

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

Maj Art **BRUNO PAULO BERNARDES ROSA**

**Sistemas de mísseis antiaéreos: obtenção de
capacidades de antiacesso e negação de área para a
Força Terrestre.**



Rio de Janeiro
2023

Maj Art **BRUNO** PAULO BERNARDES ROSA

Sistemas de mísseis antiaéreos: obtenção de capacidades de antiacesso e negação de área para a Força Terrestre.

Projeto de pesquisa apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como pré-requisito para a matrícula no Programa de Pós-graduação *latu sensu* em Ciências Militares, com ênfase em Defesa.

Orientador: Ten Cel Art JOEL HENRIQUE FONSECA **DE ÁVILA**

Rio de Janeiro
2023

R788S Rosa, Bruno Paulo Bernardes

Sistemas de mísseis antiaéreos: obtenção de capacidades de antiacesso e negação de área para a Força Terrestre. / Bruno Paulo Bernardes Rosa. - 2023.

65f : il. ; 30 cm.

Orientação: Joel Henrique Fonseca de Ávila

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares)—Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2023.

Bibliografia: f. 59-65

1. MÍSSEIS 2. ANTIAÉREOS. 3. CAPACIDADES. 4. OBTENÇÃO. 5. EXÉRCITO. I. Título.

CDD 355

Maj Art **BRUNO** PAULO BERNARDES ROSA

Sistemas de mísseis antiaéreos: obtenção de capacidades de antiacesso e negação de área para a Força Terrestre.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como pré-requisito para a matrícula no Programa de Pós-graduação *latu sensu* em Ciências Militares, com ênfase em Defesa.

Aprovado em _____.

COMISSÃO AVALIADORA

JOEL HENRIQUE FONSECA DE ÁVILA – Ten Cel - Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

RÔMULO TORRES RAMIRO - Ten Cel - Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

BRUNO RODRIGO DE SOUZA ROSA – Ten Cel - Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

À minha esposa Andréa e à minha filha Samira.
Obrigado por todo apoio e por estarem sempre
ao meu lado. Este trabalho é dedicado a vocês,
pelo carinho e paciência demonstrados durante
o tempo despendido para a sua realização.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por todos os objetivos que pela sua vontade e pelos talentos a mim concedidos me permitiu alcançar e pela sabedoria que oferece gratuitamente todos os dias e que permitiu retirar os ensinamentos na escola da vida.

À minha esposa Andréa e à minha filha Samira, minha amada família, que tanto me apoiam e constituem o alicerce, sem o qual certamente eu não teria conseguido ter a tranquilidade necessária para conciliar meus afazeres profissionais e o tempo que dedico a elas e, assim, concluir este trabalho.

Ao meu orientador, TC Joel Henrique Fonseca de Ávila, pela paciência, confiança, camaradagem e precisão nos apontamentos dados em cada etapa deste trabalho.

Ao Coronel Fábio Ribeiro Gonçalves de Oliveira, e ao Tenente-Coronel Eugênio Kopp Jantsch pela valiosa contribuição oferecida no contexto dessa pesquisa, a qual me permitiu concluir este trabalho.

Aos meu pai Luiz Antônio Rosa e a minha mãe Marta Cristina Bernardes Rosa, por todo amor e carinho dedicados à minha formação pessoal e educacional, que me possibilitaram o crescimento como pessoa e escolher a carreira das armas como profissão, chegando à conclusão, hoje, deste trabalho.

LISTA DE ABREVIATURAS

A2/AD	Antiaceeso e Negação de Área
AAAe	Artilharia Antiaérea
AAe	Antiaéreo(a)
AO	Ação Orçamentária
DA Ae	Defesa Antiaérea
EA	Espaço Aéreo
EB	Exército Brasileiro
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
F Ter	Força Terrestre
G Altu	Grande Altura
G Alc	Grande Alcance
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministério da Defesa
Me Altu	Média Altura
Me Alc	Médio Alcance
NM	<i>Nautic Miles</i> (Milhas Náuticas)
OM	Organização Militar
Op	Operação/Operações
OEE	Objetivos Estratégicos do Exército
PND	Política Nacional de Defesa
Pjt Estrt Cj	Projeto Estratégico Conjunto Defesa Antiaérea de Média Altura
DAAe Me Altu	
Prg EE	Programas Estratégicos do Exército
Prg EE DAAe	Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea
SARP	Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados
TN	Território Nacional
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i> (o mesmo que SARP)
USSF	<i>United States Spacial Force</i> (Força Espacial dos Estados Unidos)
VKS	<i>Vozdushno-kosmicheskiye Sily</i> (Força Aeroespacial da Rússia)

RESUMO

Nos últimos conflitos, o controle do domínio aéreo do Espaço de Batalha ganhou importância. Nesse sentido, observou-se o desenvolvimento dos mais variados tipos de vetores capazes de atuar nesse domínio, como mísseis de cruzeiro, aeronaves furtivas ou remotamente pilotadas, entre outros. Como forma de se contrapor às ameaças empregadas no domínio aéreo, bem como em outros domínios do Espaço de Batalha, criou-se a estratégia defensiva de Antiacesso e Negação de Área (A2/AD), tendo países como a Rússia, e a China como pioneiros. Trata-se de estratégia que dispõe de sistemas de armas em profundidade, capazes de atuar a longa, média e curta distâncias, abarcando, também, faixas de emprego no espaço aéreo, tudo sob a coordenação de sistema de comando e controle único. Nesse contexto, os sistemas de mísseis para a defesa antiaérea cumprem destacado papel no sentido de promover o antiacesso e a negação do uso do espaço aéreo em uma estratégia de A2/AD. Desse modo, o presente trabalho terá o objetivo de identificar, a partir dos exemplos norte-americano, russo e chinês, as capacidades relacionadas à AAAe necessárias para a implementação do A2/AD relacionado ao Espaço Aéreo, comparando com as capacidades, em termos de AAAe, disponíveis atualmente no Exército Brasileiro (EB), de forma a concluir sobre quais são as capacidades ainda necessárias para que o EB possa contribuir de modo efetivo com a implementação de A2/AD relacionado ao Espaço Aéreo, propondo maneiras para se obterem essas capacidades, bem como sua alocação no território nacional.

Palavras-chave: mísseis, antiaéreo, capacidades, obtenção, exército.

ABSTRACT

In the latest conflicts, the control of the air domain of the Battlespace increased its importance. In this sense, the development of the most varied types of vectors capable of acting in this domain was observed, such as cruise missiles, stealth or remotely piloted aircraft, among others. As a way of counteracting the threats employed in the air domain, as well as in other domains of the Battlespace, the Anti-Access and Area Denial (A2/AD) defensive strategy was created, with countries such as the Union of Soviet Socialist Republics (USSR), later Russia, and China as pioneers. It is a strategy that has weapons systems in depth, capable of operating at long, medium and short distances, also covering areas of use in the airspace, all under the coordination of a single command and control system. In this context, missile systems for air defense play a prominent role in promoting anti-access and denial of the use of airspace in an A2/AD strategy. Thus, the present work will have the objective of identifying, from the North American, Russian and Chinese examples, the capabilities related to the AAAe necessary for the implementation of the A2/AD related to Airspace, comparing with the capabilities, in terms of AAAe, currently available in the Brazilian Army (EB) in order to conclude on what capabilities are still necessary for the EB to effectively contribute to the implementation of A2/AD related to Air Space, proposing ways to obtain these capabilities well as its allocation in the national territory.

keywords: missiles, anti aircraft, capabilities, obtaining, army.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
PREÂMBULO.....	7
PROBLEMA DE PESQUISA.....	10
ARGUMENTO CENTRAL.....	10
OBJETIVO GERAL.....	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	10
JUSTIFICATIVA DO ESTUDO.....	11
METODOLOGIA	12
1. ARCABOUÇO ANALÍTICO	14
1.1 ASPECTOS CONCEITUAIS RELACIONADOS AO A2/AD.....	14
1.2 ASPECTOS CONCEITUAIS RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES.....	15
1.3 A PROBLEMÁTICA RELACIONADA À IMPLEMENTAÇÃO DO A2/AD NO TN.....	17
1.4 CONCEPÇÃO DO A2/AD DO EA E SUA IMPLEMENTAÇÃO.....	23
1.4.1 Antiacesso e negação do uso do EA nos EUA.....	23
1.4.2 Antiacesso e negação do uso do EA na Federação Russa:.....	26
1.4.3 Antiacesso e negação do uso do EA na China:	28
1.4.4 A situação brasileira quanto à possibilidade de implementação do A2/AD do seu EA.....	30
1.5 CONCLUSÕES PARCIAIS.....	33
2. CAPACIDADES PARA A F Ter ATUAR NO A2/AD RELACIONADO AO EA: POSSIBILIDADES DE OBTENÇÃO E ALOCAÇÃO DE SISTEMAS DE DA Ae.....	35
2.1 CAPACIDADES DE AAAe ATUALMENTE DISPONÍVEIS NO EB.....	35
2.1.1 Organização.....	35

2.1.2 Material.....	37
2.1.2.1 Subsistema de Armas.....	37
2.1.2.1.1 Sistema RBS 70.....	37
2.1.2.1.2 Sistema IGLA-S.....	37
2.1.2.1.3 VBC AAe GEPARD.....	38
2.1.2.1.4 Canhão AAe Au C70 Boffors.....	38
2.1.2.2 Subsistema de Controle e Alerta.....	39
2.1.2.2.1 Radar SABER M60.....	39
2.1.2.2.2 Centro de Operações Antiaéreas.....	39
2.1.2.3 Subsistema de Comunicações.....	40
2.2 POSSIBILIDADES RELACIONADAS AOS SISTEMAS DE DA Ae: COMPOSIÇÃO DE CAPACIDADES DE AAAe NO ASPECTO MATERIAL.....	40
2.3 POSSIBILIDADES RELACIONADAS AOS SISTEMAS DE DA Ae: COMPOSIÇÃO DE CAPACIDADES DE AAAe NO ASPECTO ORGANIZAÇÃO.....	47
2.4 MODELOS POSSÍVEIS PARA OBTENÇÃO DOS SISTEMAS DE DA Ae.....	49
2.4.1 Obtenção de prateleira.....	50
2.4.2 Obtenção por desenvolvimento.....	50
2.4.3 Obtenção de prateleira e por desenvolvimento (integração).....	51
2.4.4.Obtenção Conjunta proposta pelo EB.....	53
2.5 CONCLUSÕES PARCIAIS.....	53
3. CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	59

INTRODUÇÃO

PREÂMBULO

A evolução dos conflitos ao longo da história, sobretudo da história recente, relegou, e ainda relega, grande importância à conquista e manutenção da superioridade nos diversos domínios que permeiam o Espaço de Batalha. Especificamente, além do domínio cibernético, os domínios aéreo e espacial ganharam grande relevância nos cenários dos conflitos atuais. Nesse sentido, verifica-se nos apontamentos que se seguem, importante concepção sobre o poder que normalmente é capaz de explorar esses domínios:

O “poder aéreo” é um instrumento para o alcance dos objetivos políticos, estratégicos, operacionais e táticos, [...], que pode gerar a almejada mudança de comportamento do inimigo na direção dos interesses nacionais. Junto com o **poder espacial** e demais elementos constitutivos pertencem a um conceito maior que extrapola a dimensão do combate, o **Poder Aeroespacial**. Concebido para ser empregado isoladamente ou de forma conjunta, é nessa modalidade de operação que contribui sinérgica e decisivamente para o contexto da campanha militar. [...] Em nossa perspectiva, “poder aéreo” e não “força aérea” é a terminologia mais adequada, já que ele se refere não somente às aeronaves de uma força aérea, **mas a todos os integrantes do espaço de batalha que utilizam a terceira dimensão**. Assim é que aeronaves das demais forças singulares, a capacidade de defesa antiaérea, os engenhos orbitais, os mísseis superfície-superfície também se incorporam dentro do conceito de poder aéreo. (ROSA, 2014, p. 29, grifo nosso).

Nesse mister, não apenas as aeronaves vivenciaram grande evolução em suas capacidades aerodinâmicas, de manobrabilidade, de furtividade e de transporte dos mais variados tipos de armamento, como outros tipos de vetores aeroespaciais foram desenvolvidos e colocados a serviço operacional das Forças Armadas mais modernas, no cenário mundial. Os modernos mísseis de cruzeiro, os mísseis hipersônicos, as bombas inteligentes com capacidade de lançamento de alturas cada vez maiores, as munições vagantes (Loitering Munition) e os Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados (SARP) com capacidade de reconhecimento/ataque nas mais variadas categorias que os classificam, constituem apenas alguns exemplos das novas ameaças oriundas de vetores aeroespaciais.

Para promover o enfrentamento a essas novas ameaças, verifica-se o alto grau de importância que países que detêm poderosas Forças Armadas tem dispensado em alcançar a preponderância nos diversos domínios do espaço de batalha, em particular os domínios aéreo e espacial. Como exemplo, verifica-se a importância estratégica

dada pelos Estados Unidos da América (EUA) ao poder aeroespacial, que pode ser ilustrada na criação da Força Espacial dos Estados Unidos da América (EUA), no ano de 2019. “A Força Espacial dos Estados Unidos da América (USSF) é o novo braço das Forças Armadas (norte-americanas). Foram estabelecidas em 20 de dezembro de 2019, com a emenda à Lei de Autorização Fiscal para a Defesa Nacional/2020 [...]” (EUA, 2023).

