

**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA
(CI A Cos/1934)**

CURSO DE ARTILHARIA ANTIAÉREA PARA OFICIAIS

ARTIGO CIENTÍFICO - 2022



**A INTEGRAÇÃO DAS DEFESAS ANTIAÉREAS DE BAIXA, MÉDIA E GRANDE
ALTURAS DO EXÉRCITO BRASILEIRO NO CONTEXTO DOS COMBATES DA
ERA DO CONHECIMENTO**

**Rio de Janeiro
2022**

1º Ten JONATHAN DANIEL DE PAULA LEE

**A INTEGRAÇÃO DAS DEFESAS ANTIAÉREAS DE BAIXA, MÉDIA E GRANDE
ALTURAS DO EXÉRCITO BRASILEIRO NO CONTEXTO DOS COMBATES DA
ERA DO CONHECIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, como requisito parcial para a obtenção do grau de especialização em Ciências Militares com ênfase em Artilharia Antiaérea.

Orientador: Cap Bruno
Trentini Lopes Ribeiro

Rio de Janeiro 2022

Catálogo na Publicação (CIP)

Lee, Jonathan Daniel de Paula

L477i A integração das defesas antiaéreas de baixa, média e grande altura do Exército Brasileiro no contexto dos combatentes da era do conhecimento / Jonathan Daniel de Paula Lee. -- Rio de Janeiro, 2022.
31f.

Orientador: Bruno Trentini Lopes Ribeiro.
Trabalho de conclusão de curso (especialização) - Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, 2022.

1. Artilharia antiaérea. 2. Defesa antiaérea. I. Ribeiro, Bruno Trentini Lopes. II. Título.

1º Ten JONATHAN DANIEL DE PAULA LEE

**A INTEGRAÇÃO DAS DEFESAS ANTIAÉREAS DE BAIXA, MÉDIA E GRANDE
ALTURAS DO EXÉRCITO BRASILEIRO NO CONTEXTO DOS COMBATES DA
ERA DO CONHECIMENTO**

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado à Escola
de Artilharia de Costa e
Antiaérea, como requisito
parcial para a obtenção do
grau de especialização em
Ciências Militares com
ênfase em Artilharia
Antiaérea.

Aprovado em _____ de _____ de 2022.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO:

FELIPE DE ASSIS OLIVEIRA - Cap- Presidente
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

BRUNO TRENTINI LOPES RIBEIRO - Cap - Membro
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

ANGELO FONSECA SOUZA DA SILVA – 1º Ten - Membro
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

Dedico este trabalho a Deus, que me guiou por este caminho, a quem devo atribuir toda honra e toda glória; à minha esposa Maria Laura, por ter sido minha companheira e minha inspiração; aos meus queridos pais, Jorge (*in memoriam*) e Ana, que com todo amor e carinho forjaram meu caráter e forneceram todo o meu alicerce moral e de conduta.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por ter me dado a oportunidade de ser Oficial do Exército Brasileiro e por ter concedido as forças necessárias para que eu nunca esmorecesse perante as dificuldades para que, deste modo, conseguisse alcançar um dos objetivos traçados desde antes tornar-me Oficial, concluir o Curso de Artilharia Antiaérea para Oficiais.

Agradeço também a minha esposa, Maria Laura, que aceitou se juntar a mim nessa trajetória para toda a vida.

Agradeço meu pai, Jorge (*in memoriam*), e minha mãe, Ana Lúcia, por estarem sempre ao meu lado, apoiando-me em todos os momentos, sejam eles bons ou ruins. Vocês são os principais responsáveis por hoje eu me sentir o homem mais feliz e realizado do mundo.

Agradeço ao meu irmão, Jorge Pereira Lee Junior, por ser o melhor irmão e meu melhor amigo, o qual está sempre disposto a ajudar.

Agradeço ao Comando da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, por ter fornecido todo apoio necessário a realização do Curso de Artilharia Antiaérea para Oficiais.

Agradeço a todos os oficiais que participaram na minha formação, em especial os que foram meus instrutores durante o curso.

Ao meu orientador, por todo o esforço e dedicação em me auxiliar no desenvolvimento deste trabalho, abrindo mão de horários de lazer e descanso em prol deste trabalho e de minha formação. Sem seu auxílio, nada disso seria possível.

RESUMO

O escopo deste trabalho consiste em destacar a importância da integração das defesas antiaéreas de baixa, média e grande altura do Exército Brasileiro no contexto de conflitos da era do conhecimento. Para viabilizar este estudo, são abordados os principais conceitos acerca da classificação dos conflitos na era do conhecimento; a identificação das principais ameaças as quais as defesas antiaéreas devem se contrapor; e, o relato da experiência de defesa antiaérea nos conflitos recentes, em especial em Nagorno-Karabakh. No capítulo 1 é realizada a apresentação do tema. No capítulo 2, apresentam-se o referencial teórico e metodológico os quais pautaram a pesquisa do trabalho. No capítulo 3 apresentam-se os conceitos básicos acerca dos conflitos no amplo espectro, operações em múltiplos domínios e conflitos de 4ª geração, os quais caracterizarão os conflitos da Era do Conhecimento. Além disso, apontam-se as principais ameaças aéreas nos conflitos recentes. No capítulo 4, é apresentado ao leitor os principais aspectos doutrinários acerca de Defesa Antiaérea, no qual são citadas as capacidades atuais de DA Ae no EB, além de demonstrar a importância de realizar a efetiva integração dos meios antiaéreos. No capítulo 5, realiza-se a conclusão do trabalho, buscando-se, assim, responder à pergunta a qual fundamenta a tese desenvolvida no presente trabalho: os atuais meios de Defesa de Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro são capazes de realizar a defesa em profundidade efetivamente?

.

Palavras-chave: Artilharia Antiaérea, Integração, Baixa Altura, Média Altura, Grande Altura. Exército Brasileiro.

ABSTRACT

The scope of this work is to highlight the importance of integrating low, medium and high-altitude anti-aircraft defenses of the Brazilian Army in the context of conflicts of the age of knowledge. To make this study viable, the main concepts about the classification of conflicts in the age of knowledge are approached; the identification of the main threats that the anti-aircraft defenses must counter; and, the account of the air defense experience in recent conflicts, especially in Nagorno-Karabakh. Chapter 1 presents the topic. In chapter 2, the theoretical and methodological framework that guided the research work is presented. In chapter 3, the basic concepts about conflicts in the full spectrum, operations in multiple domains, 4th generation warfare are presented, which characterize the conflicts of the Knowledge Age. In addition, the main aerial threats in recent conflicts are pointed out. In chapter 4, the reader is presented with the main doctrinal aspects about air defence artillery, the current air defence artillery and brazilian army capabilities are mentioned and the importance of carrying out the effective integration of anti-air assets is demonstrated. In chapter 5, the conclusion of the work is carried out, which seeks to answer the question on which the thesis developed in the present work is based: are the current means of air defence artillery in Brazil capable of carrying out defense in depth effectively?

Key words: Air Defence Artillery, Integration, Low Altitude, Medium Altitude, High Altitude, Brazilian Army

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O Espectro dos Conflitos.....	16
Figura 2 – Força Terrestre Componente em Operação de Amplo Espectro.....	17
Figura 3 – Ambiente operacional nas Operações de Amplo Espectro.....	18
Figura 4 – Campo de Batalha em Múltiplos Domínios.....	19
Figura 5 – Obtenção da Sinergia entre os Diferentes Domínios.....	19
Figura 6 – DA Ae disposta em profundidade e em camadas.....	33
Figura 7 – DA Ae disposta no campo de batalha.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de meios de AAAe do EB.....	37
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A Op – Área Operacional
 A2/AD – *Anti-Acess/Area Denial* (Antiacesso e Negação de Área)
 AAAe – Artilharia Antiaérea
 AEI – Artefatos Explosivos Improvisados
 ARP – Aeronave Remotamente Pilotada
 BANI - *Brittle, Anxious, Non-Linear e Incomprehensible* (traduzido para FANI)
 BVR – *Beyond Visual Range* (Além do Alcance Visual)
 Bx altu – Baixa Altura
 C2 – Comando e Controle
 Cmdo DA Ae Ex – Comando de Defesa Antiaérea do Exército
 Cmdo Op – Comando Operacional
 COAAe – Centro de Operações Antiaéreas
 COMAE – Comando de Operações Aeroespacial
 D Ae pc – Defesa Aereaespacial
 DA Ae – Defesa Antiaérea
 DEAD – *Destruction of Enemy Air Defenses*
 EAB – Espaço Aéreo Brasileiro
 EB – Exército Brasileiro
 EUA – Estados Unidos da América
 F Cte – Força Componente
 F Ter – Força Terrestre
 FAB – Força Aérea Brasileira
 FANI - Frágil, Ansioso, Não-Linear e Incompreensível.
 FFAA – Forças Armadas
 FSO – *Full Spectrum Operations* (Operações no Amplo Espectro, conforme a doutrina do Exército dos EUA)
 FTC – Força Terrestre Componente
 G Altu – Grande Altura
 GBAD – *Ground-Based Air Defense* (Defesa Aérea baseada em Terra)
 GCR – Guerra Centrada em Redes
 IADS – *Integrated Air Defense System* (Sistema Integrado de Defesa Antiaérea)
 LBDN – Livro Branco de Defesa Nacional
 LRAD – *Long Range Air Defense*
 MB – Marinha do Brasil
 MCCEA – Medidas de Cordenação e Controle do Espaço Aéreo
 Me Altu – Média Altura
 MRAD – *Medium Range Air Defense*
 MRP – Munição Remotamente Pilotada
 NCW – *Network Centric Warfare*
 NOSDA – Normas Operacionais do Sistema de Defesa Aeroespacial
 ONU – Organização das Nações Unidas
 RE – Regras de Engajamento
 SAD – Sistemas de Apoio a Decisão
 SARP – Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada
 SEAD – *Suppression of Enemy Air Defenses* (Supressão de Defesas Aéreas Inimigas – SDAI)

SHORAD – Short Range Air Defense

SISDABRA – Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro

SMEM – Sistemas e Materiais de Emprego Militar

SMRP – Sistema de Munição Remotamente Pilotada

THAAD – Terminal High Altitude Air Defense

TN – Território Nacional

TO – Teatro de Operações

USMC – United States Marines Corps (Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA)

U Tir – Unidade de Tiro

VRDAAE - Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea

VSHORAD – Very Short Range Air Defense

VUCA – Volatility, Uncertainty, Complexity e Ambiguity

1. INTRODUÇÃO

A superioridade aérea é um elemento preponderante tanto em combate, como em tempos de paz, pois é uma importante demonstração do poder dissuasório de um determinado país. Para obter esta capacidade, as defesas aéreas e antiaéreas contam com diversos equipamentos de alta tecnologia, os quais estão em constante evolução. Esta busca em obter a superioridade pode ser observada desde a 1ª Guerra Mundial até em conflitos mais recentes, como Nagorno-Karabakh e Rússia-Ucrânia. Os conhecimentos obtidos nesses conflitos permitem afirmar que a integração das defesas de baixa altura/alcance, média altura/alcance e grande altura/alcance são fundamentais para o exercício da superioridade aérea.

