como as ofensivas por exemplo, as Bia O podem atuar de forma isolada, em períodos limitados de tempo, quando a situação assim o exigir, a fim de proporcionar o apoio cerrado aos elementos de manobra, em detrimento da precisão do tiro.

⁹⁷ BATERIA de obuses. USA. Marine Corps. In: WIKIMEDIA FOUNDATION. **Wikipédia**: a enciclopédia livre. Bagdad, 2003. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Bateria_\(unidade\)#/media/Ficheiro:I_Battery_2nd_Battalion_11th_Marines.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Bateria_(unidade)#/media/Ficheiro:I_Battery_2nd_Battalion_11th_Marines.jpg). Acesso em: 10 out. 2019.

⁹⁸ DUQUE, Augusto Ravanello; SANTOS, Carlos Alexandre Geovanini dos. **A possibilidade de emprego de uma bateria dotada de VBCOAP M109 A5+BR no nível seção**. [S.l.], 28 mar. 2019. Disponível em: <http://www.cibld.eb.mil.br/index.php/periodicos/escotilha-do-comandante/533-escotilha-127>. Acesso em: 5 set. 2019.

Figura 11 – Organograma da Bia O



Fonte: Brasil (1995, p. 2-4)⁹⁹.

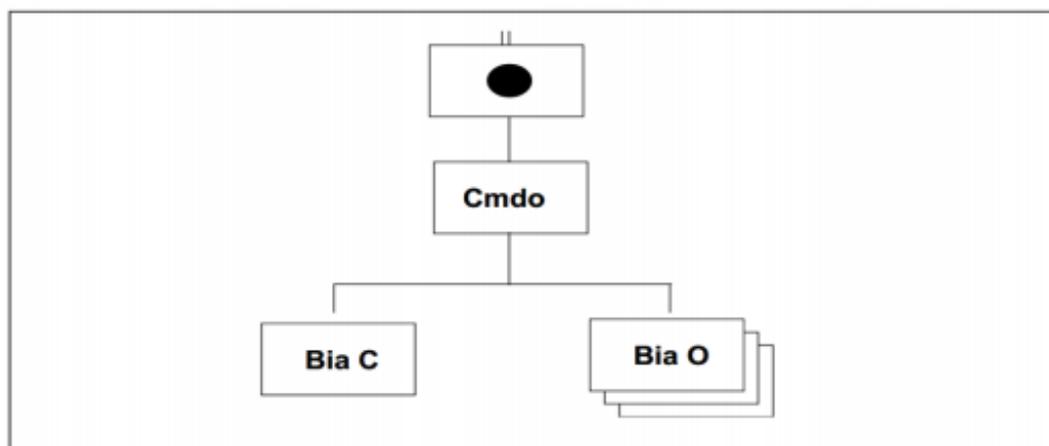
(2) Grupo de Artilharia de Campanha (GAC): é considerada a unidade de emprego e organização militar com independência administrativa que possui todos os elementos necessários à execução do tiro com rapidez e precisão. Os GAC podem ser orgânicos de brigadas de cavalaria, infantaria, brigadas blindadas ou, ainda, de artilharias divisionárias ou de exército. São constituídos de um comando, de uma bateria de comando e de geralmente três baterias de obuses. Nos GAC leves, de Selva e Paraquedistas uma de suas baterias de obuses pode ser dotada de morteiros 120mm. Nos GAC de mísseis e foguetes tem constituição variável de acordo com o tipo de armamento, sendo geralmente constituído de um comando, de uma bateria de comando e de baterias de mísseis ou foguetes.

A missão dos GAC varia de acordo com o escalão apoiado. Assim sendo, os GAC orgânicos de brigada recebem a missão de realizar o apoio cerrado dos elementos de manobra valor batalhão, neutralizando pelo fogo os alvos que ameacem o êxito das operações. Já os GAC orgânicos de AD ou AEx, aprofundam os fogos dos GAC Bda, além

⁹⁹ BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C6-140**: baterias do grupo de artilharia de campanha. 4. ed. Brasília, 1995.

de realizar fogos de contrabateria (contra a artilharia inimiga) e contra órgãos de retaguarda do inimigo, como os logísticos e de comando e controle.

Figura 12 – Organograma do GAC



Fonte: Brasil (1998, p 1-2)¹⁰⁰.

Os GAC, sempre que possível, empregam suas baterias centralizadas, por ser esta a situação que permite a aplicação de massa de fogos adequada aos diversos alvos. Entretanto, quando a natureza da operação o exigir e, em situações especiais, é possível o emprego de baterias de obuses descentralizadas (BRASIL, 1997, p. 1-5).

(3) Agrupamento de Artilharia (Agpt Art): é constituído de um comando, uma bateria de comando e de unidades em número variável (normalmente de 2 a 6 grupos), designadas para integrá-lo. Proporciona flexibilidade à organização para o combate, uma vez que o número, o tipo e o calibre de suas unidades podem variar de acordo com a situação. Embora as unidades atribuídas a um Agpt Art possam ser do mesmo calibre e tipo, a sua mistura lhe dá maior flexibilidade de emprego. A organização do Agpt Art permite a centralização da instrução e do controle tático, assim como um grau limitado de supervisão do apoio logístico. Esta organização, em princípio, integra a A Ex proporcionando acréscimo de apoio de fogo às peças de manobra do Força Terrestre Combinada (BRASIL, 1997, p. 1-6).

(4) Agrupamento-Grupo (Agpt-Gp): na falta de um comando de Agpt Art, dois grupos de artilharia podem atuar sob um comando único, constituindo um Agpt-Gp. É o

¹⁰⁰ BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 6-20**: grupo de artilharia de campanha. 4. ed. Brasília, 1998.

caso normal de uma Brigada que recebe uma Unidade de artilharia em reforço e que, por decisão de seu comandante, forma, juntamente com o GAC orgânico, um Agpt-Gp (BRASIL, 1997, p. 1-7).

(5) Artilharia Divisionária (AD): é o escalão de artilharia que recebe a missão de aprofundar o combate e aumentar o apoio de fogo proporcionado pelos GAC das brigadas. A AD aprofunda o combate atirando sobre os alvos que, situados além do alcance da artilharia das brigadas, ainda ameacem os elementos de primeiro escalão, interessando, particularmente, à Divisão de Exército (DE), em seu conjunto. Aumenta o apoio de fogo proporcionado pelos grupos orgânicos das brigadas, reforçando os fogos daquelas unidades ou atribuindo fogo adicional às brigadas. Pode, ainda, prestar apoio de fogo adicional às brigadas por solicitação dos respectivos grupos orgânicos. Além disso, a AD deve possuir meios para realizar a busca de alvos e realizar missões de contrabateria, dentro do alcance de seu material, além de realizar a defesa antiaérea de baixa altura da DE.

Modularmente, a AD é constituída de um comando, uma bateria de comando, uma bateria de busca de alvos, uma bateria de lançadores múltiplos de foguetes (Bia LMF), quantidade variável de GAC de calibre médio e um grupo de artilharia antiaérea (GAAAE). Pode, ainda, receber outras unidades de artilharia, necessárias ao cumprimento de determinada missão. (BRASIL, 1997, p. 1-5).

(6) Artilharia de Exército (AEx): A AEx tem constituição variável. Compreende um comando, uma bateria de comando e um número variável de comandos de agrupamentos de artilharia, de unidades de artilharia de diversos tipos e de meios de busca de alvos.

Tem por missão dar profundidade ao combate e aumentar o apoio de fogo proporcionado pela artilharia dos escalões subordinados.