Ademais, observa-se, também, a dificuldade russa em obter a superioridade/supremacia aérea devido à busca ucraniana por impedir ou reduzir o emprego do poder aeroespacial no Teatro de Operações (TO) da Ucrânia. Nas palavras de Cabral e Laterza:

Na Ucrânia, a situação é qualitativamente diferente de teatros de operações recentemente trabalhados pela Vozdushno-kosmicheskiye Sily ¹(VKS)¹, como na Síria e Geórgia. [...] os sistemas de vigilância aérea americanos rastreiam os movimentos de aeronaves e Unmanned Aerial Vehicle (UAV)² da VKS, e assim que essas aeronaves estão sobre áreas onde certos sistemas de mísseis antiaéreos ucranianos estão em alerta, eles simplesmente lhes dão a completa designação de alvo: azimute, altitude, velocidade, alcance do alvo e quase sempre o tipo de alvo. [...] É quase impossível detectar tais sistemas de defesa aérea até que sejam ligados. Ao mesmo tempo, as posições de tais “emboscadas” são cuidadosamente camufladas e protegidas por unidades de cobertura. Tudo isso reduziu drasticamente a capacidade da VKS de detectar sistemas de defesa aérea ucranianos para ataques de supressão. (CABRAL; LATERZA, 2022)

A prática ilustrada no trecho acima relaciona-se com o antiacesso e negação de área (A2/AD), especificamente relacionada ao Espaço Aéreo. Na citação acima é abordado exemplo de sucesso do A2/AD estabelecido na Ucrânia, contando em larga medida com Sistemas de DA Ae de países membros da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), possibilitando corroborar a importância dessa estratégia nos conflitos atuais.

A Estratégia de Defesa brasileira tem passado por profundas modificações nos últimos anos, com o fito de se adequar aos novos cenários dos conflitos. Isso fica evidente na Estratégia Nacional de Defesa (END), atualizada em 2018, a qual descreve o atual ambiente internacional bem como estabelece diretrizes e ações

¹ Vozdushno-Kosmicheskiye Sily (VKS) constitui a Força Aeroespacial Russa (Ministry of Defense of the Russian Federation, 2023).

² UAV: Unmanned Aerial Vehicle são aeronaves remotamente pilotadas. (Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Glossário do Núcleo de Letras e Proficiência Linguística.2023)

estratégicas para promover a Defesa Nacional à luz dessa nova realidade, com grande ênfase na obtenção de Capacidades Militares. “Para cumprir sua destinação constitucional, as Forças Armadas devem conceber suas estruturas organizacionais e operacionais em torno de capacidades [...] de acordo com as características de cada Força Singular.” (BRASIL, 2018 p. 41).

Desse modo, as Forças Armadas brasileiras, em particular o Exército Brasileiro (EB), tem passado nos últimos anos por processos de transformação e modernização os quais são orientados ao cumprimento de Objetivos Estratégicos de cada Força Singular, em consonância com a END. Nesse ínterim, o EB busca obter as capacidades de dissuasão que, entre outros, possam implementar o A2/AD e possibilitar melhores condições de segurança nacional, em face do cenário contemporâneo de ameaças. Novamente, a importância desse processo pode ser verificada na END:

Papel fundamental exercem os projetos estratégicos, uma vez que agem como indutores do processo de transformação em curso no Exército Brasileiro. Sua continuidade constitui a forma mais adequada de permitir a necessária evolução tecnológica e doutrinária da Força Terrestre, mantendo-a em patamares de relevância operacional, compatíveis com o grau de dissuasão desejado, ou para seu emprego efetivo nas missões atribuídas pelo Estado. (BRASIL, 2016, p. 47).

Não obstante, para poder implementar de forma mais efetiva o A2/AD, é mandatário o domínio de tecnologias e a disponibilidade de materiais que possibilitem o antiacesso e a negação do uso do Espaço Aéreo (EA). Especificamente para o caso da Força Terrestre (F Ter), significa dizer que é necessário o preenchimento de importantes lacunas de capacidades, com destaque para a obtenção de capacidade de implementar Defesa Antiaérea (DA Ae) nas faixas de emprego de média e grande alturas. É importante destacar que, quando se trata de obtenção de capacidades, o Manual EB20-MF-10.102 DOCTRINA MILITAR TERRESTRE estabelece que capacidades são obtidas a partir de um conjunto de sete fatores: Doutrina, Organização, Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura (DOAMEPI) (BRASIL, 2022, p. 3-3).

Dessa forma, o presente trabalho discorrerá sobre a problemática para promover o A2/AD do EA, no território nacional (TN), tendo em vista as atuais lacunas de capacidades conjuntas de estabelecer DA Ae para as faixas de média altura (Me Altu) e grande altura (G Altu), além de outras limitações estruturais do país, de forma a esboçar uma possível solução, por parte da F Ter, em termos de obtenção dessas

capacidades, de forma parcial ou em sua plenitude, que lhe permita contribuir com o preenchimento da mencionada lacuna.

PROBLEMA DE PESQUISA

Quais sistemas de DA Ae, são necessários para que o EB possa alcançar capacidades que possibilitem contribuir com viabilização da implementação do A2/AD, especificamente no tocante aos domínios aéreo e espacial do espaço de batalha, e como podem ser obtidas, parcialmente ou em sua plenitude?

ARGUMENTO CENTRAL

A obtenção de sistemas de DA Ae de Me Altu/Me Alc e de G Altu/G Alc permitirá ao EB promover em melhores condições o antiacesso e negação do uso do espaço aéreo, possibilitando contribuir para implementação de estratégia de A2/AD no TN e, assim, cumprir de forma mais efetiva aspectos contidos na END.

OBJETIVO GERAL

A fim de responder ao problema formulado para o presente trabalho, foi delineado o seguinte objetivo geral:

- Identificar sistemas de DA Ae necessários para que o EB alcance capacidades que contribuam com a implementação do A2/AD, especificamente no tocante aos domínios aéreo do espaço de batalha, e como podem ser obtidas, parcial ou plenamente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com a finalidade de melhor conduzir o encadeamento de ideias e conhecimentos, de forma a responder o problema e favorecer o entendimento sobre o tema proposto, foram elencados alguns objetivos específicos para este trabalho, a saber:

- a. Apresentar arcabouço analítico que aborde:
 - 1) aspectos conceituais relacionados ao A2/AD;

- 2) aspectos conceituais relacionados à obtenção de capacidades;
 - 3) a problemática relacionada à promoção do A2/AD do EA no TN; e
 - 4) alguns dos sistemas de DA Ae utilizados para implementar o A2/AD em relação ao EA, a partir de exemplos de países que adotam essa estratégia, comparando com a realidade do EB;
- b. Identificar algumas das possibilidades de obtenção de sistemas de DA Ae (aspecto Material de capacidades) abordadas no arcabouço analítico, a partir de aquisição de Sistemas disponíveis no mercado mundial ou por desenvolvimento pela indústria nacional;
 - c. Propor possível forma de obtenção, por parte do EB, dos sistemas identificados, bem como sua alocação no TN (aspecto Organização de capacidades).

JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

O referido estudo está orientado para identificar capacidades de AAe necessárias ao EB para que possa contribuir com a implementação do A2/AD, particularmente em relação ao espaço aéreo. Visa, também, a identificar formas para sua obtenção, resultando no aumento do nível de dissuasão que a Defesa do Brasil pode alcançar.

Dessa feita, essa pesquisa está diretamente relacionada ao Objetivo Estratégico do Exército 01 (OEE 01) – Contribuir com a Dissuasão Extrarregional, uma vez que um dos componentes desse Objetivo Estratégico consiste na Ampliação da Capacidade Operacional. Cabe destacar que essa ampliação pode ser alcançada pelo incremento de capacidades já existentes ou obtenção de novas capacidades, o que, atualmente, é realizado em sua maior parte pelos Programas Estratégicos do Exército (Prg EE). No caso particular das capacidades das quais o presente trabalho pretende identificar, estas supostamente são mais afetadas ao Programa Estratégico Defesa Antiaérea (Prg EE DAAe) e ao Projeto Estratégico Conjunto (Pjt Estr Cj) para obtenção de Sistema de Artilharia Antiaérea de Me Altu/Me Alc.

Especificamente sobre o Pjt Estr Cj, a Resolução CONSUG/MD nº 09, de 16 de junho de 2021 aprova a designação do Exército Brasileiro com Força Líder na condução do processo de obtenção dos Sistemas DA Ae Me Altu/Me Alc. Nesse sentido, a presente pesquisa possui relevância, pois nela pretende-se verificar quais desses materiais poderiam ser obtidos de forma conjunta, o que possibilitará não

apenas ao EB preencher capacidades necessárias ao estabelecimento do A2/AD, mas também à Força Aérea e à Marinha.

Por fim, este estudo poderá servir de subsídio para trabalhos futuros como fonte de consulta e de parâmetros a serem comparados. Desse modo, pode contribuir para a ampliação de conhecimentos no assunto específico tratado abordado na presente pesquisa, corroborando sua relevância.

METODOLOGIA

Essa pesquisa fará abordagem qualitativa do tema. A revisão do conteúdo pesquisado contribuirá para o processo de síntese e análise dos resultados de várias fontes de pesquisa.

Quanto à natureza da pesquisa, esta será do tipo aplicada, pois servirá de subsídio para pesquisas futuras no que diz respeito às obtenções de capacidades, no âmbito da F Ter, para implementar o A2/AD relacionado ao EA. Por fim, em relação aos procedimentos de pesquisa, o trabalho obedecerá a duas vertentes:

a. A primeira diz respeito à realização de revisão bibliográfica, realizada com base na pesquisa em trabalhos acadêmicos, artigos e revistas que tratam de aspectos que permeiam o tema deste trabalho, bem como à realização de análise documental baseados em manuais e publicações doutrinárias produzidos pelo Exército Brasileiro, Ministério da Defesa, entre outros.

b. A segunda relaciona-se com a coleta de dados por meio de questionários encaminhados a militares especializados, com experiência profissional relacionado à AA Ae e que, atualmente, se encontram diretamente envolvidos com a obtenção de capacidades em termos de DA Ae para a F Ter.

O tratamento dos dados será feito por meio da análise das informações obtidas na pesquisa bibliográfica e nas entrevistas. Dessa forma, será possível verificar as capacidades necessárias para que a F Ter, na sua esfera de competência, possa viabilizar a implementação do A2/AD do uso do EA, levantando possibilidades sobre como essas capacidades podem ser obtidas, de forma parcial ou plenamente.

O método será limitado pelas pesquisas relacionadas à implementação do A2/AD com foco no Espaço Aéreo. O estudo se limita ainda, aos dados obtidos por meio de análise dos conflitos armados mais recentes, nas capacidades relacionadas à DA Ae de que atualmente dispõe a F Ter, com foco nos aspectos Organização e

Material, do acrônimo DOAMEPI, e também no horizonte de planejamento dos Programas Estratégicos, impulsionadores da obtenção de novas capacidades no EB.

Desse modo, não fará parte do estudo a análise dos aspectos Doutrina, Adestramento, Educação, Pessoal e Infraestrutura pelas seguintes razões:

a. As modificações desses aspectos se darão, possivelmente, em função da obtenção dos novos sistemas (aspecto Material) e da Organização a ser adotada em consequência;

b. A abordagem desses aspectos tornaria o trabalho de pesquisa extenso e não responderiam objetivamente ao problema central desta pesquisa. Estimula-se que os aspectos Doutrina, Adestramento, Ensino, Pessoal e Infraestrutura sejam alvos de estudo em trabalhos posteriores caso o EB venha a obter os Materiais e definida a Organização das capacidades para que a F Ter possa contribuir com a implementação do A2/AD.

Ademais, não fará parte do presente estudo as capacidades da Marinha do Brasil (MB) e da Força Aérea Brasileira (FAB), relacionadas à estruturação do A2/AD da utilização do EA, também como forma de não tornar o trabalho excessivamente extenso e manter o foco no problema central de pesquisa.

Por fim, o trabalho será limitado à pesquisa em fontes abertas, visto que o obter fontes reservadas sobre o assunto a ser abordado é extremamente dificultoso, além de restringir o acesso ao trabalho para fins de pesquisas futuras.

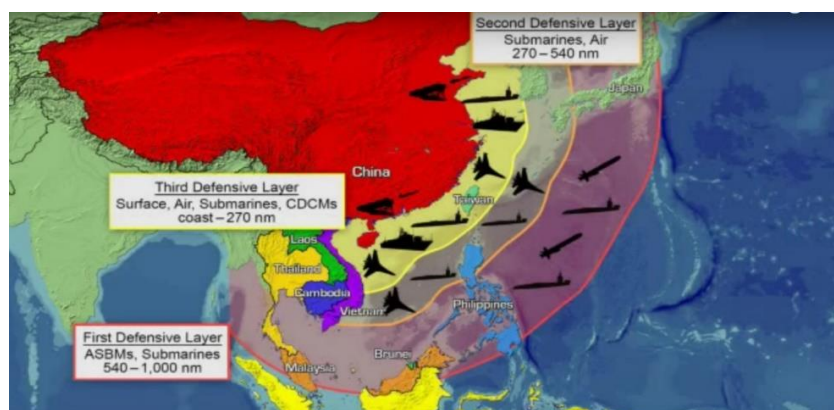
1. ARCABOUÇO ANALÍTICO

1.1 ASPECTOS CONCEITUAIS RELACIONADOS AO A2/AD

Sobre o conceito de antiacesso e negação de área, conhecido no ocidente como A2/AD, o conteúdo do Policy Paper elaborado no ano de 2021 pelo Coronel Fábio Ribeiro Gonçalves de Oliveira, possui a transcrição de descrições muito relevantes. Esse trabalho trouxe à lume duas definições que favorecem a compreensão do A2/AD. O primeiro foi apresentado pelo professor Augusto Wagner do Centro de Estudos Estratégicos do Exército, que entende o A2/AD como “um sistema que congrega doutrinas de emprego, sistemas de armas e táticas no contexto de uma estratégia defensiva.” (JÚNIOR apud OLIVEIRA, 2021, p. 25). O segundo foi retirado de publicação conjunta do ano de 2012, denominada *Joint Operational Access Concept* (JOAC) do Departamento de Defesa dos EUA:

Antiacesso se refere às ações e capacidades, geralmente de longo alcance, projetadas para evitar que uma força oponente entre em uma área operacional. Negação de Área refere-se às ações e capacidades, geralmente de menor alcance, projetadas não para manter uma força oponente fora, mas para limitar sua liberdade de ação dentro da área operacional. (EUA apud OLIVEIRA, 2012, p. 25)

O relatório apresentado pelo Congressional Research Service, e elaborado por Andrew Feickert, que trata da Força Tarefa Multidomínio do Exército dos EUA (Army’s Multi-Domain Task Force) complementa o conceito de A2/AD. As defesas baseadas em A2/AD são estruturadas com precisos sistemas de longo alcance, dispostos em profundidade e integrados, capacidades litorâneas de defesa antinavio, defesa antiaérea e sistemas de artilharia e de foguetes de longo alcance (FEICKERT³, 2023, p. 01). A imagem abaixo ilustra essa assertiva.