No Brasil, a Artilharia Antiaérea teve como impulso para o seu recente desenvolvimento a realização de eventos de grande apelo midiático, como a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016. Esses eventos exigiram das FFAA brasileiras uma defesa antiaérea equipada e adestrada para, em caso de pronto emprego, fazer frente a qualquer tipo de ameaça aérea. Neste contexto, novos e complexos sistemas de armas foram adquiridos e os eventos foram realizados sem qualquer tipo de ameaça à soberania do Espaço Aéreo Brasileiro (EAB).

No entanto, mais importante que a realização dos eventos, foi o reconhecimento da importância de se ter uma DA Ae moderna e equipada. Assim, o Exército Brasileiro, por meio do projeto estratégico de Defesa Antiaérea, busca obter, entre outras, a capacidade da Defesa Antiaérea de Média Altura (DA Ae Med Altu), a qual permitirá que as ameaças sejam abatidas ou neutralizadas a uma maior distância.

1.1. PROBLEMA

Conforme o cenário anteriormente apresentado, é possível identificar o problema central do presente trabalho. Os atuais meios de Defesa de Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro são capazes de realizar a defesa em profundidade?

1.2. OBJETIVOS

Em decorrência do problema identificado acima e a fim de direcionar o trabalho, foram definidos objetivos, que consistem em um objetivo geral e objetivos específicos, os quais serão melhor explicitados a seguir.

1.2.1. Objetivo Geral

Demonstrar a necessidade de possuir capacidades de defesas antiaéreas de baixa, média e grande altura diante das atuais e futuras ameaças aéreas dentro da realidade do Exército Brasileiro.

1.2.2. Objetivos Específicos

A fim de viabilizar a consecução do objetivo geral apresentado, foram formulados alguns objetivos específicos a serem alcançados. Esses objetivos balizarão o encadeamento lógico do raciocínio descritivo apresentado neste estudo, os quais serão elencados em seguida:

- a. Apresentar a atual constituição da defesa antiaérea do Exército Brasileiro;
- b. Apresentar a atual capacidade da defesa antiáerea do Exército Brasileiro;
- c. Apresentar a necessidade de aquisição da capacidade de defesa de média altura pelo Exército Brasileiro;
- d. Apresentar a necessidade da integração das defesas de baixa altura, média altura e grande altura; e
- e. Apresentar exemplos de como pode ser realizada a integração das defesas de baixa, média e grande alturas nos conflitos recentes.

1.3. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Será abordada a defesa antiaérea executada pelo Exército Brasileiro na defesa do Território Nacional (TN) e do Teatro de Operações (TO).

O presente estudo não pretende explorar as relações de comando e controle tratadas, em especial, no Manual de Campanha Defesa Antiaérea nas Operações (EB70-MC-10.235). Portanto, não se pretende aprofundar o estudo de Medidas de C ordenação e Controle do Espaço Aéreo (MCCEA), nem serão tecidos maiores comentários acerca do Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea (VRDAAe). Entretanto, pontualmente, poderá ser de forma sucinta tratado esse tema, quando explicitado o aumento da cobertura de defesa antiaérea propiciado pela adoção de um sistema de defesa antiaérea de média altura.

1.4. RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Diante dos equipamentos cada vez mais tecnológicos, com menores dimensões e grandes velocidades, empregados nos conflitos recentes, a defesa antiaérea, necessita, também, acompanhar essas evoluções. Portanto, a presente pesquisa visa apresentar a atual constituição da defesa antiaérea no Brasil, apresentando, assim, suas capacidades, bem como destacar a necessidade de adquirir a capacidade de Defesa Antiaérea de Média Altura, aquisição essa, que possibilitará a integração da Defesa Antiaérea de Baixa Altura (DA Ae Bx Altu), Média Altura (Me Altu) e Grande Altura (G Altu). Por fim, o trabalho buscará destacar a importância da integração das diferentes DA Ae à luz dos conflitos recentes.

A defesa em profundidade é um dos fundamentos da Artilharia Antiaérea (AAAe), sendo de forma que, consiste na maneira de atuação sobre o inimigo aéreo, mantendo-o, assim, sob engajamento gradativo pelos mísseis de média altura, pelos mísseis de baixa altura e pelos canhões antiaéreos. Quando estes meios antiáereos forem escalonados, permitirão à DA Ae várias possibilidades de engajamento da ameaça aérea pelos diversos sistemas de armas, aumentando a probabilidade de neutralizá-la. No entanto, somente avanços no sistema de armas não é suficiente para que tenhamos uma DA Ae eficaz. Para isso, faz-se necessário, também, avanços, principalmente, do sistema de controle e alerta, o qual proporcionará o alerta antecipado e o acompanhamento das ameaças aéreas. Essa capacidade permite, também, reduzir uma das limitações da AAAe, quanto do engajamento mísseis balísticos e de cruzeiro, além de alvos de pequenas dimensões e grandes velocidades.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

A evolução tecnológica ao longo dos tempos impactou diretamente na condução das guerras e no modo de vida da sociedade. As novas descobertas científicas em razão do maciço investimento em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) impulsionaram o desenvolvimento de diversos sistemas de emprego dual, os quais atendem tanto às necessidades da sociedade civil, bem como de emprego militar. Nesse sentido, destacam-se o desenvolvimento da aviação, os radares, os foguetes espaciais, os satélites, a internet, dentre muitos outros.

O emprego da aviação como um meio decisivo nos conflitos armados, fez aumentar a necessidade de desenvolvimento de sistemas de DA Ae mais modernos e capazes para fazer frente as novas ameaças que surgiram. Desde o início do uso do poder aéreo, o desenvolvimento dos sistemas de AAAe procura acompanhar, ou melhor dizendo, sobrepujar as tecnologias inseridas nos meios aéreos mais modernos.

Não obstante as transformações observadas na forma pela qual os combates foram travados no curso das primeiras décadas do século 21, verifica-se que a obtenção de superioridade aérea é um dos objetivos a ser alcançado para o desencadeamento exitoso das manobras terrestres. Atrelada a essa situação, o avanço tecnológico observado nos sistemas e materiais de emprego militar (SMEM) proporcionam o surgimento de uma nova geração de ameaças aéreas.

Dessa forma, em meio a essa nova era chamada de Era do Conhecimento, é necessário a estruturação de um sistema de Defesa Aeroespacial (D Ae pc) eficaz se contrapor a essas ameaças aéreas.

Dentro deste escopo, o presente trabalho busca apresentar a importância da integração entre a AAAe Me Altu e AAAe Bx Altu do EB na busca do domínio e controle do espaço aéreo nas operações militares, visando, assim, adequar a DAAe brasileira às necessidades da Era do Conhecimento.

2.2 OBJETO FORMAL DE ESTUDO

O presente trabalho foi elaborado, predominantemente, por meio de pesquisa bibliográfica, a qual foi baseada na análise de manuais doutrinários das três forças singulares, livros, revistas, publicações e sítios da internet disponíveis e associados ao tema em estudo. Buscou-se, nesse sentido, a realização de pesquisa qualitativa, com a finalidade de determinar a necessidade de integração das defesas de baixa altura/alcance, média altura/alcance e grande altura/alcance, a partir da aquisição da capacidade de defesa antiaérea de média altura, prevista no Programa Estratégico do Exército de Defesa Antiaérea, a fim de fazer frente às atuais ameaças aéreas.

2.3 AMOSTRA

A pesquisa teve como universo os principais aspectos que caracterizam a doutrina de defesa aeroespacial brasileira frente a uma eventual ameaça aérea. A amostra estudada foi do tipo não probabilística.

2.4 DELINEAMENTO DA PESQUISA

O método de pesquisa utilizado na pesquisa em questão foi qualitativo, que consiste na pesquisa bibliográfica dos assuntos concernentes ao tema.

2.4.1 Procedimentos Metodológicos

A partir dessa pesquisa bibliográfica, procedeu-se um levantamento de dados, baseado em leitura analítica e seleção de fontes fidedignas concernentes ao tema-objeto do presente estudo. Por se tratar de uma pesquisa qualitativa foi realizada uma análise dos conteúdos que permitiram alcançar os objetivos propostos para o trabalho, com ênfase no estudo de toda a documentação coletada relacionada ao escopo da pesquisa em tela. Dessa maneira, foram priorizados os estudos dos dados que abordam a doutrina de defesa aeroespacial nacional. Com relação à metodologia empregada no presente estudo, a limitação encontrada durante sua produção residiu na inexistência de doutrina acerca do tema em estudo, principalmente pelo fato de, no momento, somente existir meios de baixa altura/alcance.

2.4.2 Análise dos Dados

As ameaças aéreas tendem a ficar cada vez menores e mais rápidas, isso se deve a necessidade de reduzir as chances de detecção pelos radares inimigos, facilitando conquistarem, assim, a conquista da superioridade aérea. A partir dessa perspectiva, obter sistemas de defesa de média altura combinados com os de baixa altura, aliados a uma poderosa força aérea, são elementos preponderantes para a manutenção da soberania do espaço aéreo. No Brasil, podem ser observados alguns avanços nessa direção, como a obtenção do F-39 GRIPEN e a intenção de adquirir DAAe Med Altu, materiais esses que possibilitarão melhores condições de executar a missão do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA).

2.5 RESULTADOS ESPERADOS

O presente trabalho visa apresentar a necessidade de integração das defesas de baixa altura/alcance, média altura/alcance e grande altura/alcance no Brasil. Com a obtenção da DA Ae Med Altu, ameaças aéreas como aeronaves de asa fixa e mísseis balísticos, poderão ser detectados e abatidos com maior antecedência, o que proporcionará uma maior capacidade de manutenção da superioridade aérea para o país. Essa vantagem consolidará o Brasil como potência regional, bem como o colocará no seleto rol de países detentores dessa capacidade.

3. ERA DO CONHECIMENTO E AS AMEAÇAS AÉREAS

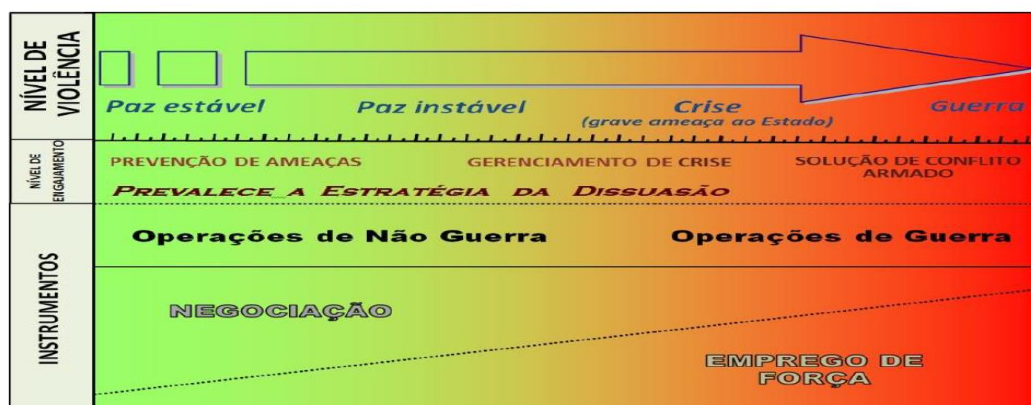
3.1 A DOCTRINA DE OPERAÇÕES EM AMPLO ESPECTRO NO EB

O Estado pós-moderno, definido por Chevallier (2009, p. 277), “é uma forma política ambígua, incerta e, por essência mesmo, evolutiva”. Essa definição traduz todo seu estudo acerca do papel do estado nas transformações sociais e econômicas do último quarto do século XX. Esse cenário impacta também nas condicionantes operacionais e de emprego das forças armadas, que diante da transformação da sociedade, necessitam modificar a sua doutrina, equipamentos, treinamento para fazer frente ao novo desafio à segurança nacional.