A AEx aprofunda o combate atirando sobre os alvos que, situados além do alcance da artilharia de escalões subordinados ao Exército de Campanha.

Além disso, realiza atividades de contrabateria. Devido às possibilidades de seus meios de busca de alvos e ao alcance de seus materiais, a AEx tem participação efetiva nas atividades de contrabateria, bem como contra órgãos considerados vitais para o inimigo, como órgãos logísticos e de comando e controle.

CONCEITOS BÁSICOS DO PLANEJAMENTO DO APOIO DE FOGO

Os conceitos abaixo foram extraídos do manual de campanha Emprego da Artilharia de Campanha (BRASIL, 1997, p. 7-3 e 7-4).

Fogos – conjunto de tiros desencadeados com uma determinada finalidade tática. A expressão “tiro” é utilizada na técnica de conduzir fogos de artilharia.

Fogos previstos (F Prv) – são fogos planejados em áreas ou pontos sobre os quais pode haver necessidade de sua aplicação. Podem ser desencadeados a horário ou a pedido. Os fogos previstos podem ser a horário ou a pedido.

Fogos a horário – são fogos planejados que devem ser desencadeados num determinado instante, durante a manobra ou operação da força apoiada.

Fogos a pedido – são fogos planejados para desencadeamento quando solicitado.

Fogos inopinados – são fogos realizados sobre alvos inopinados. Normalmente, devido à mobilidade desses alvos, são desencadeados tão logo os mesmos sejam localizados.

Fogo amigo – Ataque sofrido por homem ou unidade, onde o atacante pertence ao mesmo comando ou ao comando aliado. (BRASIL, 2018, p. 158).

Regulação (Reg) – é o tiro realizado com a finalidade de obter correções para aplicações subsequentes; só é conduzido com observação. Sua execução se faz sobre um alvo auxiliar ou ponto de vigilância (PV). O uso de correções obtidas pela regulação aumenta a precisão dos fogos de artilharia e proporciona economia de munição. Entretanto, a execução de regulações revela as posições da artilharia, e em consequência, dá uma indicação ao inimigo do valor e das intenções da força amiga tornando-a sujeita a neutralização, fatores que podem ser minimizados pela utilização de posições de regulação afastadas dos locais onde as baterias instalam suas peças; pela limitação do número de baterias a realizar regulação; realizando-se regulações o mais próximo possível da hora do ataque.

Concentração (Con) – volume de fogo colocado sobre uma área em um tempo limitado ou em uma área designada como possível alvo e numerada para referência futura.

Neutralização – Fogo desencadeado para reduzir a eficiência do inimigo (BRASIL, 2018, p. 158).

Preparação (Prep) – intensos fogos previstos, desencadeados de acordo com um horário estipulado, em apoio a um ataque, a fim de interromper as comunicações do

inimigo, desorganizar as suas defesas e neutralizar os seus meios de apoio de fogo. As preparações podem ser iniciadas antes ou depois da hora “H”, durando até serem suspensas num horário previsto, ou a pedido dos elementos em primeiro escalão.

Intensificações de fogos (IF) – Em operações de movimento ou durante o desenvolvimento do combate, quando não há tempo, meios ou alvos suficientes para a montagem de uma preparação, é desencadeada, com a mesma finalidade, uma intensificação de fogos. Pode ser realizada no âmbito de uma Brigada ou Divisão, visando atender necessidades de apoio da força durante uma fase crítica do combate.

Contrapreparação (C Prep) – Intensos fogos previstos, desencadeados na iminência de uma ataque inimigo. Ela se destina a romper as formações inimigas, desorganizar os seus sistemas de comando, de comunicações e de observação e a enfraquecer o seu espírito ofensivo.

Saturação de área (S Are) – volume de fogo colocado sobre uma determinada faixa do terreno, com a finalidade de interdição ou neutralização. São realizados por lançadores múltiplos de foguetes. Podem ser pré-planejados ou inopinados e devem ser inseridos no objetivo de isolamento do campo de batalha.

A ESTRUTURA DA FORÇA TERRESTRE

A conceituação abaixo foi estabelecida pela nova DOCTRINA MILITAR TERRESTRE – (DMT – BRASIL, 2014a).

O Exército Brasileiro (EB) é uma instituição nacional permanente e regular, organizada com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e dentro dos limites da lei. Compreende suas organizações militares, suas instalações, seus equipamentos e seu pessoal em serviço ativo ou na reserva.

A Força Terrestre (F Ter), instrumento de ação do Exército Brasileiro, inclui todos os elementos do EB, organizados por módulos de combate, com base em capacidades, a partir dos fatores determinantes: Doutrina, Organização (e/ou processos), Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura, com vistas ao emprego nas Operações no Amplo Espectro.

A F Ter é organizada em Armas, Quadros e Serviços que são conjuntos de pessoal e meios organizados de acordo com as suas funcionalidades, que desenvolvem atividades específicas nas operações. Nas Armas são reunidos os combatentes por excelência, a atividade-fim da profissão. Os Quadros contemplam militares quem de origem diversa, aglutinam-se dentro desses conjuntos com finalidade própria. Os Serviços que, como o termo indica, exerce uma atividade de apoio bem definida, normalmente de cunho logístico ou administrativo. As Armas, Quadros e Serviços possuem capacidades operativas específicas, que, organizadas por módulos de combate, contribuem para o desenvolvimento das operações, por meio da sinergia interarmas e sincronização de suas ações na linha do tempo, potencializando o poder de combate dos elementos da F Ter.

Consta, conforme abaixo descrito, as Armas, Quadros e Serviços do EB:

- a) ARMAS: Infantaria, Cavalaria, Artilharia, Engenharia e Comunicações;
- b) QUADRO: Material Bélico;
- c) SERVIÇOS: Intendência e Saúde

Constituem a **Estrutura Organizacional** do EB as organizações militares, de **caráter permanente**, fundamentadas em um Quadro de Organização, composto de Base Doutrinária, Quadro de Cargos e Quadro de Dotação de Material, estruturadas para facilitar o desenvolvimento das capacidades para a F Ter.

Para garantir adequada organização das forças e facilitar a geração de capacidades requeridas, a F Ter classifica operativamente suas organizações militares de emprego em: Elementos de Combate, Elementos de Apoio ao Combate e Elementos de Apoio Logístico.

ELEMENTOS DE COMBATE:

Um elemento de combate caracteriza-se pela sua capacidade de combinar fogo e movimento, a fim de cerrar sobre o inimigo. Pode receber as missões de: destruir ou neutralizar o inimigo; conquistar, controlar e interditar acidentes capitais do terreno; cobrir ou proteger a força principal; ou obter informações para o escalão em proveito do qual opera. Os elementos de combate empregam os tiros diretos e indiretos e são capacitados para operar em contato direto com o inimigo.