³ Tradução nossa

Mapa 01: estrutura sumária do A2/AD da China
Fonte: US Naval Institute (USNI), 2016

Aspecto importante que constitui a base da estruturação de defesas que contam com A2/AD repousa no princípio da dissuasão. "O objetivo não é enfrentar o inimigo, mas detê-lo [...] antes do início das hostilidades, por meio do convencimento dos tomadores de decisão [...] quanto aos custos de realizar sua concentração estratégica no entorno da área contestada, tentar alcançar ou se manter na mesma [...]". (TANGREDI *apud* SOTORIVA, 2021, p. 49978).

Realizado, brevemente, alguns apontamentos conceituais sobre o A2/AD, a continuação da pesquisa dedicar-se-á ao componente relacionado ao antiacesso e negação do uso do espaço aéreo, com base em Sistemas de Mísseis para DA Ae. Nesse ínterim, e considerando os objetivos propostos para o presente trabalho, serão verificadas algumas das capacidades que são necessárias para alcançar o A2/AD do EA, bem como as formas pelas quais podem ser obtidas e alocadas no TN.

1.2 ASPECTOS CONCEITUAIS RELACIONADOS AO DESENVOLVIMENTO DE CAPACIDADES

Como forma de bem compreender a maneira como devem ser concebidas as obtenções de capacidades para que a F Ter possa promover antiacesso e negação de uso do espaço aéreo, é pertinente pontuar a sistemática do desenvolvimento de capacidades no EB.

O Manual EB20-MF-10.102 DOCTRINA MILITAR TERRESTRE estabelece que capacidade é a aptidão requerida a uma força ou Organização Militar para cumprir determinada missão ou atividade (BRASIL, 2022, p. 3-2). Além disso, dispõe, também, que a F Ter desenvolve capacidades para, entre outros requisitos, garantir a defesa do território, atuando integrada às demais Forças Singulares ou de forma isolada.

Conforme abordado anteriormente, os fatores determinantes para o desenvolvimento de capacidades são: Doutrina, Organização, Adestramento, Material, Ensino, Pessoal e Infraestrutura (DOAMEPI). De acordo com dados do mencionado manual, segue, brevemente, a caracterização de cada fator:



Figura 01: fatores determinantes de capacidades
 Fonte: BRASIL, 2022, p. 3-3

a. Doutrina: materializa-se por meio dos produtos doutrinários a que cada capacidade se relaciona. No caso específico das capacidades que envolvem a AAAe, verifica-se esse fator na Doutrina Militar Terrestre (DMT) e nos manuais específicos de AAAe, sejam relacionados ao emprego, sejam de caráter técnico;

b. Organização: trata, no caso das capacidades que envolvem a AAAe, da estrutura organizacional dos elementos que a empregam. Isso envolve os escalões de AAAe e suas interrelações já estabelecidas.

c. Adestramento: relaciona-se, em relação às capacidades de AAAe, às atividades de preparo específicos, os quais obedecem à planos de instruções próprios já existentes e às atividades de campo, como os exercícios no terreno desenvolvidos sob a coordenação do Comando de Defesa Antiaérea do Exército (Cmdo DAAe Ex) ou do Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE).

d. Material: compreende, dentro das capacidades relacionadas à AAAe, os diversos Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM) utilizados para cumprir as tarefas atinentes à DA Ae, incluindo a estruturação de defesas que sejam baseadas no A2/AD do EA. Considera também os insumos e atividades relacionadas ao ciclo de vida de cada sistema.

e. Educação: compreende as atividades de capacitação. No caso das capacidades relacionadas à AAAe, essa capacitação é realizada, primordialmente, por meio da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe) e pelo diversos programas de estágios e capacitações sob coordenação do Cmdo DAAe Ex, os quais ocorrem em suas Organizações Militares Diretamente Subordinadas (OMDS).

f. Pessoal: relaciona-se, especificamente, para as capacidades de AAAe, com as atividades de plano de carreira, movimentação, dotação e preenchimento de cargos para manter o funcionamento dessas capacidades, entre outros aspectos.

g. Infraestrutura: para as capacidades de AAAe, engloba todos os elementos estruturais (instalações físicas, equipamentos e serviços necessários) que dão suporte ao preparo e ao emprego dessas capacidades em proveito da F Ter.

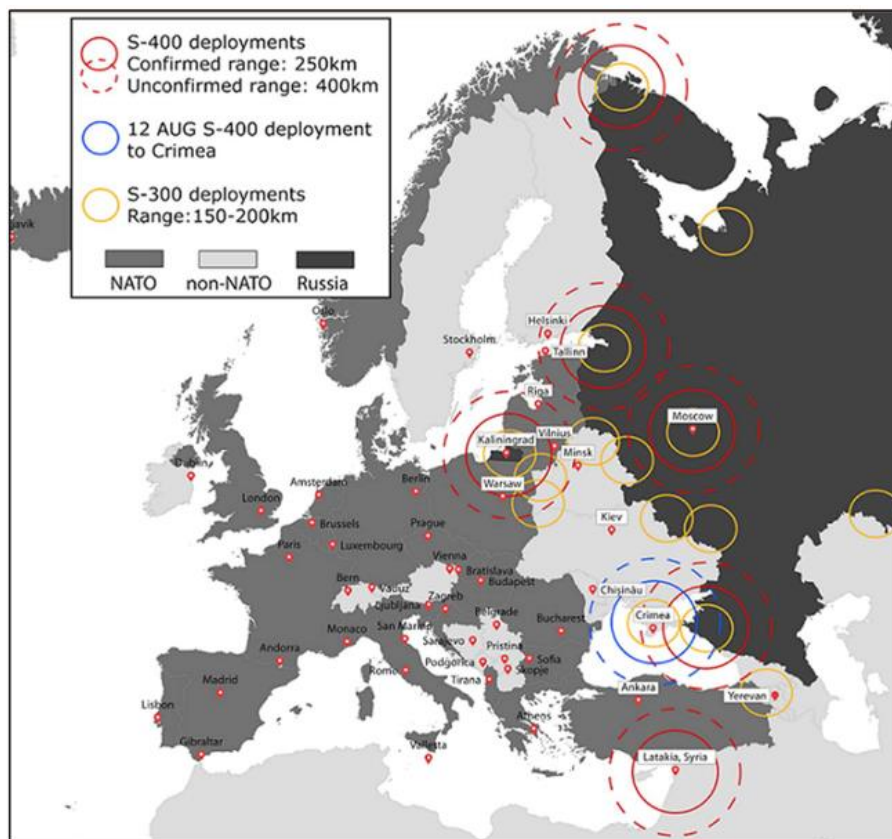
Reitera-se que o presente estudo abordará exclusivamente os aspectos Material e Organização, devido às razões já elencadas no item METODOLOGIA.

1.3 PROBLEMÁTICA RELACIONADA AO ESTABELECIMENTO DO A2/AD NO TN

O Brasil, como se sabe, constitui país de dimensões continentais, cuja superfície possui, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), **8.510.417,771** km² (BRASIL, 2023). Além da porção terrestre, segundo dados da MB, a costa brasileira possui 7,4 mil quilômetros de extensão, tendo o Brasil, sob sua jurisdição, 3,5 milhões de quilômetros quadrados (km²) de espaço marítimo (BRASIL, 2019). Ainda, segundo a MB, “na faixa litorânea concentram-se 80% da população, são produzidos 90% do produto interno bruto (PIB) brasileiro [...]”.

Constata-se, dessa forma, a grande dimensão territorial do Brasil e do seu litoral, o que implica em dificuldades para manter a vigilância e soberania do seu EA. Esse cenário enseja grande complexidade para promover, em caso de conflito, o A2/AD desse domínio e, em consequência, proteger todas as estruturas e população que se encontram por debaixo desse espaço aéreo.

A título de comparação com outro país de grandes dimensões, pode ser apresentada o posicionamento dos sistemas que estabelecem o A2/AD ao longo do território russo, como forma de verificar a multiplicidade e dispersão desses meios em uma extensa faixa territorial.



Mapa 02: Posicionamento de Sistemas de DA Ae no contexto do A2/AD da Rússia
 Fonte: Burton, Loic. 2016. Bubble Trouble: Russians A2/AD Capabilities

Na figura acima, é possível observar o nível de complexidade de posicionamento de Sistemas de DA Ae para atuar no A2/AD na Rússia, uma vez que se utilizam meios com diferentes alcances e com capacidades de atuar em diferentes faixas de emprego, distribuídos na larga faixa de fronteira ocidental russa na Europa. Nota-se que, mesmo para país que detém um dos mais completos dispositivos em termos de A2/AD, existem faixas do território que não são abarcados pelas defesas estabelecidas, o que implica na necessidade de priorizar as principais áreas que contarão com essa proteção.

Quanto ao caso brasileiro, na contramão de todas as necessidades que podem ser deduzidas a partir do cenário anteriormente apresentado (logística, industrial, financeira etc), encontram-se as deficiências estruturais, tecnológicas e em termos de recursos que podem ser verificadas no país, as quais potencializam as dificuldades de implementação do A2/AD no TN. No tocante ao orçamento, de acordo com o Ministério da Defesa, dados do Portal da Transparência da Controladoria Geral da União (CGU) indicam que o Brasil investe 1,19% de seu PIB para equipar e manter o aparato das Forças Armadas, ficando atrás da Colômbia (3%); Equador (2,4%);

Uruguai (2,2%); Chile (1,9%) e Bolívia (1,5%) (BRASIL, 2022). O gráfico a seguir demonstra essa comparação, no cenário mundial:

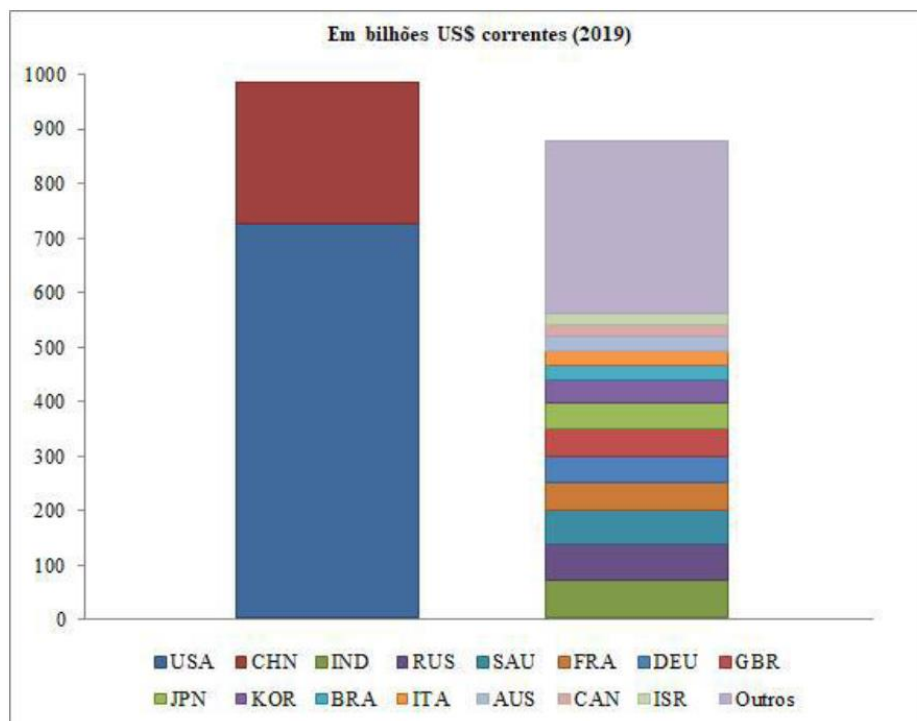


Gráfico 01 - Distribuição do gasto militar global entre os países
Fonte: SILVA, 2020

Considerando que os sistemas necessários para promover o A2/AD, em relação ao EA, encontram-se entre os mais custosos do mundo, a situação orçamentária em relação à defesa supostamente constitui óbice de grande envergadura para a implementação desse conceito, no TN. Dados retirados do portal da transparência indicam, por exemplo, os valores disponíveis para o ano de 2023 nas ações orçamentárias (AO) 13DB e 21D1, as quais concentram os recursos orçamentários distribuídos ao Prg EE DAAe, conforme figura abaixo:

ORÇAMENTO ATUALIZADO DA AÇÃO RS 19,54 MILHÕES	DESPESAS EXECUTADAS NA AÇÃO DO ORÇAMENTO CORRENTE RS 0	ESTE VALOR EQUIVALE A 0,00% DOS GASTOS PÚBLICOS
ORÇAMENTO ATUALIZADO DA AÇÃO RS 4,40 MILHÕES	DESPESAS EXECUTADAS NA AÇÃO DO ORÇAMENTO CORRENTE RS 201,13 MIL	ESTE VALOR EQUIVALE A 0,00% DOS GASTOS PÚBLICOS

Figura 02: Orçamento atual do Prg EE DAAe nas Ações Orçamentárias (AO) 13DB e 21D1

Fonte: BRASIL, 2023

Como forma de melhor constatar o óbice financeiro abordado, a tabela a seguir contém os custos financeiros aproximados de alguns dos Sistemas de AAAe que mobilizam o dispositivo de A2/AD russo, ilustrado no Mapa 2:

Sistema (01 Bateria completa)	Valor (US\$)	Valor (R\$)
S-300 (100-250 Km)	100.000.000,00	500.000.000,00
S-400 (250-400 Km)	500.000.000,00	2.500.000.000,00

Tabela 1: custos financeiros aproximados de Sistemas de AAAe russos

Fonte: CNBC, 2018; KOPP, 2012

No que se relaciona às condições brasileiras em termos de infraestrutura de transporte, essa constitui elemento essencial para a capacidade nacional de A2/AD, uma vez que a condição orçamentária de defesa no Brasil não permite a aquisição de sistemas para cobrir todo o TN. Dessa forma, possuir condições de mobilidade estratégica é fundamental para o sucesso da aludida capacidade. Contudo, a realidade no setor de transportes no Brasil aparentemente não é favorável, o que pode ser verificado observando-se os problemas existentes em cada um de seus modais.