O conceito operativo do Exército Brasileiro, conforme preconizado no Manual de Operações, 5ª edição, 2017, é definido pela forma de atuação da Força Terrestre (F Ter) no amplo espectro dos conflitos. Esse tem como premissa maior a combinação, simultânea ou sucessiva, de operações ofensivas, defensivas e de cooperação e coordenação com agências, as quais ocorrem em situação de guerra e de não guerra.

As Operações no Amplo Espectro se caracterizam pela possibilidade de emprego da F Ter desde as ações militares realizadas em situação de paz estável, até o extremo oposto do espectro: a guerra total entre Estados. Entre os dois extremos, estariam situações como: ajuda humanitária e atendimento a calamidades; instabilidade interna; “paz instável”; insurgência; e, ações de guerra irregular.

Figura 1 – O Espectro dos Conflitos



Fonte: BRASIL, 2014: 4-2 (EB20 – MF-10.102 – Doutrina Militar Terrestre)

Diante desse fato há, portanto, a necessidade de a F Ter estar apta a realizar operações básicas (Ofensiva, Defensiva e Cooperação e Coordenação entre Agências) e operações complementares (Segurança, Informações etc) de forma simultânea (SANTOS FILHO, 2013, p. 32). Essa ideia acerca da necessidade de capacitação da F Ter em diversas operações para o uso simultâneo é a base para a definição do que o Glossário de Termos e Expressões para Uso no Exército, 5ª edição, 2018, denomina como Operações no Amplo Espectro a

combinação de atitudes – ofensiva, defensiva e interagências (estabilização e apoio a agências) nas operações militares, sucessiva ou simultaneamente, como parte de uma Força Terrestre ou conjunta. As ações executadas – letais e não letais – devem obedecer ao critério de proporcionalidade com relação aos efeitos desejados e estarem sincronizadas entre si e com os objetivos estabelecidos para cada operação. (BRASIL, 2018, p. 264)

Figura 2: Força Terrestre Componente em Operação de Amplo Espectro



Fonte: BRASIL, 2013, p.19 (Bases para transformação da doutrina militar)

Dentro desse modelo de operações de amplo espectro há um ambiente operacional complexo definido pelo Manual de Operações, 5ª edição, como “o ambiente operacional é o conjunto de condições e circunstâncias que afetam o espaço onde atuam as forças militares e que interferem na forma como são empregadas, sendo caracterizado pelas dimensões física, humana e informacional.” (BRASIL, 2017a: 2-2)

Figura 3: Ambiente operacional nas Operações de Amplo Espectro



Fonte: BRASIL, 2017a: 2-2 (Manual de Campanha: Operações)

Por sua vez, a Doutrina de Operações em Múltiplos Domínios engloba três dimensões (Física, Espectro Eletromagnético e o Espaço Cognitivo da Percepção Humana) e cinco domínios: terrestre, o aéreo, o marítimo, o espacial e ciberespaço (LEMOS PIRES, 2018, p.9), os quais, necessariamente, passam a ser considerados no planejamento de operações conjuntas e interagências, para que os componentes atuem de forma fluída e sinérgica.

Figura 4 – Campo de Batalha em Múltiplos Domínios



Campo de Batalha em Múltiplos Domínios

Fonte: Autor¹

¹ Figura baseada no Manual de Campanha 3.0, o Exército dos Estados Unidos da América, texto de LEMOS PIRES (2018, p. 9) e no artigo do General de Exército Robert B. Brown, Exército dos EUA, *A Região Indo-Ásia-Pacífico e o Conceito de Combate Multidomínio*, *Military Review*, edição brasileira, quarto trimestre, 2017, p. 70.

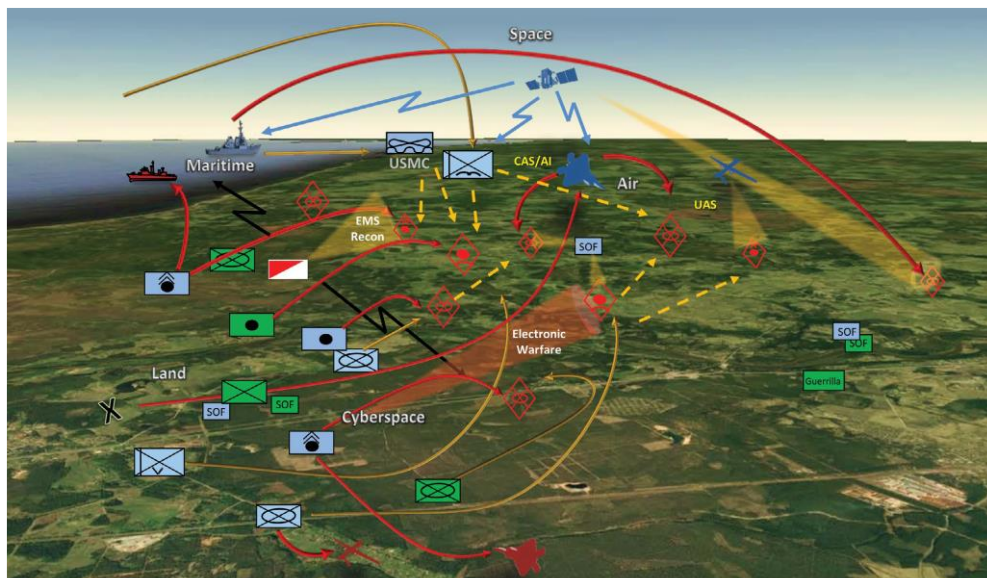
Conforme se depreende das figuras 3 e 4, a concepção de Operações no Amplo Espectro, abrange na dimensão física, os domínios terrestre, aéreo, marítimo e espacial; ao passo que, na dimensão informacional, pode ser incluída a dimensão do espectro eletromagnético e o domínio cibernético.

As características das Operações em Múltiplos Domínios são as seguintes (SANTOS, 2019):

- a) as forças terão acesso limitado à tecnologia da informação e GPS;
- b) a modernização tem que garantir a interoperabilidade com outras forças;
- c) torna-se imperativa a busca por soluções inovadoras;
- d) os líderes terão que ter intimidade com a tecnologia; e
- e) as tropas irão operar mais dispersas e em ritmo mais intenso.

As Operações em Múltiplos Domínios, apesar de ter seu foco nos cenários de operações de larga escala, mantém a importância da execução, simultânea, de operações defensivas, ofensivas e de estabilização, conforme demonstrado na figura 5. (Manual de Campanha 3.0 – Operações, EUA, 2022)

Figura 5 – Obtenção da Sinergia entre os Diferentes Domínios



Fonte: PERKINS, 2018, p. 4

Os conflitos em larga escala constituem a razão pela qual foi formulada a doutrina de Operações em Múltiplos Domínios, na medida em que visa o combate contra adversários em paridade ou quase-paridade de forças, como Rússia, China e

Irã (VISACRO, 2019, p. 12-27). Inclusive, o conceito de Operações em Múltiplos Domínios visa anular a postura estratégica de antiacesso, negação de área (A2/AD, no inglês *Anti-Access/Area Denial*), com uma predominância de operações que visam a conquista e a manutenção da iniciativa (BROWN, 2017, p. 68-75).

3.2 AMEAÇAS AÉREAS DA ERA DO CONHECIMENTO

O atual contexto, no qual ocorrem as operações, requer a habilidade de lidar com problemas militares complexos. Esse ambiente, muitas vezes, apresenta-se de forma complexa, volátil, mutável e incerta, de modo que não há mais uma separação absoluta entre as partes em um determinado conflito, ou seja, o inimigo é elusivo, mescla-se na população e com ela se confunde.

A concepção acima delineada de volatilidade, incerteza, ambiguidade e complexidade é sintetizada pelo acrônimo VUCA (do inglês, *Volatility, Uncertainty, Complexity e Ambiguity*). Recentemente, em seu estudo denominado *Facing the Age of Chaos* (traduzido livremente para Encarando a Era do Caos), Jamais Cascio cunhou o acrônimo BANI (do inglês, *Brittle, Anxious, Non-Linear e Incomprehensible*) ou FANI (traduzido para Frágil, Ansioso, Não-Linear e Incompreensível).

Importante destacar que a concepção BANI é um desdobramento da concepção VUCA, e demonstra, ainda mais, a fragilidade das relações encontradas na sociedade contemporânea, fortemente baseada na tecnologia e nas funcionalidades proporcionadas por essa.

Esse é o contexto operacional da guerra de 4ª geração², ou guerra da era do conhecimento. Aponta-se como característica de conflitos dessa natureza e, possivelmente, futuros, caso se confirme a tendência atual, que há uma inversão na proporção entre forças convencionais e não convencionais, com o alargamento de

² Termo cunhado por William S. Lind, Coronel Keith Nightengale (Exército EUA), Capitão John F. Schmitt (USMC), Coronel Joseph W. Sutton (Exército EUA) e o Tenente Coronel Gary I. Wilson (USMCR) no artigo "*The Changing Face of War: Into the Fourth Generation*", publicado na *Marine Corps Gazette*, edição de outubro 1989, p. 22- 26. Ver também: VISACRO, Alessandro. *A guerra na era da informação*. Contexto: 2018.

meios não-convencionais disponíveis, como o emprego de ataques cibernéticos e psicológicos. A doutrina chinesa chama essa forma de combate como “Guerra Irrestrita” (LINNEMAN, 2016, p. 16) e na Rússia, essa forma de empregar o uso da força é chamada de “Guerra de Nova Geração”, ou “Doutrina Gerasimov³” (BARTLES, 2016, p. 46).

Os conflitos da era do conhecimento, também, são associados pela imprensa ao conceito de “guerra híbrida”. Esse conceito foi utilizado pela primeira vez, em 2002, pelo Major William J. Nemeth, dos Fuzileiros Navais dos Estados Unidos (USMC, no inglês), na tese intitulada *Future War and Chechnya: a Case of Hybrid Warfare* (NEMETH, 2002, p.3). Em síntese, Nemeth descreve como “guerra híbrida” a forma de emprego do uso da força pela qual sociedades híbridas⁴ utilizam-se com o fim de se sobreporem aos Estados ocidentais. A tese defendida pelo autor traça um paralelo entre as dificuldades encontradas pelas forças armadas russas no combate aos insurgentes chechenos e os conflitos a serem enfrentados pelos Estados Unidos, no contexto pós 11 de setembro⁵.