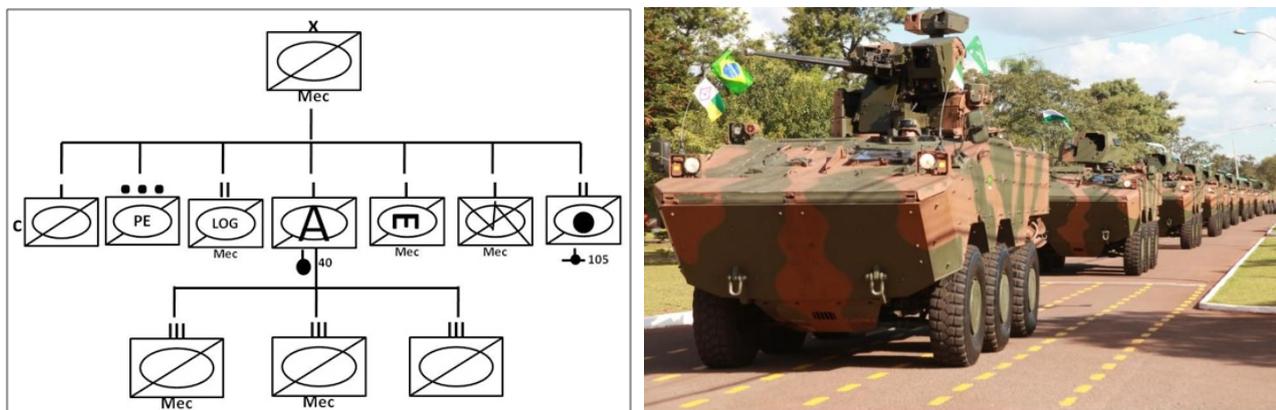
Os batalhões de infantaria e os regimentos de cavalaria constituem os elementos básicos para a organização das brigadas.

A Brigada, como Grande Unidade (GU), é considerada o módulo básico de emprego da F Ter, contando no mínimo, com elementos de combate, de comando e controle e de logística. Os principais tipos de GU são: leves, médias e pesadas.

GU Leves – Brigada de Infantaria de Selva, Brigada de Infantaria Leve, Brigada de Infantaria Leve (Aeromóvel), Brigada de Infantaria Leve (Montanha) e Brigada de Infantaria Paraquedista. As GU leves existem em função da necessidade da F Ter dispor de elementos dotados de acentuada flexibilidade e capacidade operativa, em condições de deslocar-se e atuar com rapidez e eficiência em qualquer parte do território nacional e operar no amplo espectro dos conflitos. São as tropas mais aptas à execução de operações de assalto aeromóvel, realização de ações de Defesa externa em todas as partes do território nacional e, ainda, atuar em Operações de Apoio a Órgãos Governamentais (OAOG).

GU Médias – Brigada de Infantaria Mecanizada e Brigada de Cavalaria Mecanizada. As GU médias são dotadas de plataformas veiculares de rodas com relativa proteção blindada, sendo vocacionadas para Operações no Amplo Espectro, particularmente na solução de conflitos armados ou guerra. As Brigadas de Cavalaria Mecanizada são as mais aptas para as tarefas de Reconhecimento, Vigilância e Segurança.

Figura 13 – A Brigada de Cavalaria Mecanizada baseada no veículo blindado sobre rodas Guarani



Fonte: Brasil (2019, p. 1-11)¹⁰¹ e Saucha; Silveira (2017)¹⁰².

GU Pesadas – são as **Brigadas Blindadas**, constituídas pelas unidades de regimentos de carros de combate (RCC) e batalhões de infantaria blindados (BIB). Como força potente e altamente móvel, são as GU da F Ter mais aptas ao emprego no extremo do espectro dos conflitos, como o elemento de decisão do combate terrestre. Sua missão é cerrar sobre o inimigo, a fim de destruí-lo ou neutralizá-lo, utilizando o fogo, a manobra, ação de choque e proteção blindada. São aptas para as ações ofensivas altamente móveis e com grande profundidade.

¹⁰¹ BRASIL. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.309**: brigada de cavalaria mecanizada. 3. ed. Brasília, 2019.

¹⁰² SAUCHA, Igor; SILVEIRA, Ádamo Luiz Colombo da. **A chegada da VBTP-MR 6X6 “GUARANI” e seu aprestamento.** [S.l.], 16 out. 2017. Disponível em: <http://www.cibld.eb.mil.br/index.php/periodicos/escotilha-do-comandante/388-a-chegada-da-vbtp-mr-6x6-guarani-e-seu-aprestamento>. Acesso em: 5 set. 2019.

Figura 14 – Brigada Blindada baseada na família de blindados Leopard e na VBTP M113BR



Fonte: Oliveira Júnior (2008)¹⁰³ e Mesquita e Ebling (2015)¹⁰⁴.

ELEMENTOS DE APOIO AO COMBATE:

Os principais elementos de apoio ao combate da F Ter são: artilharia (de campanha e antiaérea), engenharia, comunicações, guerra eletrônica, guerra cibernética, DQBRN (Defesa Química, Biológica, Radiológica e Nuclear), inteligência e operações de apoio à informação.

ELEMENTOS DE APOIO LOGÍSTICO:

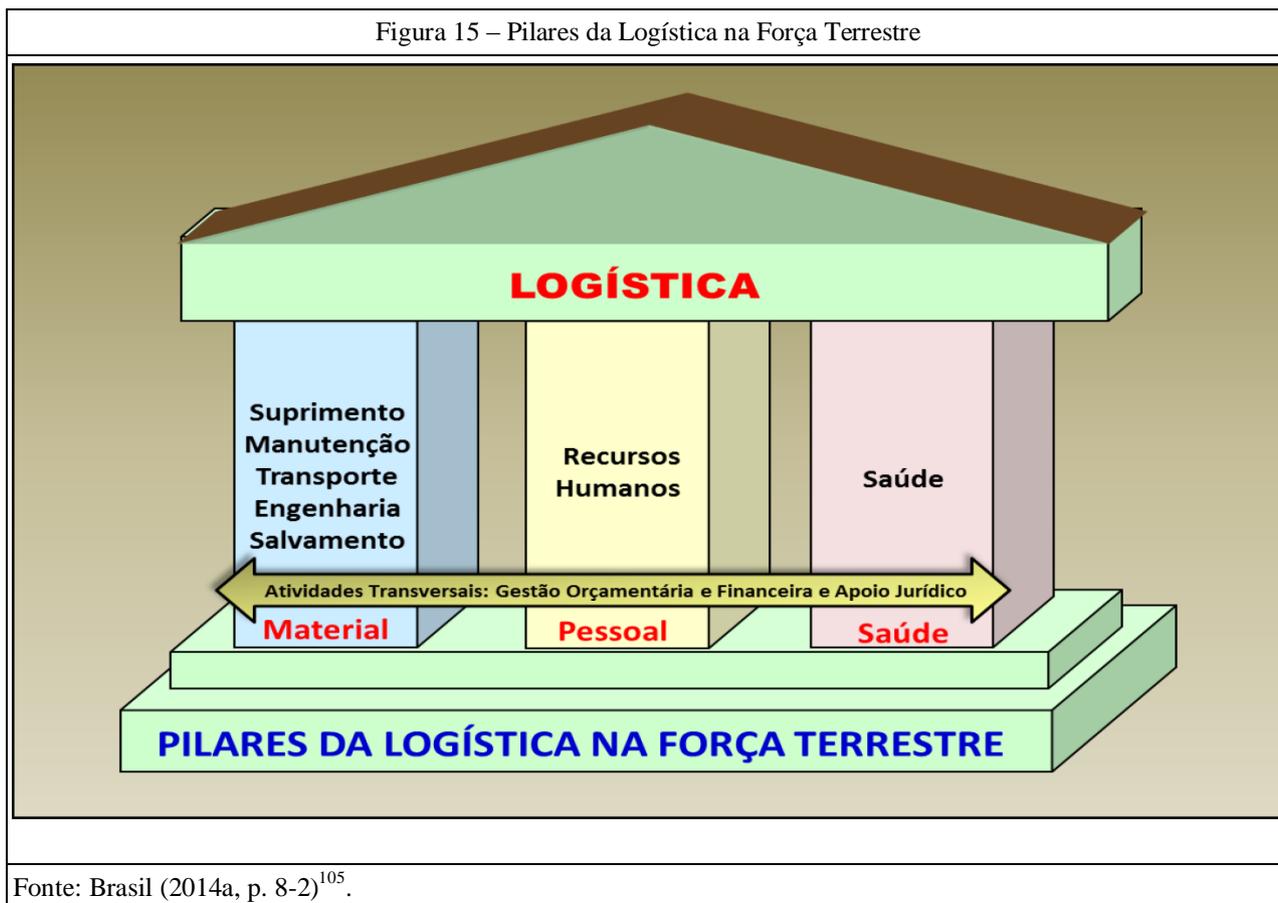
Realizam ações voltadas à geração, ao desdobramento, à sustentabilidade e à reversão de uma força operativa, de modo a assegurar a liberdade de ação e proporcionar amplitude de alcance e de duração das operações.