Em relação ao modal rodoviário, Dados do Sistema Nacional de Viação (SNV) apontam que, dos 1.735.621 Km de rodovias no país, apenas 212.886 km são pavimentados (cerca de 12,3%), e ainda assim muitas oferecem péssimas condições de tráfego. (ARAÚJO et al, 2019, p. 5).

Sobre a situação do modal ferroviário, verifica-se, com base na distribuição que se segue, que não há cobertura e integração em todo o território:



Mapa 03 - Mapa Ferroviário brasileiro
Fonte: Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários

Em relação ao modal aéreo, apenas as aeronaves da FAB possuem envergadura para transportar sistemas de armas e de detecção usualmente

empregados em estruturas de A2/AD. O KC-390, aeronave que substituirá a frota C-130 da FAB, constitui aeronave moderna e que oferece melhores condições à FAB em termos de transporte de cargas. Contudo, em função da indefinição sobre a obtenção, por parte do Brasil, dos Sistemas de Mísseis de Me Alto/Me Alc, não se pode afirmar que a mencionada aeronave seria capaz de promover adequadamente o transporte dos materiais a serem obtidos.

No que diz respeito ao transporte aquaviário, o modal marítimo apresenta-se com boas possibilidades de transporte para a navegação de cabotagem, dado à vasta quantidade de áreas portuárias ao longo da costa brasileira. Todavia, o modal fluvial apresenta deficiências que dificultariam a mobilidade estratégica, sobretudo para a região Norte do país. De acordo com o Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL):

As intervenções necessárias para impulsionar o desenvolvimento do setor hidroviário incluem investimentos para a construção de dispositivos de transposição de desníveis; sinalização de margens e balizamento; estações intermodais para a transferência de cargas; abertura de canais para ligação das vias fluviais naturais; adaptação dos leitos dos rios para a profundidade necessária ao calado das embarcações; correção do curso fluvial; vias de conexões com outras redes, como a ferroviária ou rodoviária; e complexo sistema de conservação de todo o conjunto. (ONTL, 2022)

Com relação ao aspecto tecnológico, verifica-se a existência de defasagem na base industrial de defesa brasileira, o que dificulta a produção autóctone de sistemas que contribuam para a implementação do A2/AD no EA brasileiro. De acordo com Rodrigues (2022, p. 88), o Brasil esforça-se para retomar o desempenho de sua indústria de defesa, aos moldes dos anos de 1970 e 1980, nos quais figurou como exportador de Produtos de Defesa. Contudo, encontra dificuldades em função de não ter acompanhado a evolução tecnológica do setor nos anos que se seguiram às mencionadas décadas.

Todos esses aspectos brevemente identificados, dentre outros, demonstram a complexidade de promoção do A2/AD do EA no território brasileiro. Esses fatores indicam que, não apenas o desafio de obter as capacidades necessárias, as quais ainda serão verificadas ao longo do trabalho, precisará ser vencido, como também o de priorizar e alocar esses sistemas no TN, de forma a otimizar a possível implementação, no futuro, de defesa baseada no A2/AD.

1.4 A CONCEPÇÃO DO A2/AD DO ESPAÇO AÉREO E SUA IMPLEMENTAÇÃO

1.4.1 Antiacesso e negação do uso do EA nos EUA

Durante a Guerra Fria, com a evolução da ameaça nuclear por parte da então União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS), bem como dos vetores aéreos capazes de transportar armas nucleares, sobretudo aeronaves e mísseis intercontinentais, o conceito norte-americano de A2/AD relacionado ao EA evoluiu e incorporou novos sistemas de defesa aeroespacial. Terminada a Guerra Fria, assumiu forma mais abrangente. “Com relação à defesa aeroespacial, os Estados Unidos mantêm em vigor a estratégia da defesa em profundidade, no entanto, ampliada ao âmbito global [...], sendo que a camada de proteção mais externa se encontra na Ásia/Pacífico.”(SOTORIVA, 2021).

Atualmente, os EUA, por meio da *Joint Operational Access Concept - JOAC* (Conceito das Operações Conjuntas de Acesso), estabelecem as capacidades críticas necessárias para estabelecer o A2/AD. Esse conceito teve como base a própria doutrina norte-americana e as estruturas de defesa estabelecidas por outros países, para diminuir a liberdade de ação dos EUA, em uma hipótese de conflito. Especificamente no que tange aos Sistemas de AAAe, aponta como capacidades críticas que um dispositivo de A2/AD deve possuir para prover o antiacesso “a variedade de mísseis balísticos e de cruzeiro, lançados a partir de plataformas terrestres [...] capazes de realizar ataques precisos [...] e degradar suas forças e suportes logísticos a distâncias superiores a 1.000 ⁴milhas náuticas.” (EUA, 2012, p. 9). Ademais, para prover a negação de área, indica como capacidade crítica a disponibilidade de sistemas de DA Ae, tanto fixos quanto móveis, a fim de negar a superioridade aérea local. (EUA⁵, 2012, p. 10). A figura abaixo sintetiza as capacidades necessárias para estabelecer o A2/AD, de acordo com o Departamento de Defesa dos EUA:

⁴ 1.000 milhas náuticas equivalem à 1.852 quilômetros

⁵ Tradução nossa

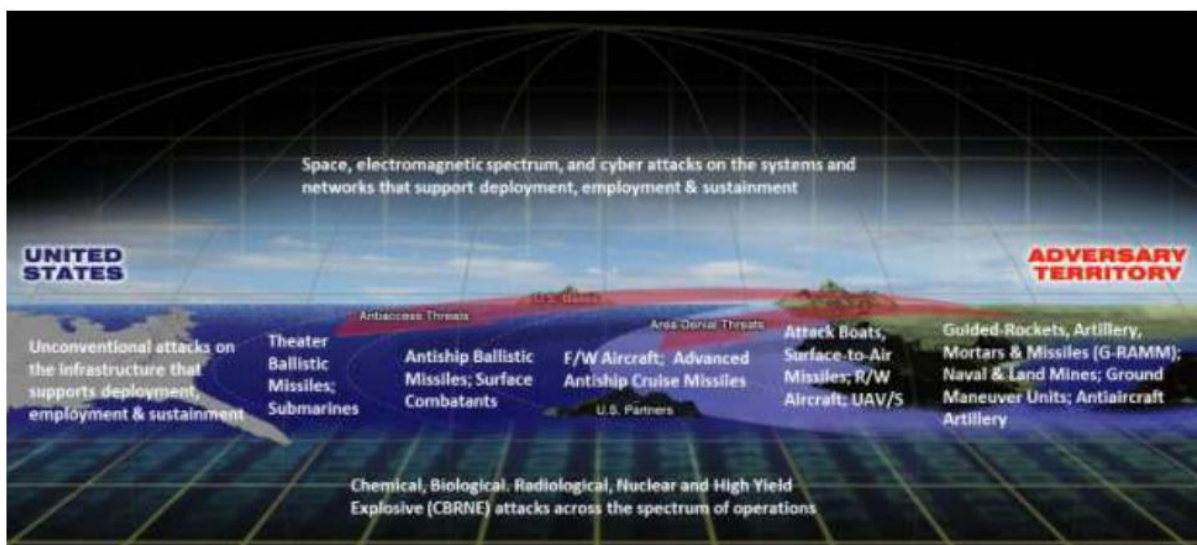


Figura 03: Capacidades de A2/AD como parte de uma defesa integrada em profundidade
 Fonte: EUA, 2012, p. 11

Segundo Sotoriva (2021, p. 13) a figura acima apresenta a organização de dispositivo de A2/AD, no qual meios aéreos, navais, terrestres, espaciais e cibernéticos são dispostos em camadas de diferentes alcances, os quais atuam de forma integrada, guiados por um único sistema de comando e controle.

As características técnicas de alcance e faixa de emprego de alguns dos sistemas empregados pelos EUA para o Antiacesso e negação do uso do espaço aéreo constam da tabela a seguir:

Sistema/Armamento	Alcance	Faixa de Emprego
Terminal High Altitude Air Defense (THAAD)	200 Km	150 Km
Patriot PAC-3	160 Km	24 Km
National Advanced Surface-to-Air Missile System (NASAMS)	40 Km	15 Km
Stinger	8 Km	3 Km

Tabela 02: características técnicas de Sistemas de AAe norte-americanos
 Fonte: ARMY RECOGNITION, 2023

A figura a seguir demonstra em um esboço bem as “bolhas” de DA Ae que são capazes de proporcionar os mencionados sistemas

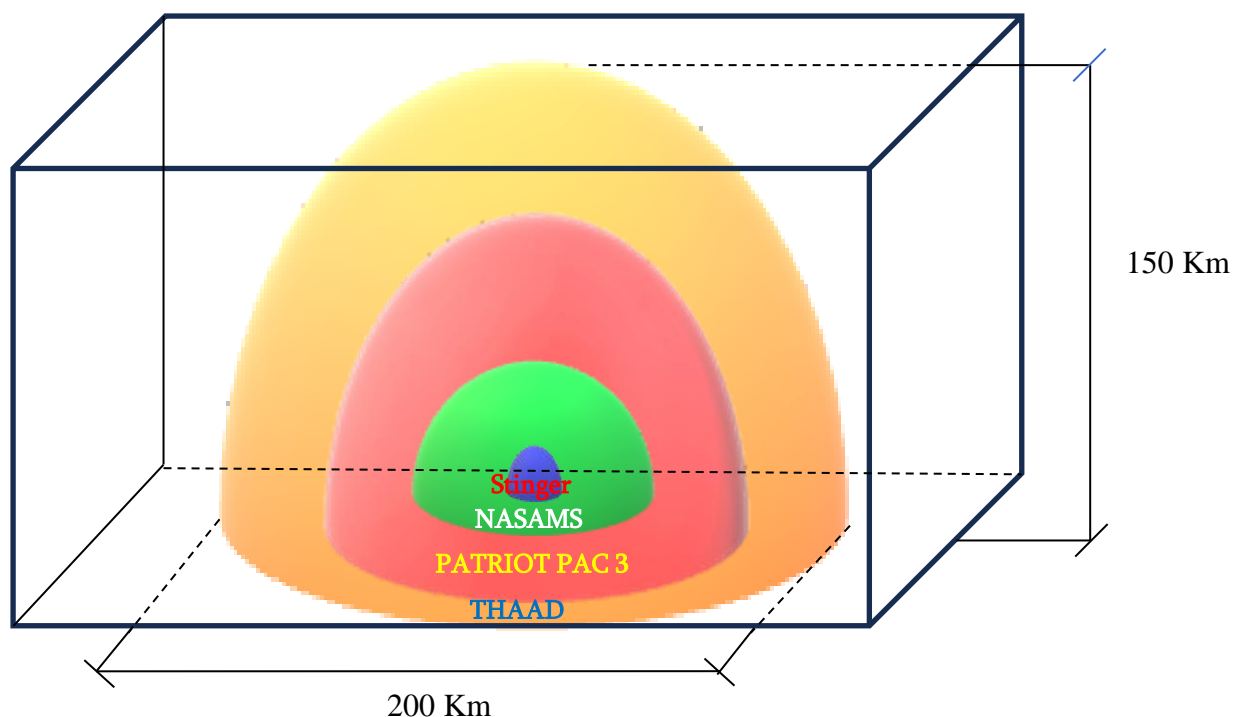


Figura 04: Estrutura de DA Ae dos EUA
Fonte: OLIVEIRA, 2021, p.34

A figura a seguir ilustra o funcionamento do sistema de defesa antimísseis dos EUA.