Como observou o Coronel Paulo Cesar Leal (2016, p.7), a denominação de “guerra híbrida” não trouxe, em si, uma inovação, apesar de que, a partir do início da década de 2010, com a ocorrência de diversas revoluções, denominadas revoluções coloridas, a expressão “guerra híbrida” ganhou notoriedade, principalmente, pelo amplo uso na imprensa. (KORYBKO, 2018)

Como Nemeth (2002, p.3) destacou na introdução de sua tese, o que ele denominou de “guerras híbridas”, já era tratada como guerra de 4ª geração, guerra assimétrica, conflitos de baixa intensidade, conflitos pós-modernos, conflitos da era

³ A Guerra de Nova Geração foi formulada pelo General Valery Gerasimov, Chefe do Estado-Maior Geral das Forças Russas, que, em 26 de fevereiro de 2013, publicou “O Valor da Ciência está na Previsão: Novos Desafios Exigem Repensar as Formas e Métodos de Conduzir as Operações de Combate”, que descreveu, *ex ante*, a forma pela qual se observou o emprego da forças pelas tropas Russas durante a anexação da Criméia. No ocidente, o documento ficou reconhecido como Doutrina Gerasimov, além de seu nome oficial, de Guerra de Nova Geração.

⁴ Na concepção de Nemeth, sociedades híbridas mesclam características de sociedades pré-estatais com características de sociedades modernas. O exemplo utilizado é o do povo Checheno que utiliza a tecnologia moderna, porém mantém uma estrutura social baseada nos clãs, de traços tribais.

⁵ O “11 de setembro” é como se refere os eventos ocorridos nessa data em 2001 em que os radicais islâmicos da *al-qaeda*, “a base” em tradução livre, liderados por bin Laden, residentes em cabanas no meio do deserto do Afeganistão, por meio do terrorismo mostrou ser capaz de atingir profundamente a maior potência militar e econômica.

do conhecimento ou da informação.

Nesse contexto de operações terrestres, verifica-se que a complexidade dos problemas enfrentados pelas forças militares aumenta na medida em que surge um número maior de atores em presença e crescem de importância os aspectos relacionados ao chamado “terreno humano”. Não só o ambiente operacional modificou-se, como também os atores envolvidos, pois nem sempre são visíveis às forças empregadas. (BRASIL, PPCOT, 2020)

Na era da informação, há o uso maciço de tecnologia na divulgação das ações das forças militares e, ainda, a tentativa de se apropriar da narrativa para fazer valer uma determinada versão dos fatos. Isso se dá, por vezes, pelo controle da mídia, fato esse que demonstra a importância, também, das Operações de Informações e Psicológicas. Essa sistemática pode ser observada em cada uma das operações realizadas pelas Forças Armadas e, possivelmente, serão uma constante nas futuras operações.

Importante identificar outra característica da guerra informacional, que é a adoção do conceito de guerra centrada em redes (GCR) ou *Network Centric Warfare (NCW)*. Esse é um conceito que se caracteriza pelo estabelecimento de um ambiente de compartilhamento da consciência situacional, de modo a contribuir para a obtenção da superioridade de informação e da iniciativa, mesmo que as Forças Componentes (F Cte) estejam dispersas geograficamente, a GCR enfoca o espaço de batalha como uma rede integrada e escalonada em outras redes, concorrendo para aumentar a mobilidade das peças de manobra, a coordenação entre elas e a utilização do conhecimento mútuo.

[...] A GCR não mudará a essência da guerra e não substituirá a força militar em si. Entretanto, propicia a esta, ganhos reais em operacionalidade. Entre os benefícios trazidos pela GCR podem ser mencionados:

- a) a obtenção e o compartilhamento da consciência situacional;
- b) o incremento do poder relativo de combate em relação ao oponente;
- c) o aumento da rapidez nas decisões – e a consequente aceleração do ciclo de C2 e do ritmo das operações;
- d) a maior precisão das armas e a maior letalidade dos ataques;
- e) a agilidade na identificação de alvos;
- f) a maior proteção à Força; e
- g) a sincronização das ações. (BRASIL, 2015, p. 2-10)

Somado a todos esses aspectos, o avanço tecnológico proporcionou um amplo acesso a novas capacidades a diversos atores geopolíticos, inclusive atores não-estatais, como grupos paramilitares, narcotráfico e grupos terroristas, bem como um aumento de letalidade das ameaças aéreas.

O avanço tecnológico observado nas ameaças aéreas, especificamente, decorre do aumento de complexidade desses sistemas. A miniaturização dos componentes permitiu que os sistemas apresentem menores dimensões, dificultando a detecção visual e por sensores desses alvos. Avanços de propulsão permitem que essas ameaças atinjam velocidades maiores, dificultando a detecção, o rastreamento e o travamento desses alvos, além de diminuir consideravelmente o tempo de resposta necessário das DA Ae. O emprego de materiais compósitos e de design furtivo aos radares são, especialmente, características das ameaças aéreas modernas. Os constantes avanços em inteligência artificial permitem cada vez mais que os sistemas funcionem de forma autônoma, ou seja, sem a intervenção direta de uma ação humana.

Adicionado às ameaças aéreas tradicionais, esse avanço tecnológico proporcionou que, nos conflitos atuais e futuros, sejam observadas ameaças sobre as quais cabe uma melhor explicação.

3.2.1 Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados - SARP

Os sistemas de aeronaves remotamente pilotadas – SARP, ou apenas, aeronaves remotamente pilotadas – ARP, quando utilizado de forma simples e de controle direto, ou drones, como popularmente conhecidos, não são uma novidade. O uso desses vetores ocorre desde os anos 60. Porém, foi a partir dos anos 80, com uma liderança de Israel, que o emprego dos SARP passou a ser, amplamente, difundido para funções que iam além de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento. Os SARP foram usados como iscas de despistamento (*decoys*) para que os sistemas de DA Ae, ao engajá-los, fossem localizados e atacados pelas aeronaves que cumpriam a missão SEAD/DEAD (*Suppression of Enemy Air Defence/ Destruction of Enemy Air Defence*).

A partir de 2001, os SARP começaram a ser armados com mísseis e bombas, sendo o MQ-1 Predator, reconhecido amplamente como primeiro SARP armado a ser efetivamente empregado em conflitos (KÜSTER, 2021). Porém, foi na guerra entre o Irã e o Iraque que se observou, pela primeira vez, de fato, o uso de SARP como plataforma de lançamento de munições. Nesse caso, foguetes do tipo RPG-7 foram montados em ARP do tipo Mohajer-1⁶, entretanto a iniciativa não foi bem sucedida (HOOTON, COOPER e NADIMI, 2019, p. 77).

No contexto atual, os SARP permitem que o usuário tenha acesso a informações do terreno, as quais, anteriormente, somente poderiam ser adquiridas por meio do uso de satélites e/ou aeronaves de reconhecimento, fato esse, que trazia um custo mais elevado. Dessa forma, aumentou o número de atores internacionais com a capacidade de realizar o levantamento de inteligência do campo de batalha. Esse fenômeno pode ser observado de forma clara diante do uso de drones comerciais por grupos não-estatais.

No conflito entre a Armênia e o Azerbaijão, ocorrido em 2020, na região de Nagorno-Karabakh, conhecida também como Segunda Guerra de Nagorno-Karabakh, foi observado o amplo uso de SARP tanto como como vetor aéreo de aquisição de inteligência e ataque, como também instrumento de operações de informação, ao transmitir imagens selecionadas do campo de batalha com a finalidade de demonstrar poder de combate e influenciar a moral dos adversários. Destaca-se a divulgação de imagens de ataques realizados por SARP a veículos blindados e baterias de Defesa Antiaérea, em especial, sistemas S-300P/V/PM (designação OTAN: SA-10/12/20 *Grumble/Gladiator/Gargoyle*). Uma lição desse conflito, a qual será melhor comentada adiante, é a de que possuir um sistema de defesa antiaérea integrada é essencial. (HO, 2021)

Os SARP também forma empregados de forma bem sucedida nos teatros de operação da Líbia, com imagens de sistemas Pantsir-S1 (designação OTAN: SA-22 *Greyhound*) sendo destruídos por esses vetores aéreos armados, e da Síria, onde

⁶ O ARP Mohajer-1 foi desenvolvido por meio de engenharia reversa do ARP Scout, de origem israelense, a partir de destroços recuperados do Líbano.

forma usados por todos os atores do conflito, inclusive grupos não-estatais, que usam ARP de origem civil para lançar granadas e artefatos explosivos improvisados - AEI sobre posições inimigas.

É notória a evolução desses vetores aéreos, exemplo disso é o fato de que, atualmente, os SARP estão sendo desenvolvidos para atuar em conjunto com outros SARP e/ou com outras plataformas aéreas. Os SARP estão passando de plataformas aéreas controladas por pilotos à distância, ou telecomandados, para sistemas autônomos mediante o emprego cada vez maior de inteligência artificial. Isso, associado a custos menores de produção e operação, representará um aumento quantitativo de plataformas aéreas no espaço aéreo. Esses SARP sofisticados podem ser empregados em enxame (*swarming*) de modo a saturar os meios de DA Ae. Assim, esses enxames podem atuar de modo a exaurir os estoques de mísseis de DA Ae, além de poder causar a iluminação radar e, conseqüentemente, a aquisição de inteligência eletrônica do campo de batalha. (KÜSTER, 2021)

Além disso, uma tendência observada nos recentes conflitos é o emprego de munições ociosas ou de vagueamento (*loitering munitions*)⁷ engajando alvos de oportunidade. Como exemplo desse tipo de sistema, pode-se citar o Harop, da IAI, amplamente utilizado no conflito de Nagorno-Karabakh (KÜSTER, 2021). No EB, esse material recebeu a denominação de Munição Remotamente Pilotada – MRP, que, à semelhança dos SARP, configura-se como Sistema de Munição Remotamente Pilotada – SMRP. (STRASSBURGER E ANNES, 2022).

3.2.2 Mísseis de Cruzeiro, Balísticos e Hipersônicos

Desde a 2ª Guerra Mundial, esforços tecnológicos foram realizados para aprimorar a precisão e acurácia das bombas lançadas pelas aeronaves. Os constantes avanços e o forte investimento foram justificados com a bem-sucedida campanha aérea na primeira Guerra do Golfo, chamada de Tempestade do Deserto (*Desert Storm*).

⁷ Também conhecidas como “drones suicidas”.

Em paralelo ao desenvolvimento dos sistemas de guiagem das bombas e mísseis, os avanços de capacidade de engajamento das DA Ae causaram uma modificação nas táticas, técnicas, procedimentos e nos novos materiais para que os ataques fossem realizados cada vez mais distantes dos alvos e, portanto, fora da área de cobertura das DA Ae.