Os elementos de apoio logístico estão distribuídos nas seguintes áreas funcionais, os quais constituem os pilares da logística, que, por sua vez, distribuem-se em funções logísticas:

¹⁰³ OLIVEIRA JÚNIOR, Álvaro Duarte de. **A logística militar terrestre às tropas blindadas de Infantaria no Comando Militar do Sul**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2008.

¹⁰⁴ MESQUITA, Alex Alexandre de. O RCB como Paradigma de Organização da Tropa Blindada do Brasil. **DefesaNet**, [s.l.], 9 jun. 2015. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/doutrina/noticia/19275/O-RCB-como-Paradigma-de-Organizacao-da-Tropa-Blindada-do-Brasil/>. Acesso em: 15 out. 2019.

Figura 15 – Pilares da Logística na Força Terrestre



A FORÇA TERRESTRE COMPONENTE

A fim de se adequar à nova conjuntura, que se caracteriza por pela tendência dos conflitos atuais, convencionais ou não, serem limitados e não declarados, com ameaças concretas ou potenciais, fluidas e difusa, a Força Terrestre, em consonância com as diretrizes da Doutrina Militar de Defesa, reformulou sua doutrina baseando-se nas capacidades conjuntas exigidas para as Forças Armadas.

Segundo esse novo conceito, o Planejamento Baseado em Capacidades assume papel principal, segundo o qual o desenvolvimento das capacidades necessárias é baseado na análise da conjuntura e em cenários prospectivos, com o objetivo de identificar as ameaças concretas e potenciais ao Estado e interesses nacionais (BRASIL, 2014a, p. 3-3).

A capacidade assim entendida é a aptidão requerida a uma força ou organização militar, para que possa cumprir determinada missão ou tarefa e é obtida a partir de um conjunto de sete fatores determinantes, inter-relacionados e indissociáveis: Doutrina,

¹⁰⁵ BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB20-MF-10.102**: doutrina militar terrestre. Brasília, 2014a.

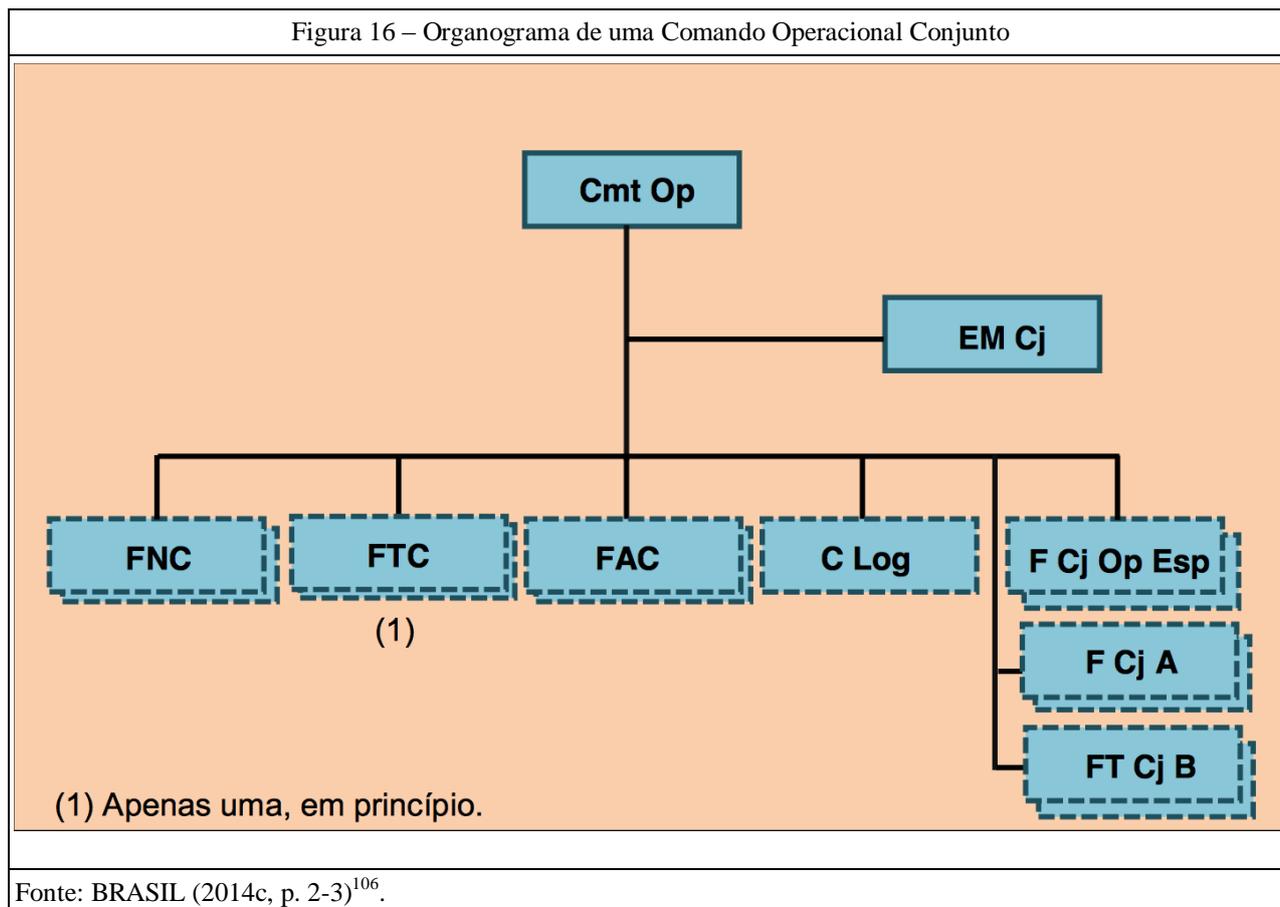
Organização, Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura (DOAMEPI) (BRASIL, 2014a, p. 3-3).

Além disso, a estrutura das FFAA deve ser pautada por características básicas designadas que os elementos da F Ter devem possuir para serem empregados. Essas características, que formam o acrônimo FAMES, são a flexibilidade, adaptabilidade, modularidade, elasticidade e sustentabilidade (BRASIL, 2014a, p. 6-12).

Dentro desse contexto, a Doutrina Militar de Defesa estabeleceu que diante de um quadro de guerra ou crise são ativados comandos operacionais conjuntos ou singulares, ficando esses responsáveis pelo Comando do Teatro de Operações, Área de Operações ou Zona de Defesa. Assim sendo, um comando operacional conjunto é organizado em forças componentes, as quais podem ser, a critério de seu comandante:

- a) Forças Singulares – Força Naval Componente (FNC), Força Terrestre Componente (FTC) e Força Aérea Componente (FAC);
- b) Forças Conjuntas – Força Conjunta (F Cj), Força-Tarefa Conjunta (FT Cj), Força Conjunta de Operações Especiais (F Cj Op Esp), Comando Logístico (C Log) e outras modalidades, tantas quanto forem necessárias.