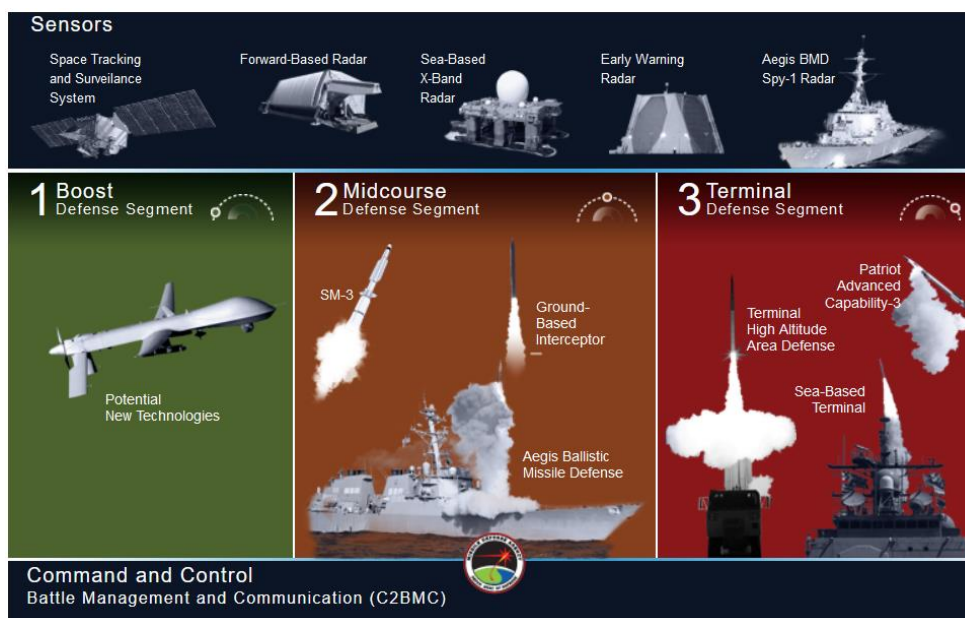


Figura 05: Sistema de Defesa Antimísseis dos EUA
Fonte: EUA, 2022

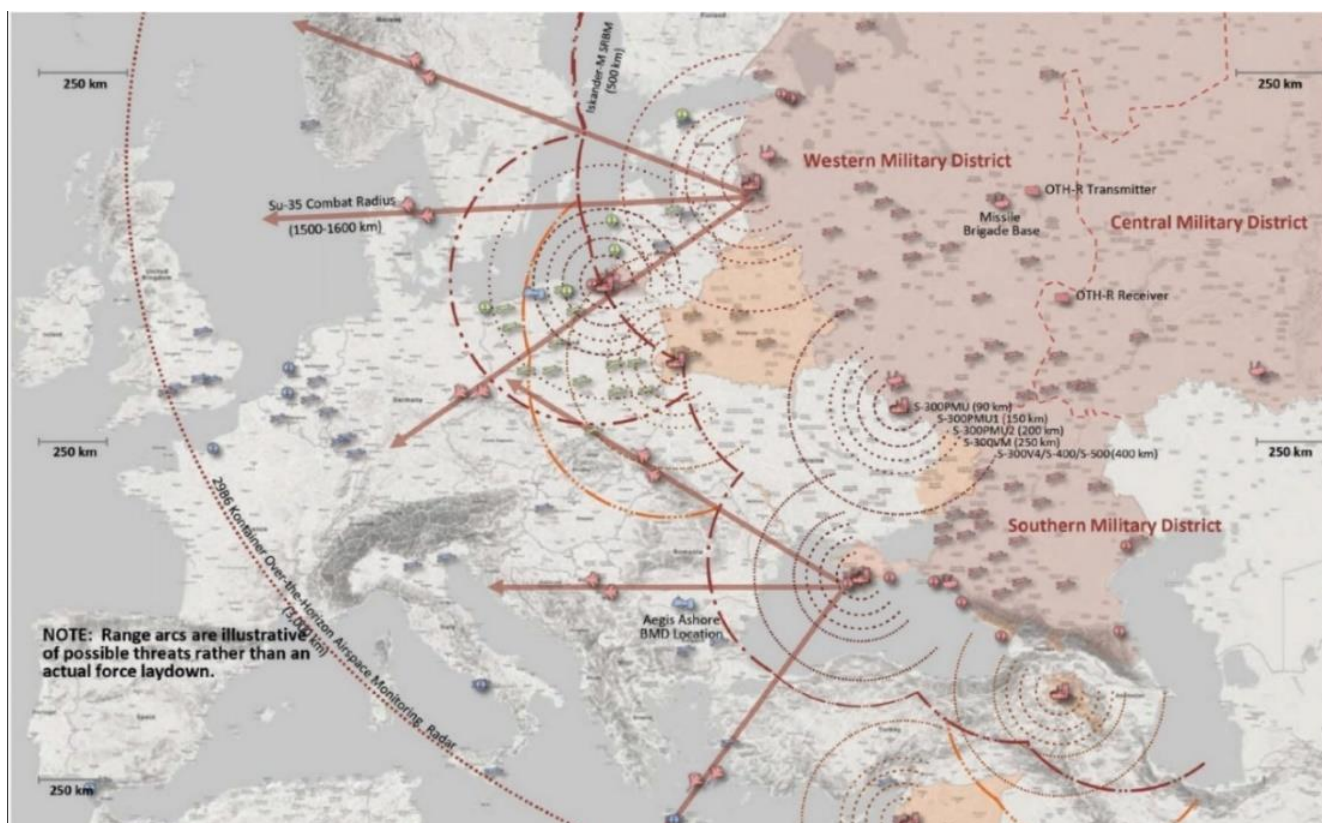
Esse sistema antimísseis, cuja estruturação foi retirada dos arquivos do Missile Defence Agency, dos EUA, exemplifica a concepção integrada norte-americana de

sistemas de defesa antiaérea para promover o A2/AD do seu espaço aéreo. Nesse caso específico, verifica-se o emprego de sistemas de armas em profundidade para engajar ameaças aéreas constituídas por mísseis balísticos, engajando essas ameaças desde o seu lançamento (Boost Defense Segment) e trajetórias mais distantes (Midcourse Segment), até a fase terminal de suas trajetórias (Terminal Defense Segment), na qual o míssil balístico já se encontra próximo de atingir seu(s) alvo(s).

1.4.2 Antiacesso e negação do uso do EA na Federação Russa

Tal como ocorreu nos EUA, a evolução das ameaças aéreas e nucleares promoveram o aperfeiçoamento dos sistemas de defesa aeroespacial dedicados ao A2/AD do espaço aéreo soviético, e que foram herdados pela Rússia.

As figuras abaixo ilustram, de forma mais detalhada, o posicionamento de Sistemas de AAAe que compõem o dispositivo de A2/AD relacionado ao EA concebido pela Rússia, bem como um esboço de sua distribuição no que diz respeito a alcance e faixa de emprego.



Mapa 04: A2/AD do EA russo

Fonte: Center for Strategic and Budgetary Assessments of Washington-DC, 2015

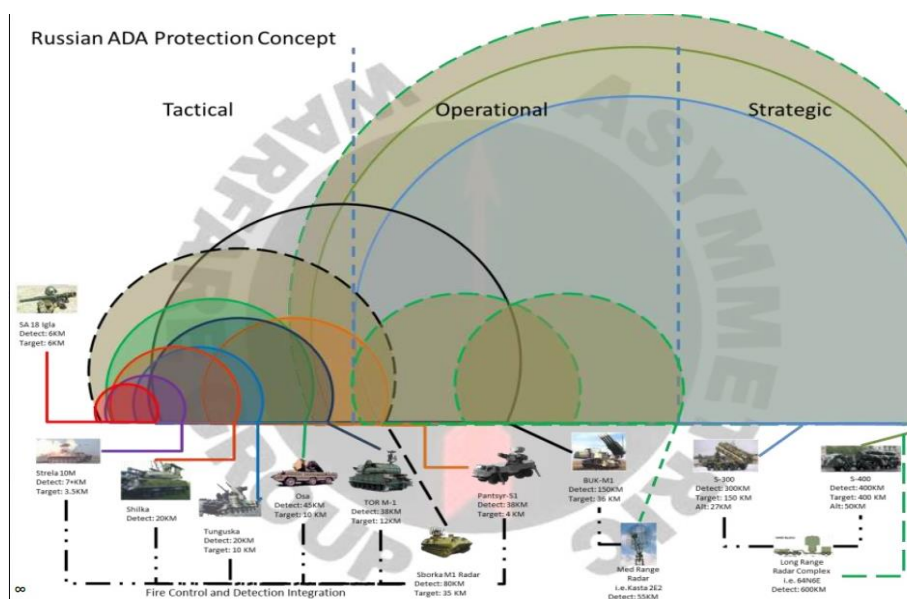


Figura 06: Alcances e faixas de emprego dos materiais utilizados no A2/AD russo
 Fonte: Asymmetric Warfare Group, 2016, p. 8

Na figura acima apresentada, é possível verificar o dispositivo de A2/AD distribuídos em “bolhas”. A descrição do sistema de defesa antiaérea e antimísseis russo, realizada pelo *Center for Strategic & International Studies* (CSIS), vai ao encontro dessa ilustração. Nela, verifica-se que é adotada estrutura de defesa disposta em camadas (*layers*), cujos tamanhos variam de acordo com os sistemas de AAe empregados. No primeiro *layer* é possível realizar o engajamento com sistemas desde 400 Km de alcance e em faixa de altura de 50 Km (Sistemas S-400), até o limite da área de antiacesso pelo engajamento de sistemas como S-300 PMU1 (150 Km de alcance e 27 Km em faixa de altura), proporcionando bolha defensiva de até 800Km de diâmetro. No segundo *layer*, os alvos passam a ser engajados dentro da faixa de negação de área por sistemas como o 9K37BUK e suas variantes (45 a 70 Km de alcance e 22 a 35 Km em faixa de altura). O terceiro *layer* conta com sistemas como o S-125 Neva (15 a 25 Km de alcance e 10 a 15 Km altura) e com o Man Portable Air Defense System (MANPAD) IGLA-S (6 Km de alcance e 3,5 Km em faixa de altura). Ademais os sistemas Pantsir S-1 (20 Km de alcance e 10 Km altura) e o TOR M-1 (12 Km de alcance e 6 Km em faixa de altura) complementam os 2º e 3º layers. A figura abaixo oferece outra perspectiva das “bolhas” defensivas do sistema de defesa antiaéreo e antimísseis russo, empregados no A2/AD:

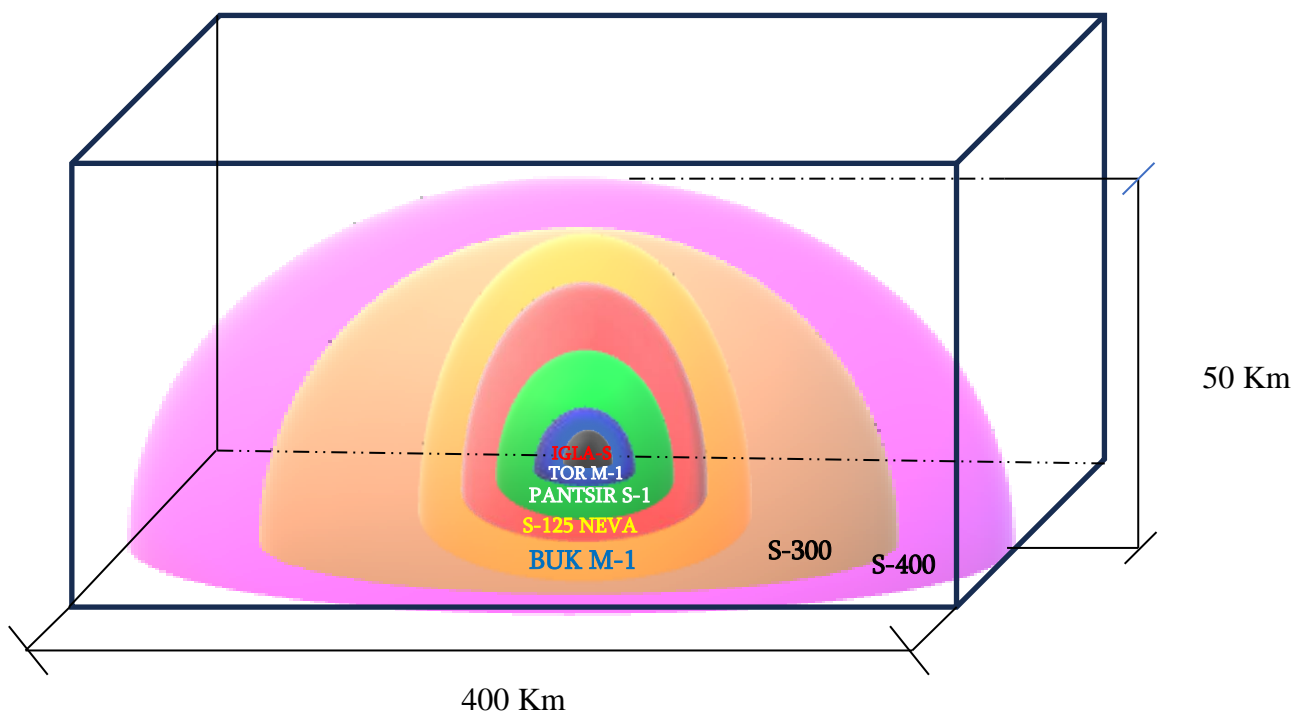


Figura 07: Estrutura de DA Ae da Rússia
 Fonte: OLIVEIRA, 2021, p.35

1.4.3 Antiacesso e negação do uso do EA na China

No caso da China, o desenvolvimento de sistemas voltados para o A2/AD de seu espaço aéreo é mais recente.

As capacidades chinesas de antiacesso incluem força de mísseis balísticos de longo alcance designados para atacar pontos estratégicos bem como bases aéreas e plataformas navais. As capacidades chinesas de negação de área consistem em avançados sistemas de mísseis antinavio e mísseis antiaéreos designados para destruir a mobilidade crítica, bem como navios de superfície e aeronaves. O A2/AD estende-se aos domínios espacial e cibernético que fornecem suporte às operações dos Estados Unidos e são especificamente voltados para impedir a projeção de poder norte-americana (MCCARTHY⁶, 2010, p. 2).

O dispositivo de A2/AD concebido pela China concentra-se na porção oriental do seu território, com vista a fazer face à hipótese de conflito com os EUA ou de disputas pelo domínio dos mares adjacentes ao país, como o Mar do Sul da China. As figuras abaixo ilustram o possível posicionamento dos sistemas de AAAe que mobilizam o A2/AD chinês relacionado ao espaço aéreo, bem como o alcance de mísseis balísticos e aeronaves de Defesa Aérea.