Essas munições lançadas além do horizonte, ou além do alcance visual (*Beyond Visual Range* - BVR), também são chamadas de *standoff*, pois permitem serem lançadas a uma distância suficiente a permitir as plataformas lançadoras evadir-se dos efeitos da própria munição ou do alcance das DA Ae desdobradas na área do alvo. Essa munições tornaram-se uma perigosa ameaça que deve ser combatida diretamente pelas DA Ae, na medida em que os vetores aéreos lançadores permanecem fora do envelope de engajamento.

Os mísseis de cruzeiro são mísseis que podem ser lançados de plataformas baseadas em terra, no mar e no ar. Apresentam, normalmente, velocidades entre a faixa subsônica até supersônica e tem a capacidade de navegação autônoma por meio de sistemas de guiagem por GPS, inercial ou de seguimento de perfil do terreno. Devido às suas características, os mísseis de cruzeiro são difíceis de detectar e engajar por sistemas de DA Ae.

Apesar de o país não ter, no seu entorno estratégico, países vizinhos com esta capacidade, cabe mencionar a ameaça representada pelos mísseis balísticos e os misséis hipersônicos.

Mísseis balísticos são mísseis lançados a partir do solo e apresentam uma trajetória balística, distinguindo-se, assim, dos mísseis de cruzeiro. A classificação desse tipo de ameaça aérea é representada por: mísseis balísticos de curtíssimo alcance, com alcance de até 300 quilômetros; mísseis balísticos de curto alcance, de 300 até 1.000 quilômetros, mísseis balísticos de médio alcance, de 1.000 a 3.000 quilômetros, e mísseis balísticos de alcance intermediário que variam de 3.000 a 5.500 quilômetros. Acima dessas faixas de alcance, existem os misséis balísticos intercontinentais com alcance superiores a 13.000 quilômetros.

O míssil hipersônico é capaz de atingir velocidades superiores a Mach 5 (6.175 km/h ao nível do mar). Podem ser lançados de plataformas terrestres, aéreas e navais. Atualmente, não existem sistemas de defesa antiaérea capazes de interceptar mísseis hipersônicos. Além da dificuldade natural de interceptar um míssil em velocidade hipersônica, a probabilidade de detecção e acompanhamento pelos radares inimigos é muito pequena, tanto pela baixa seção-reta radar quanto pela alta velocidade, que pode causar erros por um efeito conhecido como “ambiguidade de distâncias”.

3.2.3 Foguetes, Granadas e Morteiros

Apesar de não representarem uma nova ameaça, devido ao baixo custo de aquisição desse tipo de armamento, diversos atores não-estatais usam esses armamentos em larga escala não só para atingir alvos militares, mas alvos civis. Em Israel, forças palestinas lançam foguetes contra a população israelense. Para combater esse tipo de ataque foi desenvolvido o sistema de mísseis antiaéreos Domo de Ferro (Iron Dome).

O avanço da tecnologia possibilitou que os sistemas de defesa antiaérea também apresentem um aumento de eficácia contra alvos menores e mais rápidos, como foguetes, granadas e morteiros. Com a geração anterior de DA Ae não era possível, de forma confiável, engajar esse tipo de munição. Atualmente, com os novos tipos de radares e sistemas de processamento de dados, como inteligência artificial, é possível prever as trajetórias dessas munições e interceptá-las em voo.

3.2.4 Aeronaves como armas

Conforme visto, a crescente proeminência de grupos transnacionais ou insurgentes, com ou sem apoio político e material de países, ampliou o caráter difuso das ameaças a serem enfrentadas com o emprego de forças de Defesa (BRASIL, DMT, 2014). Nesse sentido, verifica-se um expressivo aumento de agentes não-estatais capazes de representar ameaças à segurança nacional e a integridade de instalações estratégicas e da população. Nesse sentido, cumpre recordar os fatos de

11 de setembro de 2001, quando aeronaves civis de grande porte foram tomadas e, posteriormente, lançadas contra as torres do prédio do World Trade Center e contra o Pentágono. (PROENÇA, 2014 apud. MAIA, 2018)

A surpresa desses ataques a alvos previamente escolhidos, as plataformas aéreas utilizadas e a grande quantidade de vítimas civis, criaram um sentimento de insegurança generalizado em todo o mundo. Como consequência desse evento, todos os vetores aéreos passaram a ser encarados como instrumentos capazes de provocar destruição em massa.(MAIA, 2018)

Portanto, a partir deste fato histórico, chega-se à conclusão de que “a ameaça aérea [...] foi acrescida de aeronaves civis e outros meios aéreos capazes de serem utilizados por oponentes que encontrassem adequabilidade para os fins desejados”. (SILVA, 2017 apud MAIA, 2018)

Daí surge a importância de ter uma DA Ae preparada e articulada em pontos e áreas sensíveis, inclusive, em tempos de paz. Visitas de autoridades estrangeiras, grandes eventos e locais de grande concentração de pessoas tornam-se alvos legítimos de agentes não-estatais com a finalidade de causar terror, pânico, confusão e sentimento de segurança na população.

4. DEFESA ANTIAÉREA NO EXÉRCITO BRASILEIRO

A AAAe do EB está inserida no contexto da Defesa Aeroespacial (D Aepec) do território brasileiro integrando o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), da Força Aérea Brasileira (FAB), cuja finalidade é “[...] assegurar o exercício da soberania no espaço aéreo brasileiro.” (BRASIL, 2017b, p. 2-1).

De acordo com o Manual de Campanha Defesa Aérea nas Operações (BRASIL, 2017b, p.2-2), o SISDABRA “[...] foi criado com o intuito de reunir os meios envolvidos na missão de defesa aeroespacial do território brasileiro em uma organização sistêmica, sem mudar a estrutura tradicional desses meios [...]”. Para cumprir esta missão, este Sistema compõe-se de um órgão central, que é o Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE).

Este órgão tem a dupla função de ser o órgão central do SISDABRA e comando operacional (Cmdo Op), assim como é responsável pela orientação normativa dos elos do SISDABRA, por intermédio das Normas Operacionais do Sistema de Defesa Aeroespacial (NOSDA). Sua missão precípua é “[...] a defesa aeroespacial do TN contra todas as formas de ataque aeroespacial, a fim de assegurar o exercício da soberania no espaço aéreo brasileiro.” (BRASIL, 2017b, p.2-4).

Doutrinariamente, se estabelece que “[...] a D Aepec compreende a defesa aeroespacial ativa (aérea e antiaérea) e a passiva. Nesse sentido, a soberania do espaço aéreo brasileiro e a integridade do patrimônio nacional são objetivos da D Aepec.” (BRASIL, 2017b, p. 2-5). Destaca-se o fato de que a D Aepec ocorre no Território Nacional (TN) e no Teatro de Operações/Área de Operações (TO/A Op).

Nesse cenário complexo, a AAAe do Exército Brasileiro (EB) deve ter a capacidade de atuar em um amplo espectro de operações, de guerra ou de não guerra, em qualquer ponto do território nacional, simultaneamente ou não, seja na ZI ou no TO/A Op. Sua missão é realizar a “DA Ae de zonas de ação, áreas e pontos sensíveis, estruturas estratégicas, instalações fixas ou de tropas estacionadas ou em movimento, contra vetores aeroespaciais hostis” (BRASIL, 2017). Isso exige uma grande capacidade de comando e controle (C2) e de coordenação por meio de um

comando centralizado.

A AAAe é classificada, conforme doutrina do EB, quanto à faixa de emprego da ameaça aérea em baixa altura, que atua contra alvos voando até 3.000 m; média altura, que atua contra alvos voando entre 3.000 e 15.000 m; e, grande altura, que atua contra alvos voando acima de 15.000 m. (BRASIL, 2017b, p. 3-3)

O subsistema de armas se destina à destruição dos vetores inimigos sendo classificado quanto ao alcance, como de muito curto alcance: possui alcance de até 6.000 m; curto alcance: possui alcance entre de 6.000 a 12.000 m; médio alcance: possui alcance entre de 12.000 a 40.000 m; e, longo alcance: possui alcance acima de 40.000 m.

Cabe mencionar que a Força Aérea Brasileira (FAB) classifica os sistemas de AAAe, também, e nesse ponto, divergindo da classificação empregada pelo EB, quanto ao alcance de engajamento efetivo de ameaças aéreas classifica-os, em curtíssimo alcance ou *Very Short Air Defence* (VSHORAD), até 3 (três) milhas náuticas⁸; curto alcance ou *Short Range Air Defence* (SHORAD), de 3 (três) a 10 (dez) milhas náuticas; médio alcance ou *Medium Range Air Defence* (MRAD), de 10 (dez) a 50 (cinquenta) milhas náuticas; e, longo alcance ou *Long Range Air Defence* (LRAD), mais de 50 (cinquenta) milhas náuticas. (BRASIL, 2017c, MCA 355-1, p. 16)

Os subsistemas de armas de muito curto e de curto alcance integram o sistema de DA Ae de baixa altura. Os subsistemas de armas classificados como de médio alcance integram o sistema de defesa antiaérea de média altura. Os subsistemas de armas classificados como de longo alcance integram o sistema de defesa antiaérea de grande altura.

Na baixa altura, o vetor aeroespacial voa acompanhando o relevo do terreno. Sendo que, consegue, muitas vezes, escapar à detecção pelo radar, surgindo inopinadamente sobre o objetivo e se afastando rapidamente. Seu tempo de exposição ao fogo antiaéreo é, assim, muito pequeno, exigindo armas de defesa com tempo de reação extremamente curto.

⁸ Cada Milha Náutica (NM) corresponde a 1.852m. Dessa forma, o alcance correspondente é de: curtíssimo alcance, 5.556m; curto alcance, de 5.556m até 18.520m; médio alcance, de 18.520m até 92.600m; e, longo alcance, mais de 92.600m.

Para permitir a coordenação e o emprego de seus meios, a AAAe organiza-se em diferentes níveis de comando, chamados escalões de Artilharia Antiaérea. Nesse sentido, o Manual de Campanha Defesa Aérea nas Operações (BRASIL, 2017b), preconiza o seguinte em relação ao Cmdo DA Ae⁹:

Missão - Coordenar o planejamento e o emprego da AAAe na ZI e no TO/A Op, assessorando, respectivamente, o Cmt COMAE e o CT Op.

Constituição - É o maior escalão de AAAe do Exército desde o tempo de paz e compõe-se de um comando e estado-maior (EM), de uma bateria de comando (Bia C) e de grandes unidades, unidades e subunidades de AAAe, a serem alocados ao COMAE e ao TO/A Op.