Figura 16 – Organograma de uma Comando Operacional Conjunto



Enquadrado por um Comando Operacional Conjunto, a Força Terrestre Componente (FTC) é, por definição:

[...] o comando singular responsável pelo planejamento e execução das operações terrestres, no contexto de uma operação conjunta. Possui constituição e organização variáveis, enquadrando meios da Força Terrestre adjudicados ao Comando Operacional, bem como de outras forças singulares necessários à condução das suas operações. (BRASIL, 2014c, p. 3-1).

O MD, portanto, levanta a necessidade de meios de acordo com a situação e adjudica ao comando da FTC, valendo-se da estrutura já existente na Força Terrestre, de modo a sincronizar nas operações as seis funções de combate: Comando e Controle, Movimento e Manobra, Inteligência, Fogos, Logística e Proteção. Abaixo vemos uma descrição sumária das funções de combate, as quais somadas aos aspectos liderança e informações, constituem os elementos do Poder de Combate Terrestre:

¹⁰⁶ BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB20-MC-10.202**: força terrestre componente. Brasília, 2014c.

- a) **comando e controle**: conjunto de atividades, tarefas e sistemas inter-relacionados que permitem aos comandantes o exercício da autoridade e a direção das ações. A função mescla a arte do comando com a ciência do controle. Todas as demais funções de combate são integradas por meio de atividades da Função de Combate Comando e Controle;
- b) **movimento e manobra**: conjunto de atividades, tarefas e sistemas inter-relacionados, empregados para deslocar forças, de modo a posicioná-las em situação de vantagem em relação às ameaças. Movimento é o deslocamento ordenado de forças visando ao cumprimento de uma missão, em condições nas quais não se prevê interferência do oponente. Manobra é o deslocamento de uma tropa que esteja em contato ou que tenha a previsão de contato com uma força oponente. As armas mais vocacionadas para exercer as funções de movimento e manobra são as armas-base, isto é, a Infantaria e a Cavalaria;
- c) **inteligência**: conjunto de atividades, tarefas e sistemas inter-relacionados empregados para assegurar a compreensão sobre o ambiente operacional, as ameaças, os oponentes (atuais e potenciais), o terreno e as Considerações Civis. Com base nas diretrizes do comandante, executa as tarefas associadas às operações de Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos (Busca de Alvos);
- d) **fogos**: conjunto de atividades, tarefas e sistemas inter-relacionados que permite o emprego coletivo e coordenado de fogos cinéticos orgânicos da Força ou conjuntos, integrados pelo processo de planejamento e coordenação de fogos. A arma mais vocacionada para coordenar e exercer a função de combate Fogos é a Artilharia de Campanha, embora as armas-base também integrem esse sistema, com seus meios de apoio de fogo orgânicos;
- e) **logística**: conjunto de atividades, tarefas e sistemas inter-relacionados para prover apoio e serviços, de modo a assegurar a liberdade de ação e proporcionar amplitude de alcance e de duração às operações. Engloba as áreas funcionais de apoio ao material, apoio ao pessoal e apoio de saúde. O Quadro de Material Bélico e os Serviços de Saúde e de Intendência são as estruturas mais vocacionadas para exercer a função Logística;

- f) **proteção**: conjunto de atividades, tarefas e sistemas inter-relacionados empregados na preservação da força, permitindo que os comandantes disponham do máximo poder de combate para emprego. As tarefas permitem identificar, prevenir e mitigar ameaças às forças e aos meios vitais para as operações, de modo a preservar o Poder de Combate e a liberdade de ação. Permitem, também, preservar populações civis. A arma de Engenharia, e os meios de Artilharia Antiaérea, Guerra Eletrônica e Guerra Cibernética constituem os principais meios capazes de exercer a função Proteção.

FUNÇÃO DE COMBATE FOGOS

Desde que foi utilizada para fins militares, o uso pólvora tornou vulneráveis antigas defesas, destruiu seguras fortificações e desequilibrou o jogo entre ataque e defesa, como também alterou o equilíbrio de forças entre as nações. O termo “fogo” foi desde então largamente utilizado, sendo considerado um meio que facilita a manobra de tropas amigas, no nível tático, assim como possibilita a consolidação de objetivos estratégicos, por reduzir as capacidades de combate do inimigo, causando baixas em suas tropas e destruição em suas instalações, órgãos de apoio logísticos e de comando e controle, e mesmo na infraestrutura econômica, afetando com isso aspectos tanto físicos quanto psicológicos.

Sendo empregada no plural a expressão “fogos” passou a ser utilizada como o conjunto de meios de apoio de fogo que, atuando no momento oportuno e em local decisivo, desequilibrariam o embate direto entre as peças de manobra – entenda-se tropas de infantaria e cavalaria – causando grande número de baixas que tornariam defesas vulneráveis e ataques fulminantes.

Com a diversidade de meios presentes no combate moderno, cada vez mais complexa se tornou a atividade de empregar os fogos provenientes dos mais diversos tipos de plataformas de combate, em terra, mar e ar, trazendo a necessidade de sincronizar esses fogos, através da coordenação de diferentes níveis e canais de comando, como também de conduzi-los de forma orquestrada com a manobra e os demais sistemas operacionais.

Assim, os **Fogos**, no conceito trazido pela nova doutrina militar terrestre, são descritos como sendo:

[...] a aplicação de artefatos **cinéticos** ou o emprego de atuadores **não cinéticos** sobre alvos designados, com o objetivo de causar danos materiais, baixas em pessoal, avarias nos sistemas eletrônicos, impacto no moral das forças inimigas, em seu esforço de combate ou na sua estrutura de defesa. (BRASIL, 2015, p. 1-3, grifo nosso).

Os fogos, sendo empregados de forma sincronizada e coordenada com a manobra, constituem um fator determinante para as operações e um dos elementos do Poder de Combate Terrestre¹⁰⁷, constituindo a **Função de Combate Fogos**. De acordo com o Manual de Campanha Fogos (BRASIL, 2015, p. 1-1), “a função de combate Fogos compreende um conjunto de tarefas e sistemas inter-relacionados que permitem a aplicação e o controle de fogos, orgânicos ou não, integrados pelos processos de planejamento e coordenação.”

Conforme visto anteriormente, a definição de Fogos se torna muito mais abrangente que em conceitos originários de épocas precedentes, uma vez que além dos “artefatos cinéticos”, essa inclui ainda a ação de “atuadores não cinéticos”. Por **atuadores não cinéticos**, presume-se:

[...] o emprego meios de guerra cibernética e guerra eletrônica, além de operações de apoio à informação dentre outros, que sem fazerem uso de fogo cinético, nem mesmo de elementos de manobra ou proteção, são capazes de provocar danos ou baixas, letais ou não, nas estruturas físicas, centros de comando e controle, redes de computadores, centros de comunicações ou, ainda, afetar o moral das tropas adversárias. (BRASIL, 2015, p. 1-3).