⁶ A tradução do trecho escrito por MCCARTHY foi feita pelo autor



Image: CSBA

Mapa 05: A2/AD do EA chinês
Fonte: TOL 2010, p. 65

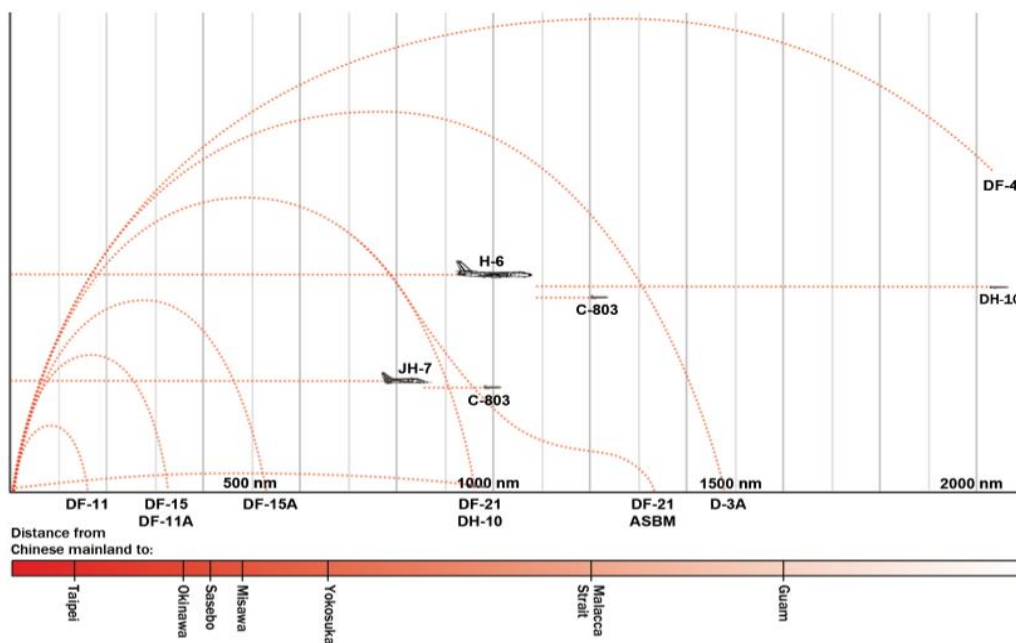


Image: CSBA

Figura 08: alcance de mísseis balísticos e aeronaves de Defesa Aérea
Fonte: TOL 2010, p. 18

De acordo com TOL, esse sistema é constituído pelo que ele intitulou como *Multi-layered Integrated Air Defense Systems (IADS)*, que inclui não apenas os

sistemas de AAAe, mas também largo número de modernas aeronaves para prover a defesa aérea, a fim de ampliar o alcance e a capacidade de antiacesso (TOL, 2010). Essa concepção pode ser verificada na figura acima, na qual observa-se o alcance, em NM, de alguns dos sistemas de mísseis chineses, integrados com sistema de defesa aérea providos por aeronaves da Força Aérea Chinesa, com seus respectivos raios de ação, também em NM. De maneira geral, os sistemas de AAAe utilizados pela China assemelham-se aos utilizados pela Rússia, uma vez que utilizam também os sistemas S-300 e S-400 para promover o antiacesso, além do sistema HQ-9 (200 Km em alcance e 30 Km em altura). Diferem, contudo, quanto à negação de área, na qual a China emprega os Sistema HQ-12 (Alcance de 50 Km e altura de 25 Km) e HQ-6D (Alcance de 18 Km e altura de 12 Km).

CHINA			RÚSSIA		
Sistema	Alc	Fx de Emprego	Sistema	Alc	Fx de Emprego
HQ-12	50 Km	25 Km	BUK M-1	36 Km	22 Km
HQ-6D	18 Km	12 Km	S-125 NEVA	25 Km	15 Km
FN-6	06 Km	3,8 Km	PANTSIR S-1	20 Km	10 Km
-	-	-	TOR M-1	12 Km	06 Km
-	-	-	IGLA-S	06 Km	3,5 Km

Tabela 03: comparação de sistemas de mísseis AAe chineses e russos para negação de área

Fonte: Army Recognition, 2023

1.4.4 A situação brasileira quanto à possibilidade de implementação do A2/AD do seu EA

De acordo com o manual EB70-MC-10.231 – DEFESA ANTIAÉREA, cabe ao SISDABRA a responsabilidade de D Aepe do TN (BRASIL, 2017). Entre os elos permanentes desse Sistema, encontram-se os meios de AAAe do EB, o que pode ser verificado na figura a seguir:

Comando de Defesa Antiaérea do Exército

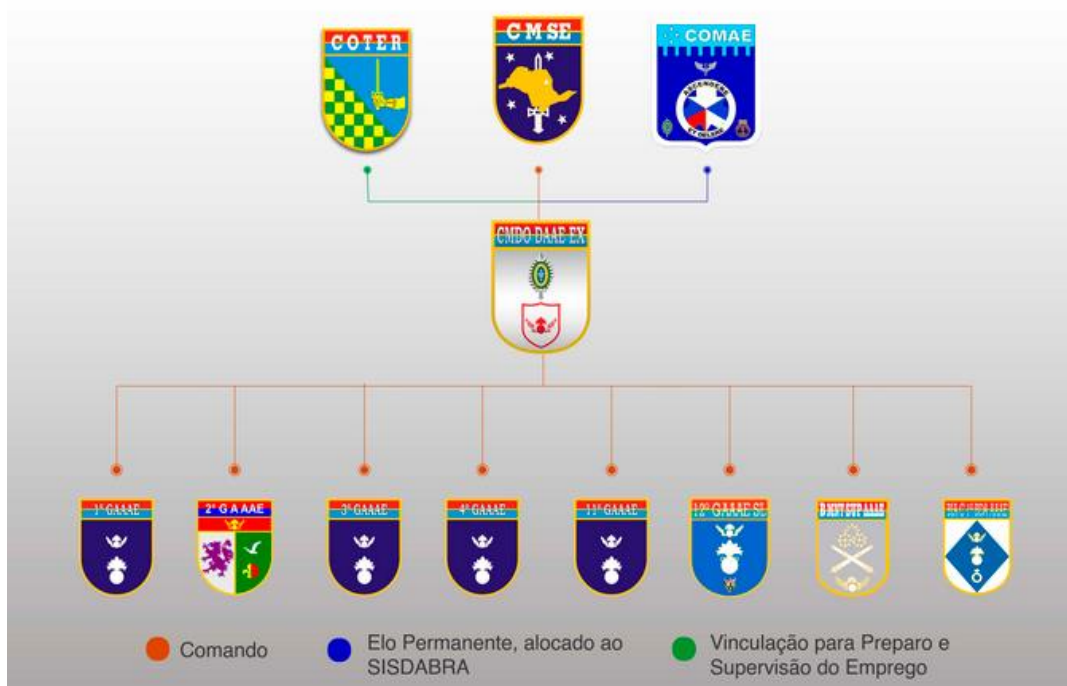


Figura 09: subordinação e organograma do Cmdo DAAe Ex
Fonte: BRASIL, 2023

O Comando de Defesa Antiaérea do Exército (Cmnd DAAe Ex) possui sob seu comando os Grupos de Artilharia Antiaérea (GAAAE), os quais concentram a maior parte dos meios de AAAe disponíveis para a DA Ae no TN. Além dos GAAAE, as Baterias de Artilharia Antiaéreas (Bia AAAe) orgânicas de Brigadas de Infantaria e Cavalaria detêm a posse de outra parcela desses meios. Essas organizações militares são dotadas, atualmente, no que diz respeito ao subsistema de armas, dos seguintes materiais:

- a. Sistema de Mísseis Telecomandados RBS-70, com alcance de 7 Km e faixa de emprego (altura) de 4 Km;
- b. Sistema de Mísseis Portáteis IGLA-S (IGLA 9K338), com alcance de 6 Km e faixa de emprego (altura) de 3,5 Km;
- c. Canhão Automático Antiaéreo 40mm C70 Bofors, com alcance de 4 Km e faixa de emprego (altura) de 3 Km. Trata-se de material existente apenas no 2º, 3º, 4º e 11º GAAAE e encontra-se em processo de desfazimento.

Sobre a classificação dos mencionados sistemas quanto à sua faixa de emprego e alcance, o Manual EB70-MC-10.231 DEFESA ANTIAÉREA estabelece o seguinte:

A AAAe é classificada [...] quanto à faixa de emprego da ameaça aérea: a) baixa altura - atua contra alvos voando até 3.000 m; b) média altura - atua contra alvos voando entre 3.000 e 15.000 m; c) grande altura - atua contra alvos voando acima de 15.000 m [...] O subsistema de armas [...] é classificado, quanto ao alcance, como de: a) muito curto alcance: possui alcance de até 6.000 m; b) curto alcance: possui alcance entre de 6.000 a 12.000 m; c) médio alcance: possui alcance entre de 12.000 a 40.000 m; e d) longo alcance: possui alcance acima de 40.000 m. (BRASIL, 2017, p. 3-3 e 3-5)

Dessa forma, verifica-se que o EB conta com Sistemas de AAAe que atuam apenas na faixa de emprego da baixa altura, com capacidade de engajamento de alvos a muito curto alcance, como pode ser exemplificado na figura abaixo:

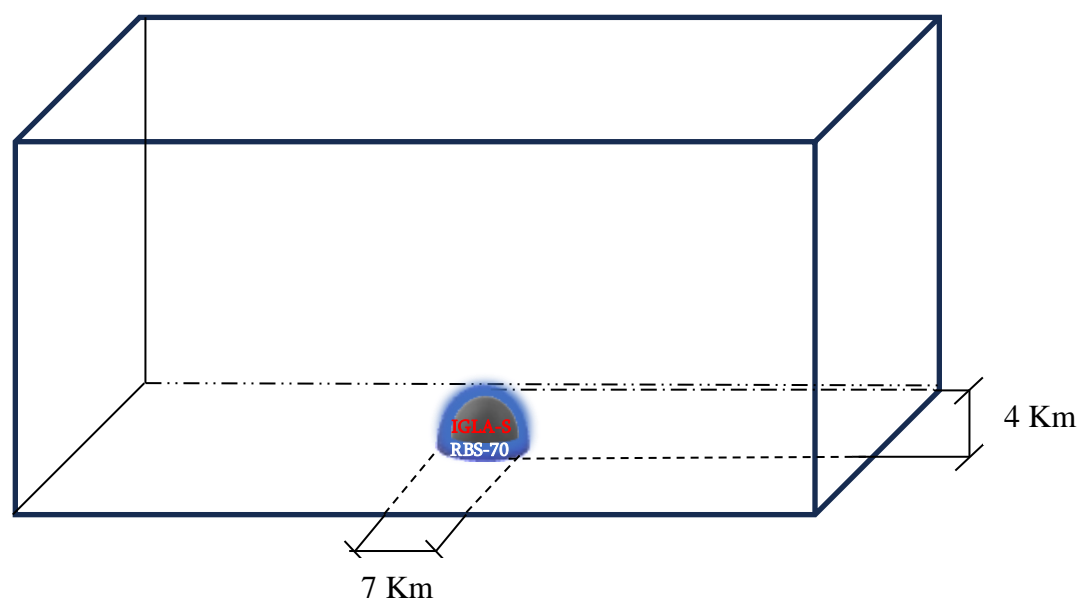


Figura 10: Estrutura de DA Ae do Brasil
Fonte: OLIVEIRA 2021, p. 36

Comparando-se com os sistemas de AAAe disponíveis nos países anteriormente abordados, observa-se que, em comum, tanto os EUA, quanto a Rússia e a China contam com aparato de alto nível tecnológico e capacidade de atuação nas faixas de emprego de baixa, média e grande alturas. Além disso, atuam em conjunto com diversas outras capacidades para que possam cumprir suas finalidades de forma mais efetiva na implementação do A2/AD. Diferentemente, no caso brasileiro nota-se claramente a ausência de Sistemas de AAAe com capacidade de atuação nas faixas de emprego de média e grande alturas e com possibilidade de engajar alvos a longa, média e curta distâncias. Nessa atual situação, não é possível para o EB contribuir de

forma plena para a estruturação de defesa baseada no A2/AD no que diz respeito ao espaço aéreo, nos moldes que tem sido verificado nos exemplos já abordados.

1.5 CONCLUSÕES PARCIAIS

Diante do que foi apresentado no presente capítulo, é possível inferir de forma parcial as seguintes conclusões:

As estruturas de defesa baseadas no Antiacesso e Negação de Área (A2/AD) são compostos por meios aéreos, navais, terrestres, espaciais e cibernéticos, de diferentes alcances, dispostos em profundidade, os quais atuam de forma integrada guiados por um único sistema de comando e controle. Especificamente em relação ao espaço aéreo, exigem capacidades de AAAe que possibilitem a atuação nas faixas de emprego da grande, média e baixa alturas, e que permitam engajar alvos no longo, médio, curto e muito curto alcances;

Ademais, os Sistemas de DA Ae empregados no A2/AD necessitam de grande nível de suporte em comando e controle, sobretudo no tocante aos subsistemas de controle e alerta, com radares que possibilitem realizar a detecção a longas distâncias, haja vista o alcance de materiais como, por exemplo, o Sistema S-400 (400 Km) e demais componentes que possibilitem a interface necessária com os sistemas de armas para a realização do engajamento preciso de alvos.

Nesse cenário, verifica-se que, atualmente, o EB possui significativas lacunas de capacidades para contribuir com a hipótese da estruturação de um dispositivo defensivo baseado no A2/AD no tocante ao EA. Isso se deve à ausência de meios de AAAe para atuação nas faixas de grande e média alturas, bem como engajamento de alvos a longa, média e curta distâncias. Soma-se a isso a aparente defasagem tecnológica da indústria nacional que possibilite desenvolver, na plenitude, sistemas que possam preencher essas lacunas de capacidade.

Desse modo, observa-se que é quase certo que será inviável promover o A2/AD relacionado ao EA, no que compete aos Sistemas de AAAe, de forma a cobrir todos os limites territoriais brasileiros, devido à situação orçamentária dos recursos destinados à Defesa aparentemente impossibilitar a aquisição de quantidade de sistemas compatível com as dimensões continentais do Brasil.

Por fim, a infraestrutura de transportes brasileira constitui grande óbice à mobilidade estratégica dos Sistemas de AAAe capazes de atuar em um contexto de

A2/AD. Essa realidade pode constituir limitação às opções para alocação de Sistemas AAe de Me Atu/Me Alc e de G Altu/G Alc que o EB possa vir a obter nos próximos anos, reforçando a necessidade de avaliação judiciosa da localização das Unidades nas quais esses sistemas serão alocados.