Emprego dos Meios - O Cmdo DA Ae alocará os meios necessários ao SISDABRA, os quais serão empregados sob o controle operacional (Ct Op) do COMAE, e ao TO/A Op, e terá seu emprego coordenado com a FAC. (BRASIL, 2017b)

Nesse sentido, a criação do Cmdo DA Ae Ex, por transformação da 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea, veio ao encontro de premissas bastante discutidas dentro do EB. Verificou-se que a estrutura da 1ª Bda AAAe estava saturada, devido ao acúmulo de funções, sem que ela possuísse estrutura compatível, para coordenação, controle, preparo, emprego e condução das Organizações Militares (OM) orgânicas e o de outras alocadas pelo COMAE, no contexto do SISDABRA. Observa-se que, antes mesmo da transformação da 1ª Bda AAAe em Cmdo DA Ae Ex, a 1ª Bda AAAe já apresentava características que mais se assemelhavam a um Comando, nos moldes do Comando de Aviação do Exército (CAVEx), Comando de Operações Especiais (COPEsp), o Comando de Comunicações e Guerra Eletrônica do Exército (CComGEEEx) e o Comando de Artilharia do Exército (Cmdo Art Ex).

Dessa forma, espera-se que o Cmdo DA Ae Ex possa atuar de forma mais focada na centralização e no controle de toda AAAe disponível ao COMAE, diante das novas ameaças e no emprego do conceito de sistema integrado de defesa antiaérea (IADS - do inglês, *Integrated Air Defense System*).

⁹ Apesar de a criação de um Comando de Artilharia Antiaérea do Exército (CAAAeEx) estar prevista desde a Portaria Ministerial n.º3, de 19 de janeiro de 1981, foi com o recente impulso decorrente da transformação do Exército que a estrutura do Comando de Defesa Antiaérea (Cmdo DA Ae) foi prevista na doutrina (FTC, FTC nas Operações, Defesa Antiaérea) e efetivamente criado, por transformação da 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea, pelo Decreto n.º 11.135, de 15 de julho de 2022. Cumpre destacar que esse processo de transformação está em curso.

4.1 PRINCÍPIOS E FUNDAMENTOS DE EMPREGO DE DEFESA ANTIAÉREA

Para fins de planejamento do emprego da AAAe nas diversas Op são observados princípios e fundamentos da DA Ae. Princípios e fundamentos, por sua vez, constituem o alicerce para o planejamento de uma defesa antiaérea eficaz.

Por definição, os princípios de defesa antiaérea são os conhecimentos básicos, consagrados pela experiência ao longo dos conflitos, destinados a orientar o planejamento e o emprego da AAAe. (BRASIL, 2017b). Os Fundamentos do emprego das unidades de DA Ae podem ser descritos da seguinte forma:

[...] A aplicação dos fundamentos de emprego das unidades de DA Ae está diretamente relacionada com o número de defesas a realizar, com a natureza, forma e dimensões dos objetivos a defender, com o tipo de material antiaéreo empregado, com o número de unidades de tiro disponíveis e com a situação tática existente. (BRASIL, 2017b, p. 4-3). Com efeito, os Princípios e Fundamentos da DA Ae quando aplicados em conjunto servem de alicerce “[...] para o planejamento de uma defesa antiaérea eficaz.” (BRASIL, 2017b, p. 4-1).

Os princípios de defesa antiaérea são os seguintes: a centralização, a dosagem adequada, a prioridade adequada, a flexibilidade, a facilitação de operações futuras e a manutenção de meios em reserva. (BRASIL, 2017b, p. 4-1).

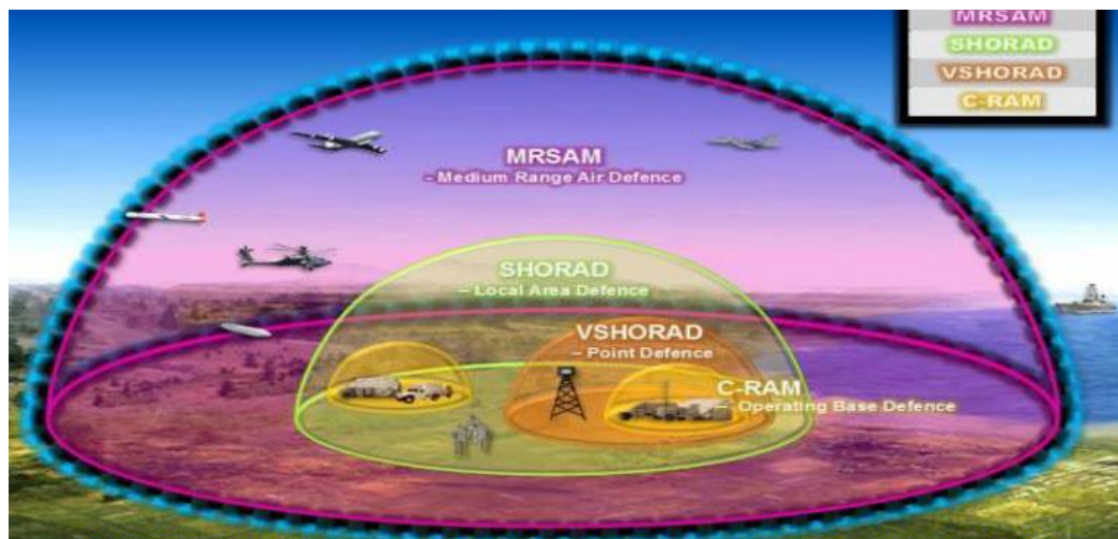
Todos esses princípios são observados para fins do planejamento do emprego da DA Ae nas diversas Op, visando, assim, êxito na missão.

Os fundamentos de emprego das unidades de DA Ae são definidos da seguinte maneira: utilização do terreno, defesa em todas as direções, defesa em profundidade, apoio mútuo, combinação de armas antiaéreas, integração, engajamento antecipado, alternância de posição, mobilidade e defesa passiva. (BRASIL, 2017b). A partir desses fundamentos é possível definir a melhor forma de empregar a AAAe numa determinada operação.

Para a finalidade do presente trabalho, faz-se necessário analisar com mais afinco os fundamentos de defesa em profundidade, apoio mútuo, combinação de armas, engajamento antecipado e integração.

O fundamento da defesa em profundidade “[...] consiste na forma de atuação sobre o inimigo aéreo de maneira a mantê-lo sob engajamento gradativo pelos mísseis de média altura, pelos mísseis de baixa altura e pelos canhões antiaéreos.” (BRASIL, 2017b, p. 4-3). O escalonamento dos meios de DA Ae permitem o engajamento da ameaça aérea pelos diversos sistemas de armas, aumentando a probabilidade de neutralizá-la. (BRASIL, 2017b). Este fundamento é importante para o entendimento da necessidade de sobreposição das coberturas proporcionados pelos meios de AAe Me e Bx Altu.

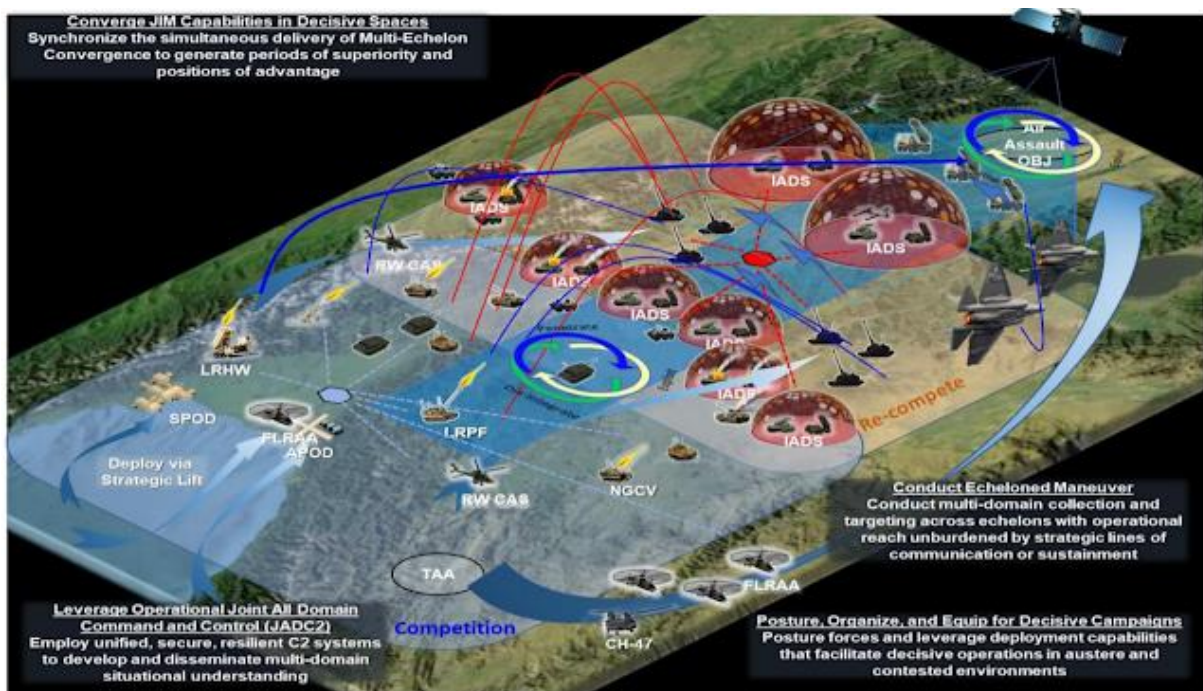
Figura 6 – DA Ae disposta em profundidade e em camadas



Fonte: NATO ATP-82 Allied Doctrine for Ground Based Air Defence (apud. Apresentação, EsACosAAe, 2022)

O apoio mútuo consiste na forma de posicionar as U Tir no terreno, mantendo-se determinada distância entre elas, em função das características do sistema de armas disponível, de tal modo a obter um recobrimento entre seus setores de tiro. O apoio mútuo impede a incursão dos vetores aeroespaciais hostis entre as U Tir, pois o espaço entre estas fica permanentemente sob fogos. Por definição, “a distância de apoio mútuo é correspondente à metade do alcance útil do material considerado, quando de mesma natureza, ou a metade do menor alcance útil, quando de natureza diferente (canhão e míssil).” (BRASIL, 2017b, p. 4-4). Nesse aspecto, as U Tir da AAe Me Altu deve atender a esse fundamento no aspecto relativo ao alcance útil do material considerado.

Figura 7 – DA Ae disposta no campo de batalha



Fonte: BATTLE ORDER¹⁰, 2022

A combinação de armas deve ser atendida na medida em que se planeja o emprego da AAAe considerando as possibilidades e limitações de cada sistema de armas, adotando, sempre que possível, uma combinação de modo que haja recobrimento de um sistema, suplantando as limitações do outro. (BRASIL, 2017b). Esse aspecto é relevante, pois indica a necessidade dos meios de AAAe Me Altu serem cobertos por meios de AAAe Bx Altu. A falha na aplicação desse fundamento no conflito de Nagorno-Karabakh propiciou a perda dos sistemas S-300 da Armênia, pois esses sistemas não são adequados para engajarem SARP e não havia outros sistemas de armas capazes de se contraporem aos SARP. Isso também se verificou na Líbia, quando sistemas Pantsir-S foram destruídos por SARP armados ou munições de vagueamento (*loitering munitions*).