Já os **fogos cinéticos**, conforme definição, compreendem:

[...] o emprego de **sistemas de armas** com a capacidade de lançar artefatos cinéticos (**granadas, foguetes e mísseis**), a fim de obter determinado efeito, letal ou não, atuando a longa distância, a partir de bases de superfície ou de plataforma aérea, provocando danos materiais e baixas em pessoal, além de efeitos danosos nos sistemas ou no moral das tropas inimigas. O fogo cinético é um conjunto de tiros desencadeados com uma finalidade tática, ou seja, é a aplicação tática do tiro. (BRASIL, 2015, p. 1-3, grifo nosso).

De acordo com Brasil (2015, p.1-1), os sistemas de fogos devem ser capazes de bater alvos em apoio às operações, por meio de tarefas ofensivas ou defensivas, criando efeitos letais ou não. A função de combate Fogos integra as tarefas de:

¹⁰⁷ Conceito operativo do Exército. “O Poder Militar Terrestre traduz-se em oito elementos essenciais e indissociáveis, a saber: Liderança, Comando e Controle, Informações, Movimento e Manobra, Inteligência, Fogos, Logística e Proteção” (BRASIL, 2014a, p. 5-1).

- a) condução da busca de alvos;
- b) integração dos sistemas da F Ter, conjuntos e multinacionais; e
- c) aplicação do poder de fogo.

A função de combate Fogos está relacionada, portanto, às tarefas e aos sistemas que proveem o uso coletivo e coordenado das capacidades de fogos indiretos, de defesa antiaérea e dos fogos conjuntos, permeando os processos de busca e aquisição de alvos, planejamento e coordenação de operações. (BRASIL, 2015, p. 1-1).

No contexto da F Ter, conforme Brasil (2015, p. 1-2):

[...] os fogos combinam competências de artilharia de campanha e defesa antiaérea por meio do planejamento, sincronização e execução de suas capacidades críticas, empregando princípios e características do apoio de fogo aplicadas nas operações terrestres. Para isso, a função de combate fogos deve manter três capacidades críticas com o objetivo de aplicar integradamente os fogos: aquisição, discriminação e engajamento de alvos, conforme descrição abaixo:

- a) **Aquisição de alvos** – É a detecção e localização de um alvo com detalhamento suficiente para permitir o efetivo emprego de armas;
- b) **Discriminação de alvos** – É o processo de aplicação de um sistema, ação ou função para identificar e priorizar determinado alvo quando vários estão presentes;
- c) **Engajamento de alvos** – É o processo de aplicação de um sistema de armas, recurso, ação ou função contra um alvo para alcançar um efeito letal ou não letal em apoio aos objetivos do comando.

Figura 17– Competências da Artilharia de Campanha e Artilharia Antiaérea



Fonte: Brasil (2015b, p.1-2)¹⁰⁸

1.1 CONCEPÇÃO DOS FOGOS

O objetivo da aplicação dos fogos é garantir à F Ter a capacidade de obter e manter a iniciativa, prevenir e evitar conflitos por meio da dissuasão ou derrotar ameaças e obter sucesso em uma ampla gama de contingências. Para isso, os fogos podem ser de superfície-superfície, ar-superfície, superfície-ar e demais fogos conjuntos, incluindo ataques eletrônicos, ações cibernéticas e operações de apoio à informação.

Conforme estabelece Brasil (2015, p. 2-2), a finalidade geral dos fogos consiste em “facilitar a própria manobra e diminuir a capacidade de combate do inimigo, quebrando-lhe o moral e reduzindo o seu poder de combate.”

De acordo com o nível de planejamento, no entanto, os fogos assumem distintas finalidades:

No **nível estratégico**, o fogo busca desorganizar sua atividade econômica, dificultar sua mobilização e o desdobramento de suas forças, colaborar para a proteção estratégica e ao mesmo tempo produzir um importante efeito psicológico.

¹⁰⁸ BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB20-MC-10.206**: fogos. Brasília, 2015b.

Nos **níveis operacional e tático**, trata de facilitar a própria manobra e impedir a do inimigo. Além disso:

- a) no **nível operacional** tem por objetivo facilitar o desenvolvimento das operações: isolando a área de operações, destruindo aquelas capacidades do inimigo que sejam vitais para alcançar os objetivos deste nível e atacando seu centro de gravidade.
- b) no **nível tático** proporciona apoio e proteção às organizações operativas.

Dentro do escopo do nível tático, portanto, os fogos dividem-se em duas finalidades: apoio e proteção:

O **fogo de apoio** trata de facilitar o avanço das próprias forças ou de destruir, deter, desarticular ou desgastar o inimigo que ataca. São características do apoio:

- a) a íntima relação com a manobra das próprias forças;
- b) sua aplicação segundo as necessidades do comando da unidade apoiada; e
- c) a existência de um conjunto de meios de observação e ligação que possibilitem uma adequada precisão na aquisição de alvos e na integração dos fogos com a manobra da unidade apoiada.

O **fogo de proteção** trata de impedir que o comando inimigo possa modificar a situação tática a seu favor, portanto está ligado à manobra do inimigo. São características da proteção:

- a) sua aplicação segundo as necessidades do comando da GU/G Cmdo; e
 - b) a necessidade de cobrir toda a zona de ação da unidade apoiada.
- (BRASIL, 2015b, p. 2-2).

Com o avanço das tecnologias, sobretudo no desenvolvimento de munições especiais guiadas, o fogo cinético se tornou um meio muito mais preciso, possibilitando o emprego de seus meios em operações cirúrgicas. No entanto, o aspecto letalidade ainda está muito associado aos fogos cinéticos, o que pode causar forte impacto na opinião pública, sobretudo em um período em que os meios de opinião pública mobilizam a sociedade a exercer forte pressão social sobre os governos.

Assim, os atuadores não cinéticos cresceram de importância, por atingir objetivos semelhantes sem causar baixas.

CLASSIFICAÇÃO DOS FOGOS CINÉTICOS

Os fogos constituem a aplicação tática do tiro sobre os alvos, em atendimento às necessidades do comando e em apoio à manobra concebida, com a finalidade de obter os efeitos determinados. Podem ser indiretos ou diretos.

Denomina-se fogo indireto aquele que, por sua importância ou influência sobre o conjunto da operação, necessita ser planejado, dirigido, coordenado e executado pelos

meios que integram a função de combate fogos, a fim de cumprir determinada ação tática. Eventualmente, armas de tiro tenso, integrantes da função de combate movimento e manobra, podem realizar tiros indiretos.

O fogo direto, ao contrário, é aquele que não necessita ser planejado, dirigido, coordenado e executado pelos meios que integram o sistema de apoio de fogo. Esses fogos são normalmente empregados pelos integrantes da função de combate movimento e manobra, podendo ser, eventualmente, empregados por elementos das demais funções de combate.

As ações de fogo são a materialização deste, de acordo com os propósitos do comando. Os fogos podem ser classificados segundo variados critérios.

I) QUANTO À NATUREZA DO ALVO:

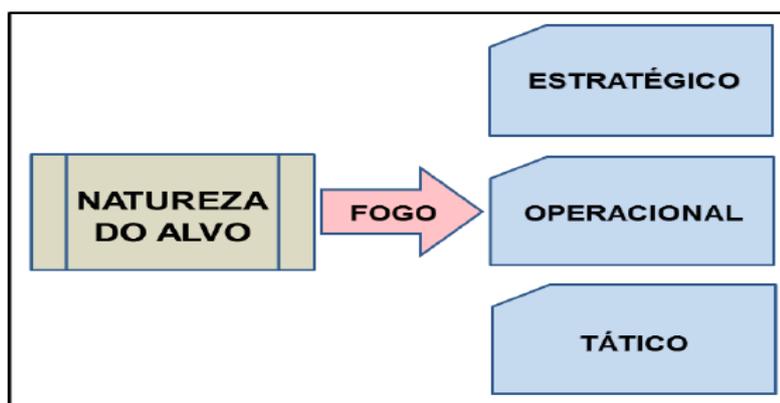
Em função do objetivo da operação para a qual o fogo contribui, segundo a natureza do alvo, este pode ser de caráter: **estratégico**, **operacional** ou **tático** (figura 18).