2. CAPACIDADES PARA A F Ter ATUAR NO A2/AD RELACIONADO AO EA: POSSIBILIDADES DE OBTENÇÃO E ALOCAÇÃO DE SISTEMAS DE DA Ae

Como forma de favorecer o encadeamento de ideias e facilitar a compreensão, este capítulo será estruturado da seguinte forma:

Inicialmente, serão verificados os aspectos Organização e Material relacionados às capacidades de AAAe das quais a F Ter já dispõe e como podem ser empregadas, em proveito do A2/AD. Em um segundo momento, com base na coleta de dados realizada, serão abordadas as necessidades de obtenção, em termos de sistemas de DA Ae (aspecto Material), para que o EB possa alcançar capacidades que permitam à F Ter possa promover o antiacesso e a negação de uso do EA e, desse modo, contribuir com a implementação de estratégia de defesa baseada no A2/AD. Nesse contexto, serão destacadas as medidas em curso, tanto no Ministério da Defesa (MD) quanto no próprio EB.

Posteriormente, e ainda com base na coleta de dados, serão propostas formas de obtenção, procurando destacar as possibilidades preconizadas nas Instruções Gerais para Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar (EB10-IG-10.018) e da indústria nacional, bem como a alocação no TN, como parte do aspecto Organização, de eventuais sistemas de DA Ae que possam vir a ser obtidos.

2.1 CAPACIDADES AAAe ATUALMENTE DISPONÍVEIS NO EB

Conforme já descrito nesse trabalho, as capacidades para serem consideradas efetivas devem abranger os aspectos doutrina, organização, adestramento, material, ensino, pessoal e infraestrutura (DOAMEPI). Considerando as limitações de estudo do presente trabalho, serão tratados os aspectos Organização e Material.

2.1.1 Organização

De acordo com dados do Cmdo DAAe Ex, suas OMDS encontram-se assim articuladas no TN:



Mapa 06 Articulação das OMDs Comdo DAAe Ex no TN
 Fonte: (BRASIL, 2023)

Ademais, as Bia AAe orgânicas das Bda Inf/Cav, dispersas no TN encontram-se assim localizadas:



Mapa 07 Articulação das Bia AAe orgânicas das Bda Inf/Cav
 Fonte: o autor

As ilustrações acima permitem inferir que é possível prover DA Ae de Estruturas estratégicas e de tropas em qualquer local do Brasil, ainda que existam regiões do TN que não contem com a presença de OM AAAe. Nesse caso, as demandas de DA Ae que porventura possam existir nesses locais poderão ser atendidas por OM AAAe presentes em regiões próximas, devido à grande capilaridade dessas organizações no Brasil.

2.1.2 Material

Quanto aos sistemas atualmente disponíveis nessas OM AAAe, podem ser apontados os seguintes:

2.1.2.1 Subsistema de Armas

2.1.2.1.1 Sistema RBS 70



Figura 11: Sistema RBS-70
Fonte: BRASIL, 2023

Características	
Unidade de Emprego (U Emp)	01 Seção (Seç) composta por 03 Unidades de Tiro (U Tir) Telecomandadas
Altura	4.000 m
Alcance	7.000 m
Guiamento	Facho Laser

Tabela 04: Características do Sistema RBS-70
Fonte: BRASIL, 2015

De acordo com o Manual EB70-MC-10.231 – DEFESA ANTIAÉREA, dentre os escalões de AAAe os GAAAe contam com sistemas de mísseis telecomandados, bem como as Bia AAAe orgânicas das Bda Inf/Cav. Exceção se faz em relação à 5ª Bia AAAe L e à 21ª Bia AAAe Pqdt, que, pela natureza de seu emprego devem contar com sistemas de mísseis portáteis.

2.1.2.1.2 Sistema IGLA-S



Figura 12: Sistema IGLA-S
Fonte: BRASIL, 2018

Características	
U Emp	01 Seç a 04 a 06 U Tir Msl Portátil
Altura	3.500 m
Alcance	6.000 m
Guiamento	Assinatura térmica – Infravermelho

Tabela 05: Características do sistema IGLA-S
Fonte: BRASIL, 2015

De acordo com o manual mencionado no tópico anterior, dentre os escalões de AAAe os GAAe contam com sistemas de mísseis portáteis, assim como a 5ª Bia AAAe L e a 21ª Bia AAAe Pqdt, pela natureza de seu emprego.

2.1.2.1.3 VBC AAe Gepard



Figura 13: VBC AAe Gepard
Fonte: PADILHA, 2022

Características	
U Emp	01 Seç a 04 U Tir
Altura	4.000 m
Alcance	4.000 m
Calibre	35mm

Tabela 06: Características Sistema Gepard
Fonte: Army Recognition, 2023

A VBC AAe Gepard constitui material de dotação da 6ª Bia AAAe AP e da 11ª Bia AAAe.

2.1.2.1.4 Canhão AAe Au C70 Bofors

Embora, conforme consta Manual EB70-MC-10.231 – DEFESA ANTIAÉREA o escalão GAAe seja possua baterias de canhões, os Canhões AAe Au C70 Bofors

que dotam o 2º, 3º, 4º e 11º GAAe, entraram em fase de desativação, conforme Portaria – EME/C Ex 994, de 17 de março de 2023.

2.1.2.2 Sistema de Controle e Alerta

2.1.2.2.1 Radar SABER M60



Figura 14: Radar SABER M60
Fonte: BRASIL,

Características	
Alcance Antena do módulo primário	60 Km
Alcance Antena do módulo secundário	80 Km
Alcance Vertical	5.000 m
Sistema de identificação IFF	Possui

Tabela 07: características do Rdr SABER M60
Fonte: BRASIL, 2016

O Radar SABER M60 constitui sensor de busca o qual é de dotação de todos os GAAe e Bia AAAe orgânicas das Bda Inf/Cav, exceto da 6ª Bia AAAe AP e da 11ª Bia AAAe AP.

2.1.2.2.2 Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico (COAAe EIt) de Seq AAAe



Figura 15: COAAe EIt Seq AAAe
Fonte: PADILHA, 2017

Características	
Enlace com Radar SABER M60	Eqp Radio Harris 2 a 8 Km Cabo Ethernet 100m
Capacidade de coordenação e controle	04 a 06 U Tir
Capacidade de Operação	02 Estações de Trabalho com Uniades de Visualização (UV)

Tabela 08: características do COAAe EIt Seq AAAe
Fonte: BRASIL, 2016

2.1.2.3 Sistema de Comunicações

Os diversos enlaces entre o Radar SABER M60 e o COAAe são realizados, atualmente, por Rádios da família Harris. De igual forma, as comunicações entre o COAAe Elt Seq AAAe e as U Tir é feito pela mesma família de rádios.

Com base nos dados técnicos e aliados aos demais aspectos apresentados acima, é possível corroborar que está presente na F Ter a capacidade de prover a DA Ae na faixa de emprego da baixa altura e de engajar alvos a muito curto alcance. Segundo análise feita pelo Tenente-Coronel Eugênio, Gerente Adjunto do EB no Pjt Obtç Cj S AAAe Me Altu/Me Alc, em coleta de dados realizada no escopo desta pesquisa, considerando as capacidades necessárias para estabelecer o A2/AD em relação ao EA, a F Ter não possui condições de realizar o antiacesso e que pode realizar precariamente a negação de área por possuir apenas AAAe de baixa altura.

2.2 POSSIBILIDADES RELACIONADAS AOS SISTEMAS DE DA Ae: COMPOSIÇÃO DE CAPACIDADES DE AAAe NO ASPECTO MATERIAL.

Conforme verificado no 1º Capítulo, as capacidades de AAAe para possibilitar o A2/AD do uso do espaço aéreo relacionam-se com sistemas que atuem nas faixas de emprego da grande, média e baixa alturas, e que permitam engajar alvos no longo, médio, curto e muito curto alcances. Além disso, necessitam de grande nível de suporte em comando e controle, sobretudo no tocante aos subsistemas de controle e alerta, com radares capazes de realizar detecção a longas distâncias, e demais componentes que realizem a interface necessária com os sistemas de armas para o engajamento preciso de alvos.

A coleta de dados realizada no bojo desta pesquisa, aliada ao arcabouço analítico já apresentado, será importante para tratar dos aspectos acima mencionados, de forma a conduzir o raciocínio para o levantamento das possibilidades de sistemas de DA Ae que melhor poderão atender à composição material das capacidades de AAAe necessárias para que a F Ter possa contribuir com a estruturação de defesa baseada no A2/AD.

Essa coleta de dados foi baseada na distribuição de questionários ao Sr. Coronel Alexandro Henrique Silva, ao Sr. Coronel Fábio Ribeiro Gonçalves de Oliveira e ao Sr. Tenente-Coronel Carlos Eugênio Kopp Jantsch, e na análise das respectivas

respostas à luz do problema central desta pesquisa e seus objetivos. Cabe destacar que todos esses militares possuem vastas experiências relacionadas à AAAe, além do fato de que todos exerceram ou exercem funções relacionadas ao Prg EE DAAe e ao Pjt Obtç Cj S AAAe Me Altu/Me Alc, os quais possuem grande protagonismo no planejamento e obtenção das capacidades relacionadas à AAAe.

A análise das informações obtidas por meio da mencionada coleta de dados, quanto à faixa de emprego e alcance dos sistemas de DA Ae a comporem o aspecto Material das capacidades em estudo, permite realizar apontamentos importantes. Sobre como as ameaças aéreas poderiam, em tese, ser impedidas de acessar o EA em uma determinada porção do TN, as respostas indicaram, ressalta-se que de forma unânime, que são primordiais a disponibilidade de sistemas de DA Ae de G Altu/Longo Alc para esse fim. Além disso, com base no fundamento de defesa antiaérea “Defesa em Profundidade”, os sistemas de DA Ae de Me Altu/Me Alc são necessários para complementar a defesa, a fim de realizar a negação do espaço aéreo. Nesse ensejo, ainda, torna-se oportuno descrever na íntegra a resposta fornecida pelo Cel Ribeiro Gonçalves sobre esse aspecto:

“Neste contexto, cabe destacar que cada categoria de sistemas possui qualidades específicas que lhes permitem aplicações setorizadas dentro do conceito operacional de A2AD. Os Sistemas de DA Ae de Grande Altura e Longo Alcance devem ter como missão primária a geração de antiacesso no espaço aéreo do território inimigo. Além disso, devem contribuir, de modo subsidiário, para a negação do uso espaço aéreo nacional ao inimigo e com a defesa antiaérea territorial. Já os meios de Defesa Antiaérea de Média Altura/Médio Alcance devem primariamente realizar a negação do uso do espaço aéreo nacional ao inimigo e realizar a defesa antiaérea de área (Z Aç CEx, grandes áreas industriais, etc); e de modo secundário, contribuir com a defesa antiaérea de tropas e Pontos Sensíveis. Os meios de Defesa Antiaérea de curto alcance devem contribuir com a negação do uso espaço aéreo nacional ao inimigo e realizar a defesa antiaérea de tropas (Z Aç DE) e áreas sensíveis. Por fim, os sistemas de muito curto alcance realizar a defesa antiaérea de tropas (Z Aç Bda; Btl) e Pontos Sensíveis; e subsidiariamente contribuem com a negação do uso espaço aéreo nacional ao inimigo”⁷

Quanto às características dos sistemas de DA Ae para prover o A2/AD que poderiam ser do melhor interesse do EB em obter, foi apontado que aquisição de Sistemas de Grande Altura (pelo menos 20 km de altura) e Longo Alcance (com pelo menos 100km de alcance) que possam ser disparados verticalmente e simultaneamente contra diversos tipos de alvos seriam importantes para atuar contra

⁷ Esse trecho foi transcrito de questionário respondido pelo Cel Art Fábio Ribeiro Gonçalves de Oliveira, em 26 de Julho de 2023.

as ameaças aéreas que já existem no entorno estratégico brasileiro. Ademais, como forma de otimizar uma eventual obtenção, foi indicado como sendo importante que esses sistemas pudessem disparar mísseis de médio e longo alcance a partir das mesmas unidades de tiro.

Em função das grandes dimensões territoriais do Brasil, além de atuar nas faixas de emprego de grande e média alturas, bem como de engajar alvos no longo e médio alcances, os sistemas de DA Ae precisariam ter como características a possibilidade de mobilidade estratégica, a fim de poder prover o A2/AD em qualquer parte do TN.

Devido à possibilidade de acesso de ameaças inimigas, em TO que seja estabelecido no TN, a partir de qualquer direção com relação às DA Ae estabelecidas, dada a vastidão do território brasileiro, crescem de importância o emprego de sistemas de DA Ae Me Altu / Me Alc e de baixa altura (nos variados alcances de seus Subistemas de Armas), de forma a permitir engajamento a medias, curtas e muito curtas distâncias.

À luz dos apontamentos realizados acima, e considerando o conteúdo da Portaria nº 4181/GM-MD, de 11 de dezembro de 2020, a qual aprova os Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC) para o Sistema de Artilharia Antiaérea de Média Altura /Médio Alcance das Forças Armadas - ROC Nº 54/2020, algumas características que os sistemas de DA Ae necessitarão possuir para comporem as capacidades de AAAe podem ser destacadas a seguir.

O Sistema deve ser capaz de engajar, com efetividade, ameaças aeroespaciais nos seguintes parâmetros (sem que os valores máximos necessitem ser atingidos simultaneamente):

- a. Mínimo alcance horizontal de engajamento não superior a 2.000 metros;
- b. Máximo alcance horizontal de engajamento não inferior a 40.000 metros;
- c. Mínimo alcance vertical de engajamento não superior a 50 metros; e
- d. Máximo alcance vertical de engajamento não inferior a 15.000 metros.