O fundamento de engajamento antecipado é caracterizado pela capacidade dos meios de AAAe atuarem com o propósito de impedir ou dificultar a ação do

¹⁰ BATTLE ORDER, canal de Youtube. Disponível em: https://yt3.ggpht.com/HeOlu7knsW0zpQCgfri023Nsona_U-n2_7D7kro9-PFuP9pmoQRbXnvPPguUnQpef1uQsMHffjAr=s640-nd-v1 Acessado: 21 de agosto de 2022.

inimigo antes que ele empregue seu armamento contra o objetivo defendido ou que proceda ao reconhecimento aéreo (Rec Ae). (BRASIL, 2017b). Quanto a este fundamento, a AAAe Me Altu tem importante função na composição dos meios de uma força empregada no TO, já que o alcance do sistema de armas propicia melhores condições para atender a esse fundamento.

A integração é a reunião de meios de diferentes DA Ae em um único dispositivo de defesa, o que propicia a economia de meios e de esforços, bem como a otimização do controle de tais defesas. Nesse aspecto, as duas defesas podem ser integradas quando as linhas de desdobramento das U Tir, no terreno, forem contíguas. (BRASIL, 2017b). Essa integração é a chave para o que se denomina como sistema integrado de DA Ae.

Um sistema integrado de DA Ae tem como característica ser enquadrado e escalonado em múltiplas camadas de proteção, integrado em redes e inteligente. Além disso, integra sensores avançados, sistemas de armas eficientes, elementos de comando e controle e ferramentas de apoio à decisão. Uma sofisticada rede de combate composta por esses fatores, centrados em um sistema integrado de DA Ae é capaz de neutralizar uma vasta gama de ameaças e de proteger os céus de um país diuturnamente (HO, 2021).

A importância de se ter um sistema integrado de DA Ae foi demonstrado na Guerra de Nagorno-Karabakh, onde o emprego de sistemas de DA Ae isolados não agregam valor diante da necessidade de uma defesa antiaérea distribuída em várias faixas do espaço aéreo e integrada, a qual demanda sistemas de alcance operacional curto, médio e longo, com um cenário operativo comum e com densidade suficiente.

Conforme dito anteriormente, o conflito de Nagorno-Karabakh demonstrou que na guerra da era do conhecimento é essencial ter um Sistema de Defesa Antiaéreo Integrado. (HO, 2021)

Entretanto, possuir meios de DA Ae de última geração não é a garantia de sucesso. O fator humano é crucial. Um exemplo disso é o ataque efetuado por rebeldes Houthis a refinaria Saudita com emprego combinado de SARP e mísseis de cruzeiro. A DA Ae saudita disponível contava com sistemas sofisticados e muito

capazes, como Baterias de Artilharia Antiaéreas (Bia AAAe) dotadas com Sistemas PATRIOT e THAAD (*Terminal High Altitude Air Defense*), porém o material humano não estava preparado para operar os sistemas na sua máxima eficiência.

Outro aspecto importante é a consciência situacional do campo de batalha. A velocidade dos acontecimentos no espaço de batalha, cria para os escalões superiores uma dificuldade de cognição acerca do desdobramentos operacionais. Daí surge a importância do conceito de Guerra Centrada em Redes (CGR).

No contexto de DA Ae, a CGR torna indispensável o desdobramento de centros de operações antiaéreas (COAAe) como nós da rede de compartilhamento de informações fundamentais na obtenção, designação e engajamento de alvos. No conflito entre a Rússia e a Ucrânia, foi observada a utilização de um aplicativo baseado em rede chamado de *Virazh-Planshet*, que disponibiliza a situação aérea geral do TO para todos os usuários do sistema. Isso proporciona uma grande vantagem aos meios de DA Ae, pois permite que os radares não sejam acionados para aquisição de alvos, negando ao adversário inteligência do campo de batalha e aumentando a proteção dos meios de DA Ae. (MLADENOV, 2022)

4.2 SITUAÇÃO ATUAL DO MATERIAL DE ARTILHARIA ANTIAÉREA NO EXÉRCITO

O Cmdo DA Ae tem a sua disposição 5 (cinco) Grupos de Artilharia Antiaérea (GAAAe): 1º GAAAe (Rio de Janeiro-RJ), 2º GAAAe (Praia Grande-SP), 3º GAAAe (Caxias do Sul – RS), 4º GAAAe (Sete Lagoas – MG), 11º GAAAe (Brasília – DF) e 12º GAAAe SI (Manaus – AM). Além disso, o Cmdo DA Ae possui a Bateria Comando e o Batalhão de Manutenção e Suprimento de Artilharia Antiaérea.

Subordinado às Brigadas de Infantaria e Cavalaria estão as Baterias Antiaéreas orgânicas, que podem ser alocadas pelo Cmdo DA Ae, no contexto do SISDABRA. A Tabela 1, abaixo, apresenta as Bia AAAe:

Tabela 1: Distribuição de meios de AAAe do EB.

OM AAAe	Sede	Subordinação	Sede
2ª Bia AAAe	Santana do Livramento - RS	3ª Bda C Mec	Bagé - RS
3ª Bia AAAe	Três Lagoas - MS	CMO	Campo Grande - MS
5ª Bia AAAe L	Osasco - SP	12ª Bda Inf L (Amv)	Caçapava - SP
6ª Bia AAAe AP	Santa Maria - RS	6ª Bda Inf Bld	Santa Maria - RS
9ª Bia AAAe (Es)	Macaé - RJ	9ª Bda Inf Mtz (Es)	Rio de Janeiro - RJ
11ª Bia AAAe AP	Rio Negro - PR	5ª Bda C Bld	Ponta Grossa - PR
21ª Bia AAAe Pqdt	Rio de Janeiro - RJ	Bda Inf Pqdt	Rio de Janeiro - RJ

Fonte: MAIA, 2018

Os principais sistemas de DA Ae disponíveis e distribuídos para as OM AAAe são os mísseis IGLA-S e RBS70 e os canhões OERLIKON 35mm GDF-001 e BOFORS 40mm. Como se observa, o EB apenas dispõe de material que possibilita a defesa de Baixa Altura. Exceto pelos mísseis RBS 70, o restante do material deverá ser substituído em breve, em razão de obsolescência e dificuldades com a cadeia logística.

Além disso, está disponível para compor o subsistema de busca e alerta das unidades de AAAe os radares do tipo SABER-M60, além de diretoras de tiro AVIBRÁS FILA e SUPER FLEDERMAUS. Especialmente, em relação as diretoras de tiro, há um acentuado estado de obsolescência.

Verifica-se que não é possível realizar a proteção em profundidade de pontos e áreas sensíveis, nem dispor de um adequado apoio mútuo entre os sistemas, com o material atualmente disponível ao EB. Dessa forma, identifica-se a resposta ao problema chave do presente estudo. Os meios de DA Ae disponíveis ao EB não são capazes de proporcionar uma DA Ae escalonada em profundidade efetivamente.

4.3 OBTENÇÃO DE SISTEMA DE DEFESA ANTIAÉREA DE MÉDIA ALTURA: UMA NECESSIDADE

Diante da falta de meios de DA Ae capazes de dotarem o EB de um verdadeiro sistema integrado de DA Ae, foi constatada a necessidade de aquisição de um sistema de DA Ae de Me Altu. Não é objeto desse trabalho descrever as

características dos possíveis sistemas a serem adotados, porém, em linhas gerais, o sistema a ser escolhido deverá atender a alguns requisitos operacionais¹¹, tais como alcance vertical não inferior a 15.000m e alcance horizontal não inferior a 40.000m.

Com a aquisição desse tipo de sistemas de DA Ae, a capacidade de DA Ae será incrementada exponencialmente. Evidentemente, a aquisição não deverá se ater a algumas poucas baterias, não obstante o alto custo de aquisição e manutenção desses meios, pois, caso contrário, a falta de um grande volume de sistemas, não permitirá a articulação de um sistema de DA Ae integrado condizente com a importância geopolítica do país.

Contudo, conforme já demonstrado, não basta a aquisição de um sistema de DA Ae de Me Altu. Conforme previsto no Programa Estratégico de Defesa Antiaérea, os meios de DA Ae de Bx Altu deverão ser, também, incrementados e modernizados para se contrapor às ameaças aéreas modernas e conferir um maior grau de proteção aos meios desdobrados no terreno. Além disso, quando devidamente enquadrados e escalonados, os meios de DA Ae de Bx Altu permitirão a aplicação dos fundamentos de combinação de armas antiaéreas e proteção mútua, proporcionando proteção aos meios de DA Ae de Me Altu, de modo que não se repitam os erros observados nos conflitos em Nagorno-Karabakh e na Síria, em que meios de DA Ae de Me Altu foram destruídos por SARP.

Diante desse cenário de ampliação de capacidades de DA Ae, é necessária a o enquadramento dos meios de DA Ae de Bx, Me e G Altu em um sistema integrado de DA Ae, tendo como principal órgão articulador dentro da estrutura do EB, o C DA Ae Ex, recentemente, criado, por transformação da 1ª Bda AAAe. Esse esforço material deve abranger, também, a aquisição de um robusto subsistema de comando e controle dedicado a DA Ae, de modo a proporcionar uma estrutura de GCR capaz de gerenciar o fluxo de informações gerados pelos diversos sensores de vigilância do espaço aéreo. Cumpre destacar que essa estrutura de comando e controle deverá ser capaz de se manter íntegra mesmo que alguns de seus elementos sejam destruídos por ação inimiga.

¹¹ Requisitos Operacionais Conjuntos n.º 54/2020.

5. CONCLUSÃO

Uma vez verificada a importância da adoção de subsistemas de armas de DA Ae Me Altu, faz-se mister identificar uma necessidade de integrar adequadamente esse subsistema de armas ao sistema de DA Ae brasileiro. A integração consiste na reunião de meios de diferentes DA Ae em um único dispositivo de defesa, o que propicia a economia de meios e de esforços, bem como a otimização do controle de tais defesas. Quando a integração é analisada em conjunto com os fundamentos de combinação de armas e defesa em profundidade, há uma sinergia que produz um poder de combate que concretiza um objetivo de incrementar o poder dissuasório.

Verificou-se que as recentes aquisições, no contexto do Programa Estratégico de Defesa Antiaérea, aponta para uma reformulação de meios de DA Ae do EB. Contudo, as dificuldades orçamentárias põem em risco a execução do programa, na medida que o alongamento do prazo de conclusão pode significar que ao final do período de aquisição, o material já se encontre obsoleto, e os primeiros sistemas adquiridos no cronograma, já deteriorados.

Ficou resgistrado, também, a importância de investir na aquisição de sistemas de baixa altura modernos para fazer a adequada proteção dos sistemas de DA Ae de média altura, pois ficou demonstrado que o emprego de sistemas de média altura isolados não agregam valor diante da necessidade de uma defesa antiaérea distribuída em várias faixas do espaço aéreo.

Outro ponto que merece destaque é que o estabelecimento de um sistema de DA Ae integrado de baixa, média e alta altura somente é possível, se for realizado, também, investimento no preparo de recursos humanos para a operação desse sistemas. A máquina sozinha não vai cumprir a missão de DA Ae.