Estratégico – Quando colabora diretamente para alcançar um objetivo estratégico.

Operacional – Quando se executa sobre o objetivo de uma campanha ou de uma operação principal.

Tático – Quando se atua sobre objetivos táticos de menor vulto que os da campanha operacional.

Figura 18 - Classificação de fogos quanto à natureza do alvo



Fonte: Brasil (2015b, p. 2-10)¹⁰⁹.

¹⁰⁹ *Ibidem*, p. 176.

II) QUANTO AOS ASPECTOS TÁTICOS

Sob os aspectos táticos, os fogos podem ser **de aprofundamento, de apoio ou de contrabateria** (Fig 2-4). Ainda sob esse critério, podem receber classificação quanto ao efeito pretendido e quanto à finalidade.

De Aprofundamento – Fogos desencadeados sobre alvos localizados em profundidade, normalmente além do alcance das forças em 1º escalão, com a finalidade de degradar a capacidade de C2 do inimigo e interditar o campo de batalha, dificultando ou impedindo o movimento de reservas e as atividades logísticas.

De Apoio – Fogos desencadeados em proveito das unidades em contato cerrado com o inimigo, contra alvos pouco profundos que ameacem os elementos amigos em 1º escalão.

De Contrabateria – Fogos desencadeados com a finalidade de neutralizar os meios de apoio de fogo indireto do inimigo, compreendendo a artilharia de mísseis, foguetes, tubos e morteiros.

Quanto ao efeito pretendido sobre o objetivo, o fogo pode ser **letal e não letal**.

Letal – Fogo que tem por finalidade causar baixas ou produzir elevados danos materiais.

Não Letal – Fogo que tem por finalidade incapacitar pessoal ou material, buscando-se evitar baixas permanentes ou provocar danos desnecessários às instalações e ao meio ambiente.

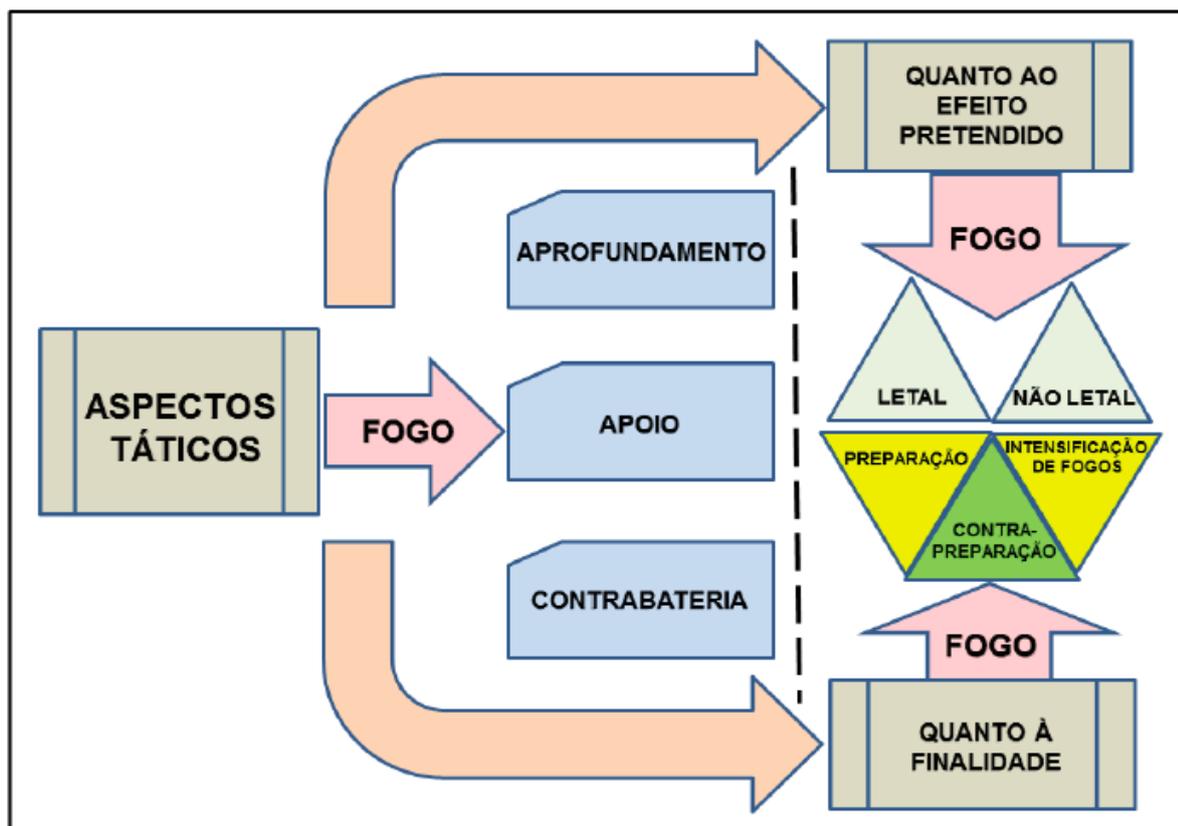
Quanto à finalidade, sob o ponto de vista tático, os fogos podem ser **preparação, intensificação de fogos e contrapreparação**.

Preparação – Intenso fogo previsto, desencadeado de acordo com um horário estipulado, em apoio a um ataque, a fim de interromper as comunicações do inimigo, desorganizar as suas defesas e neutralizar seus meios de apoio de fogo.

Intensificação de Fogos – Fogos planejados e realizados, normalmente no escalão brigada ou divisão, com a finalidade de aumentar o volume de fogos em proveito de uma força, durante determinadas fases de uma operação ou quando o tempo, os meios disponíveis e a insuficiência de alvos não permitem a montagem de uma preparação ou contrapreparação.

Contrapreparação – Intenso fogo previsto, desencadeado na iminência de um ataque inimigo, destinado a romper as suas formações, desorganizar seu sistema de comando, comunicações e observação, diminuir a eficiência de sua preparação de artilharia e enfraquecer o seu espírito ofensivo.

Figura 19 - Classificação de fogos quanto ao aspecto tático



Fonte: Brasil (2015b, p. 2-11)¹¹⁰.

III) QUANTO AOS ASPECTOS TÉCNICOS

Sob os aspectos técnicos, os fogos podem ser classificados quanto à forma, ao grau de previsão, à observação, ao efeito desejado, aos meios de aplicação, ao momento da execução, ao momento de efeito sobre o objetivo e à trajetória (Fig 2-5).

Quanto à forma, os fogos podem ser **concentração**, **barragem** e **por peça**.

¹¹⁰ *Ibidem*, p. 176.

Concentração – Volume de fogos colocados sobre uma área delimitada em um dado período de tempo e que recebe um número para referência futura como possível alvo.

Barragem – Barreira de fogos previstos, constituída de tiros simultâneos disparados em séries sucessivas, destinada a proteger forças amigas, impedindo o movimento do inimigo através das linhas e áreas defensivas.

Por Peça – Tiro executado por uma peça sobre um alvo para o qual foi previamente apontada.

Quanto ao grau de previsão, os fogos podem ser **previstos** ou **inopinados**.

Previstos – Fogos planejados em áreas ou pontos onde possam ser necessários e desencadeados sobre alvos previamente analisados e previstos em algum plano de fogos (artilharia, morteiros, aéreo ou naval).

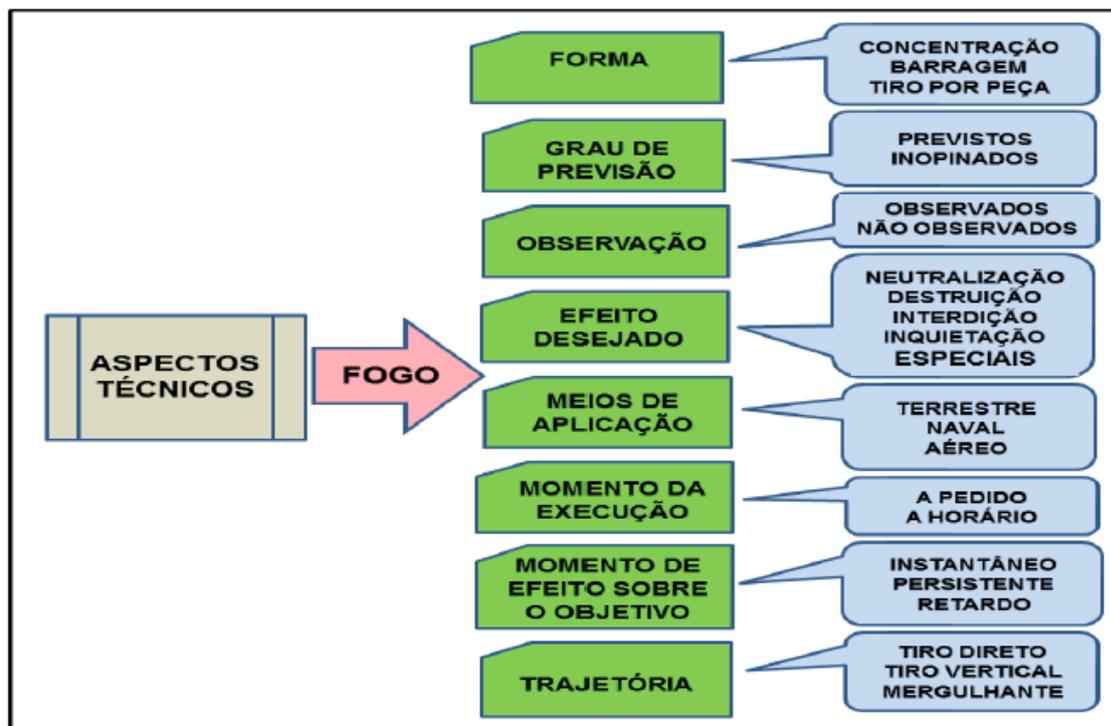
Inopinados – Fogos realizados sobre alvos de oportunidade, sejam estes sensíveis ao tempo ou não. Tais fogos devem ser desencadeados sobre alvos sensíveis ao tempo (AST) tão logo estes sejam localizados em virtude de sua elevada mobilidade.

Quanto à observação, os fogos podem ser **observados** ou **não observados**.

Observados – Fogos conduzidos por observadores terrestres ou aéreos, radar, ARP ou outros meios eletrônicos.

Não Observados – Fogos desencadeados sem observação, sobre alvos precisamente localizados ou com a finalidade de inquietar o inimigo, não sendo possível avaliar os danos produzidos ou realizar correções.

Figura 20 - Classificação de fogos quanto ao aspecto técnico



Fonte: Brasil (2015b, p. 2-12)¹¹¹.

Quanto ao efeito desejado, os fogos podem ser de **neutralização, destruição, interdição, inquietação e especiais**.

Neutralização – Fogos desencadeados para produzirem perdas e danos capazes de reduzir, por algum tempo, a eficiência do inimigo, interrompendo movimentos e ações, forçando-o a abrigar-se, dificultando a observação, o emprego de suas armas e restringindo a sua liberdade de ação.

Destruição – Fogos aplicados para colocar determinado alvo definitivamente fora de combate, com a finalidade de destruir objetivos materiais e que são mais eficientes quando se emprega a técnica do tiro direto ou o uso de munições inteligentes.

Interdição – Fogos executados para impedir ou dificultar o acesso ou a circulação de tropas inimigas em determinadas zonas do terreno. Podem ser desencadeados na forma de concentração ou barragens.

¹¹¹ *Ibidem*, p. 176.

Inquietação – Fogos de menor intensidade, normalmente de cadência intermitente, executado em período de relativa calma para causar baixas, perturbar o descanso do inimigo, abater-lhe o moral e dificultar-lhe os movimentos.

Especiais – Fogos desencadeados para cumprir determinadas tarefas especiais, tais como: iluminação de pontos ou áreas no campo de batalha, sinalização ou cortinas de fumaça, balizamento, propaganda e outras.

Segundo os meios de aplicação, os fogos podem ser classificados quanto à sua origem em **terrestres**, **navais** ou **aéreos**.

Terrestres – São aqueles que se realizam com meios orgânicos terrestres, caracterizando-se pelos seguintes aspectos:

- a) grande disponibilidade e independência das condições meteorológicas ou ambientais;
- b) elevada velocidade de resposta (baixo tempo de reação);
- c) flexibilidade de seu emprego;
- d) permanência ao longo da operação; e
- e) limitação imposta pelo alcance de seus meios.

Navais – São aqueles que têm sua origem em uma plataforma naval e normalmente são empregados em operações anfíbias, ribeirinhas ou nas proximidades das costas ou rios navegáveis, caracterizando-se pelos seguintes aspectos:

- a) grande dependência das condições hidrográficas;
- b) facilidade de detecção da origem dos fogos; e
- c) menor precisão, quando comparado ao fogo terrestre.

Aéreos – São aqueles oriundos de qualquer plataforma aérea de asa fixa, rotativa ou aeronave remotamente pilotada (ARP), complementando o fogo de origem terrestre e caracterizando-se pelos seguintes aspectos:

- a) flexibilidade de emprego;
- b) dificuldade de coordenação;
- c) elevada dependência dos fatores meteorológicos; e
- d) descontinuidade de suas ações.

Quanto ao momento da execução, o fogo pode ser **a pedido** e **a horário**.

A Pedido – Fogos planejados para serem desencadeados, sobre alvos no momento em que se tenha necessidade de batê-los, quando solicitado.

A Horário – Fogos planejados que devem ser executados num determinado instante, durante a manobra ou operação da força apoiada.

Quanto ao momento de efeito sobre o objetivo, o fogo pode ser **instantâneo, persistente e de retardo**:

- a) Instantâneo – Fogo cujo efeito produz-se no momento da explosão da granada, míssil ou foguete. Persistente – Fogo cujo efeito se mantém algum tempo após a explosão do artefato;
- b) De retardo – Fogo cujo efeito não se produz no momento da explosão, mas por uma ação posterior. Quanto à trajetória, o fogo pode ser com tiro **direto, vertical** ou **mergulhante**;
- c) Direto – Fogos desencadeados, normalmente, com carga máxima, em alvos próximos à posição de bateria, como meio de autodefesa contra ações de blindados;
- d) Vertical – Fogos realizados, normalmente, quando a posição de bateria encontra-se atrás de elevada massa cobridora ou em ambiente especial, como selva ou montanha;
- e) Mergulhante – Fogos executados sobre alvos dentro do alcance do material para os quais normalmente não se tem a visada da posição da bateria.