Uma vez obtida a capacidade de DA Ae Me Altu, para melhor aproveitar essa capacidade, sugere-se a ampliação das estruturas organizacionais de DA Ae existentes. Nesse sentido, cabe destacar, mais uma vez, a recente criação do Comando de Defesa Antiaérea do Exército – C DA Ae Ex, por transformação da 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea.

No contexto de guerras da era do conhecimento é fundamental o uso de sistemas de apoio a decisão (SAD) como ferramentas na busca da maior consciência situacional possível. Isso proporcionará uma maior fluidez de informações entre os elementos de DA Ae.

A expressiva dependência de material de TIC, impõe, também, a criação de uma unidade orgânica do Cmdo DA Ae para, no mínimo, gerenciar os sistemas de comando e controle (C2) dedicados ao sistema integrado de DA Ae. Em um cenário ideal, essa unidade deve ser, também, capaz de prover meios de guerra eletrônica, com a finalidade de combater ameaças aéreas do tipo SARP, bem como atuar para degradar os sistemas de guiamento de mísseis.

Por fim, cabe anotar que, além da integração pretendida dos meios de DA Ae no âmbito do EB, é necessária uma maior integração entre as Forças Armadas no que concerne a doutrina e adestramento, tais como, fraseologia comum, conceitos, classificações e uma ampla padronização de técnicas, táticas e procedimentos. Não menos importante, é a busca de aproveitar sinergias de emprego, bem como adotar as Forças Armadas com sistemas de comando e controle capazes de coordenar, planejar e empregar operações de DA Ae de forma eficaz, seja em Território Nacional, seja no Teatro de Operações, seja em tempos de paz, seja na guerra da era do conhecimento.

REFERÊNCIAS

BARTLES, Charles K. Para entender Gerasimov. *Military Review*, edição brasileira, tomo 71, número 2, p. 46-54, mar.- abr. 2016 .

BRASIL. Decreto lei nº 5.144, de 16 de julho de 2004. Estabelece os procedimentos a serem seguidos com relação a aeronaves hostis ou suspeitas de tráfico de substâncias entorpecentes e drogas afins, levando em conta que estas podem apresentar ameaça à segurança pública. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF.

BRASIL. Decreto nº 9.077, de 8 de junho de 2017. Dispõe sobre a estrutura do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro – SISDABRA. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Decreto/D9077.htm. Acessado em: 20 mar. 2022.

BRASIL. Exército. COTER. Defesa Antiaérea. EB70-MC-10.231. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2017a.

_____. Exército. COTER. Defesa Antiaérea nas Operações. EB70-MC-10.235. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2017b.

_____. Exército. COTER. Processo de Planejamento e Condução de Operações Terrestres (PPCOT). EB70-MC-10.211. 2. ed. Brasília, DF: COTER, 2020a.

BRASIL. Exército. Estado-Maior do Exército. Doutrina Militar Terrestre (DMT). EB20-MF-10.102. 2. ed. Brasília, DF: Estado-Maior do Exército, 2019.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. Comando e Controle. EB20-MF-10.205. 1. ed. Brasília, DF: Estado-Maior do Exército, 2015.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. DCA 1-1 Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira. Brasília, 21 jun. 2012a.

_____. Comando da Aeronáutica. Comando de Preparo. MCA 355-1 Manual do Comando da Aeronáutica: Manual de Defesa Antiaérea. Brasília, 22 jun. 2017c.

BRASIL. Ministério da Defesa. MD30-M-01 Doutrina de Operações Conjuntas 1º Volume. 2ed. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020b.

_____. Ministério da Defesa. Livro Branco de Defesa Nacional. 3ed. 2020b. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/livro_branco_congresso_nacional.pdf. Acessado em: 2 set. 2022.

_____. Ministério da Defesa. Glossário das Forças Armadas. MD35-G-01. 5. ed. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2015.

_____. Ministério da Defesa. Manual de Abreviaturas, Siglas, Símbolos e

Convenções Cartográficas das Forças Armadas. MD33-M-02. 3. ed. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2008.

_____. Ministério da Defesa. Medidas de Coordenação do Espaço Aéreo nas Operações Conjuntas. MD33-M13. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2022.

_____. Ministério da Defesa. Marinha do Brasil. Comando-Geral do Corpo de Fuzileiros Navais. MANUAL DE DEFESA ANTIAÉREA DOS GRUPAMENTOS OPERATIVOS DE FUZILEIROS NAVAIS. CGCFN-322. 1. ed. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2008.

BRASIL. Plano Estratégico do Exército 2020-2023. EB 10-P-01.007. Brasília: EME, 2019. PUJOL, Edson Leal. Diretriz do Comandante do Exército. Brasília: 2019.

BROWN, Robert. A Região Indo-Ásia-Pacífico e o conceito de combate multidomínio. *Military Review, edição brasileira*, tomo 72, número 4, p. 68-75, 4º trimestre, 2017.

CHEVALLIER, Jacques. *O Estado pós-moderno*. Trad. 3ª ed. francesa por Marçal Justen Filho. Belo Horizonte: Fórum, 2009.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Department of Army. Headquarters. *Manual de Campanha 3.0 – Operações (Field Manual 3.0 – FM -3.0, Operations)*, 2022

HO, Ben. The Second Nagorno-Karabakh War: takeaways for Singapore’s ground-based air defence. *Journal of Indo-Pacific Affairs*, Volume 4, Issue 5, Fall 2021, Maxwell: Air University Press (AU Press), 2021. Disponível em: Acesso em: <[https://media.defense.gov/2021/Aug/24/2002838286/-1/-1/1/JIPA%20 FALL%20 2021.PDF/JIPA%20FALL%202021.PDF](https://media.defense.gov/2021/Aug/24/2002838286/-1/-1/1/JIPA%20FALL%202021.PDF/JIPA%20FALL%202021.PDF) A> Acesso em: Acesso em: 20 abr. 2022.

HOOTON, E.R.; COOPER, Tom; NADIMI, Farzin. The Iran-Iraq War Volume 2: Iran strikes back, June 1982-December 1986. Middle East@War n. 24. Warwick: Helion & Company, 2019

KÜSTER, Klaus Santiago. Novos desafios para defesa antiaérea do século XXI. Observatório Militar do Primeiro Minuto. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea – EsACosAAe, 2021. Disponível em: <[http://www.esacosaae.eb.mil.br/images/phocagallery/2021/Pdf/NOVOS_DESAFIOS _PARA_A_DEFESA_ANTIAREA_DO_SCULO_XXI.pdf](http://www.esacosaae.eb.mil.br/images/phocagallery/2021/Pdf/NOVOS_DESAFIOS_PARA_A_DEFESA_ANTIAREA_DO_SCULO_XXI.pdf)> Acesso em: 5 jul. 2022

KORYBKO, Andrew. *Guerras híbridas: das revoluções coloridas aos golpes*. Trad. Thyago Antunes. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

LEAL, Paulo César. A guerra híbrida: reflexos para o sistema de defesa do Brasil. *Doutrina Militar Terrestre em revista*, Brasília, ano 4, número 9, p. 6-17, jan.-jun. 2016.

LEMOS PIRES, Nuno Correia Barrento. *Novo conceito de “multi-domain battle” e suas implicações na edificação de capacidades militares do Exército*. 2018. 90f. Trabalho de Conclusão do Curso de Preparação de Oficiais Generais 2017/2018. Instituto Universitário Militar (Portugal), Pedrouços, 2018.

LINNEMANN, Randall A. A arte não convencional e a guerra moderna. *Military Review*, edição brasileira, tomo 71, número 5, p. 14-23, out.- dez. 2016.

MENINE, C. B. C. P. Defesa Aeroespacial: As Coordenações do Estado-Maior Conjunto com as Forças Componentes nas Operações Conjuntas. ECEME, 2019. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/6099/1/MO%20-%206169%20MENINE.pdf>. Acessado em: 25 mar. 2022.

MLADENOV, Alexander. Russia's SEAD mission goes missing. *Combat Aircraft Journal*, Volume 23, No. 10, October 2022. Stanford: Key Publishing, 2022.

NEMETH, William J. *Future war and Chechnya: a case for hybrid warfare*. 2002. 100f. Tese de Mestrado. Escola de Pós-Graduação Naval, Monterrey, Califórnia, 2002.

NETTIS, K. Multi-Domain Operations: Bridging the Gaps for Dominance. 16th Air Force, 2020. Disponível em: <https://www.16af.af.mil/News/Article/2112873/multi-domainoperations-bridging-the-gaps-for-dominance/>. Acessado em 19 abr. 2022.

PERKINS, David G. Combate em Múltiplos Domínios: impulsionando a mudança para vencer no futuro. *Military Review*, edição brasileira, tomo 73, número 1, p. 3-10, 1º trimestre, 2018.

ROTHSTEIN, M. D. Doolittle Series 18: Multi-Domain Operations. Air University, 2019. Disponível em: <https://www.airuniversity.af.edu/AUPress/Display/Article/1759690/doolittleseries-18-multi-domain-operations/>. Acessado em: 30 mar. 2022.

SANTOS FILHO, Jonas de Oliveira. As operações militares no ambiente interagências. *Doutrina Militar Terrestre em revista*, Brasília, ano 1, número 4, p. 30 - 37, out.-dez. 2013.

SANTOS, Carlos Alexandre Geovanini dos. Papel das forças Bld/Mec no contexto das Operações em Múltiplos Domínios. *Escotilha do Comandante*. Ano V, número 124, 08 de março de 2019. Disponível em: <http://www.cibld.eb.mil.br/index.php/periodicos/escotilha-do-comandante/523-escotilha-124> > Acesso em: 13 de março de 2022.

STRASSBURGER, Ezequiel; ANNES, Daniel Bernardi. Sistemas de Munição Remotamente Pilotada. *Escotilha do Comandante*. Ano VII, número 155, 09 de agosto de 2022. Disponível em: <http://www.cibld.eb.mil.br/index.php/periodicos/escotilha-do-comandante/655-escotilha-155> > Acesso em: 27 de agosto de 2022.

SMITH, Rupert. *A utilidade da força: a arte da guerra no mundo moderno*. Trad. Miguel Mata. Lisboa: Edições 70, 2008.

TRINDADE, Valério Stumpf. Cenários, Operações no Amplo Espectro e Brigadas de Cavalaria Mecanizadas. *Doutrina Militar Terrestre em revista*, Brasília, ano 1, número 3, p.50-61, jul.-set. 2013.

VISACRO, Alessandro. *A guerra na era da informação*. São Paulo: Contexto: 2018.

_____. Guerra Irregular: Terrorismo, guerrilha e movimentos de resistência ao longo da história. São Paulo: Contexto: 2009.

_____. Priorizando as operações de combate convencional em larga escala: como o exército dos EUA pretende lutar e vencer as próximas guerras. *Military Review*, edição brasileira, tomo 74, número 1, p. 12-27, 1º trimestre, 2019.