O Sistema deve engajar, de modo geral, ameaças aeroespaciais como aeronaves de asa fixa, helicópteros, veículos aéreos remotamente pilotados, mísseis de cruzeiro e bombas guiadas.

Deve possuir Radar de Vigilância orgânico, capaz de ser integrado à rede de Radares do SISDABRA e ao Comando da Defesa Aeroespacial determinado.

O Radar de Vigilância do Subsistema de Controle e Alerta deve ser capaz de detectar alvos múltiplos a uma distância que varie entre 2 (dois) e, no mínimo, 200 (duzentos) Km contra alvos se deslocando entre o nível do mar até 20.000 (vinte mil) metros de altura, pelo menos.

Deve possuir, pelo menos, um COAAe com capacidade de receber e transmitir dados, a fim de participar da obtenção de dados da situação aérea geral e/ou regional e/ou local, por meio da detecção radar, em tempo real.

O Subsistema de Armas deve ser composto por, no mínimo, 03 (três) Unidades de Tiro (lançadoras).

O Sistema deve possuir capacidade de comunicação entre seus subsistemas utilizando, pelo menos, comunicação por rádio (voz e dados) e data link por rede com criptografia de dados.

Deve ter a capacidade de permitir a integração dos sistemas C4I (Comando, Controle, Comunicações, Computação e Inteligência) do Sist DAAe Me Altu/Alc com aqueles utilizados pelas Forças Armadas brasileiras.

O Sistema deve ser transportável:

- a. por meio fluvial, em balsas ou barças das Forças Armadas brasileiras;
- b. por meio aéreo, em aeronaves KC-390 e C-130; e
- c. por meio marítimo e capaz de ser carregado e descarregado por embarcações da Marinha do Brasil.

É importante salientar que, a Portaria nº 4181/GM-MD trata apenas de Sistemas de DA Ae para atuação na faixa de emprego de Me Altu e engajamento de alvos a médio alcance. Contudo, com base nos requisitos destacados, bem como as nas considerações elencadas na coleta de dados, é possível, também considerar Sistemas de DA Ae G Altu/Longo Alc. Desse modo, com base nesses critérios gerais, podem ser apontados, na tabela a seguir, algumas possibilidades de sistemas de DA Ae que poderiam ser empregados em boas condições para promover o antiacesso e a negação de uso do espaço aéreo:

Tabela 04: possibilidades de sistemas DA Ae e comparativo de suas características com os dados coletados na pesquisa e do ROC

Sistema	Origem	Altura (Km)	Alcance (Km)	Quantidade de Lançadoras	Alcance de Detecção Rdr	Centro⁸ C² orgânico	Integração Sistemas C² FA brasileiras	Capacidade⁹ engajar múltiplas ameaças	Transportabilidade
THAAD	EUA	150	200	Até 09	3.000 Km	Sim	Não comprovada	Apenas Msl balísticos	Sim
Patriot PAC-3	EUA	24	160	Até 08	100 Km	Sim	Não comprovada	Sim	Sim
NASAMS	Noruega	15	40	Até 03	120 Km	Sim	Não comprovada	Sim	Sim
S-400	Rússia	50	400	Até 08	400 Km	Sim	Não comprovada	Sim	Não comprovada
S-300 PMU-1	Rússia	27	150	Até 12	300 Km	Sim	Não comprovada	Sim	Não comprovada
HQ-9	China	30	200	Até 06	120 Km	Sim	Não comprovada	Sim	Não comprovada
Spyder-MR	Israel	16	60	Até 06	475 Km	Sim	Sim	Sim	Sim

⁸ Similar ao que pode ser considerado como COAAe.

⁹ Conforme requisito discriminado anteriormente

SAMP-T	França	50	100	Até 06	600 Km Msl 350 Km Anv	Sim	Não comprovada	Sim	Sim
EMADS	França	>15	45	Customizado ¹⁰	Customizado	Sim	Sim	Sim	Sim
BUK M-3	Rússia	35	70	03	85 Km (Rdr Tiro)	Sim ¹¹	Não comprovada	Sim	Não comprovada
BUK M-2	Rússia	24	50	03	85 Km (Rdr Tiro)	Sim	Não comprovada	Sim	Não comprovada
IRIS-T	Alemanha	20	40	Até 03	120 Km	Sim	Sim	Sim	Sim
TOR M-1	Rússia	06	12	04	25 Km (Rdr Tiro)	Sim	Não comprovada	Sim	Não comprovada
Barak	Israel	20-30	35-150	Customizado	Customizado	Sim	Sim	Sim	Não comprovada
PANTSIR S-1	Rússia	10	20	Até 06	36 Km	Sim	Não comprovada	Sim	Não comprovada

Tabela 04: possibilidades de sistemas DA Ae e comparativo de suas características com os dados coletados na pesquisa e do ROC
Fonte: Army Recognition, 2023

¹⁰ Trata-se de sistema que possui capacidade de integrar qualquer radar de vigilância, bem como configurações de lançadoras a critério das Forças Armadas que venham a adquirir o sistema. No caso do Barak, aparentemente o mesmo sistema possui capacidade de integrar lançadoras para mísseis de Médio e longo alcance;

¹¹ Embarcado na própria Vtr Lançadora/Radar



Conjunto de Fotos 01: Sistemas de DA Ae G Altu/Longo Alc e Me Altu/ Me Alc
Fonte: Army Recognition, 2023



Figura 11: Sistema DA Ae EMADS
Fonte: MBDA, 2023



Figura 12: Sistema DA Ae Spyder-MR
Fonte: RAFAEL Systems, 2023

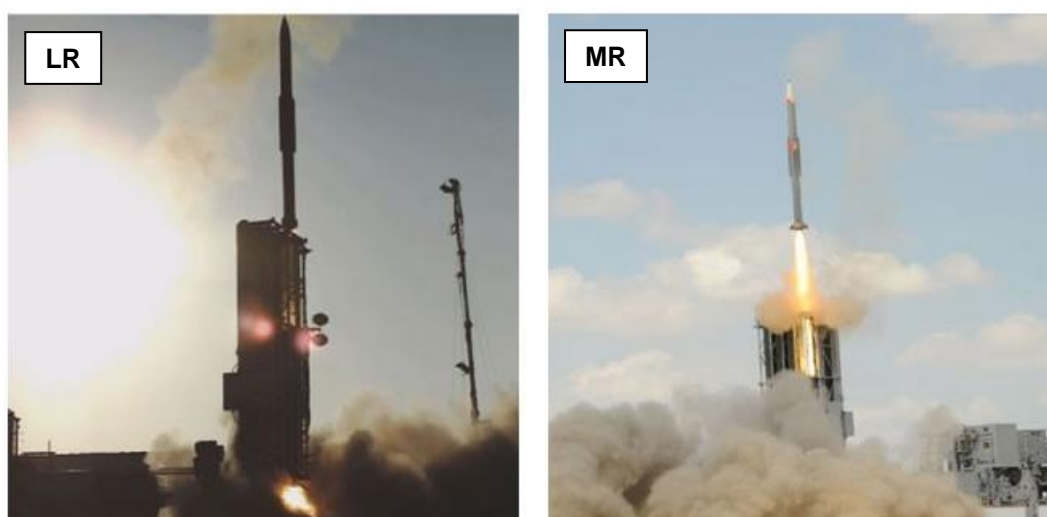


Figura 13: Sistema DA Ae Barak MR/LR
Fonte: IAI, 2023

Os sistemas apresentados na tabela acima constituem alguns dos vários sistemas de DA Ae utilizados no mundo que podem ser empregados de forma eficiente em dispositivos de A2/AD, especificamente em relação ao espaço aéreo. Verifica-se que dentre esses sistemas, alguns, em tese, atendem plenamente aos requisitos destacados e às características apontadas na coleta de dados. Outros atendem parcialmente e, por se tratarem de sistemas utilizados por muitos países ocidentais, é possível que atendam a todos os requisitos, demandando análises mais detalhadas. De maneira geral, os sistemas empregados pela Rússia e pela China, possuem arquitetura que, em tese, não permitiriam sua integração com os sistemas

de C² utilizados pelas FA, além de possuírem complicações relacionadas a aspectos logísticos de manutenção, com impactos para a gestão do ciclo de vida desses sistemas.

2.3 POSSIBILIDADES RELACIONADAS AOS SISTEMAS DE DA Ae: COMPOSIÇÃO DE CAPACIDADES DE AAAe NO ASPECTO ORGANIZAÇÃO.

De acordo com os aspectos abordados no item 2.1.1 deste trabalho, verificou-se que, no aspecto organização, as capacidades de AAAe disponíveis atualmente para a F Ter articulam-se em, praticamente, todas as regiões do TN. Idealmente, esse cenário deveria ser reproduzido para as futuras capacidades de AAAe, quanto ao aspecto organização, que venham a ser obtidas no futuro. Contudo, como já constatado anteriormente, a situação orçamentária do país, em termos de defesa, não possibilita a obtenção de sistemas de DA Ae de Me Altu/Me Alc e de G Altu/ G Alc em quantidade necessária para promover articulação no TN semelhante ao que se observa em relação às atuais capacidades.

Sobre essa problemática, os dados coletados por meio dos questionários distribuídos durante a pesquisa fornecem apontamentos que permitem estabelecer direcionamento relacionado a como as capacidades de AAAe que venham a ser obtidas, com o intuito de permitir à F Ter contribuir com o A2/AD, poderão ter sua composição quanto ao aspecto organização. Nesse sentido, destacam-se as seguintes informações:

Quanto aos locais nos quais entende-se que os sistemas de DA Ae que eventualmente venham a ser obtidos poderiam ser alocados, os dados coletados apontaram, de forma unânime, que a Região Sudeste, o Planalto Central e a Região Amazônica deveriam possuir OM AAAe com essas capacidades, uma vez que possuem, respectivamente, os principais polos brasileiros relacionados à indústria e à pesquisa e desenvolvimento tecnológicos; os principais polos de poder e alta administração federal; e fontes estratégicas de biodiversidade, hídricas e minerais, as quais ainda não foram dimensionadas com a exatidão adequada e que despertam grande interesse internacional.

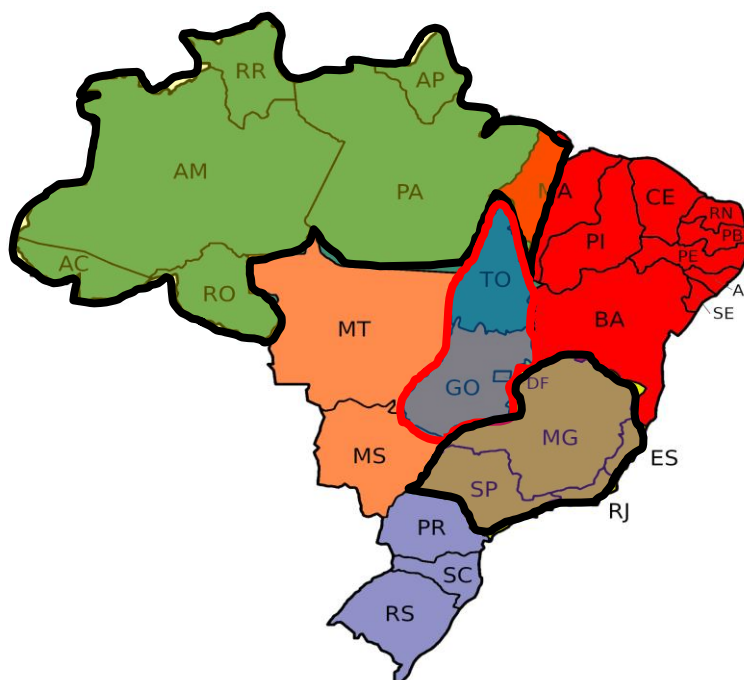
No tocante à priorização das regiões mencionadas acima, na impossibilidade de abrangência do A2/AD em todas essas importantes partes do TN, em função de provável impossibilidade de obtenção de sistemas de DA Ae de G Altu/Longo Alc e de

Me Altu/Me Alc em quantidade suficiente, a Região Sudeste, especificamente na área próxima ao litoral onde se encontra o maior núcleo produtivo do País, bem como a Amazônia, sobretudo onde se localiza a Foz do Rio Amazonas, devem ser priorizadas, uma vez que a própria A Estratégia Nacional de Defesa (END) elenca essas regiões como áreas prioritárias de defesa.

Em relação aos desafios para a manutenção das capacidades AAAe que venham a ser obtidas para a implementação do A2/AD e seu emprego em qualquer parte do TN, foi ressaltado que, além da instalação das OM nas regiões de provável emprego, a mobilidade estratégica dos meios deve ser uma premissa e que, dentro das Hipóteses de Emprego, o transporte dos meios deva ser previamente planejado e treinado.

Por fim, o Plano Estratégico do Exército 2020-2023 (PEEx 2020-2023) estabelece, no item 1.1.6.8, a transformação de 01 (um) Grupo de Artilharia de Campanha (GAC) em GAAAe Me Altu. Caso essa atividade seja mantida dentre as ações estratégicas do PEEx 2024-2027, a estruturação das capacidades de AAAe, em relação ao aspecto organização, contarão com direcionamento ainda maior, restringindo sua localização às guarnições da Região Sudeste, da Região Amazônica e do Planalto Central que já possuem GAC.

O mapa abaixo ilustra as possibilidades de composição, no aspecto organização, das capacidades de AAAe já mencionadas:



Mapa 08: regiões prioritárias para a organização das capacidades de AAAe relacionadas ao A2/AD
Fonte: o autor

2.4 MODELOS POSSÍVEIS PARA A OBTENÇÃO DOS SISTEMAS DE DA Ae

Conforme já abordado anteriormente nesse capítulo, a obtenção dos sistemas de DA Ae de G Altu/G Alc e de Me Altu/Me Alc representam o alcance do aspecto material do DOAMEPI relacionado à capacidade de AAAe para estabelecer o antiacesso e a negação do uso do espaço aéreo. Ademais, verificou-se que os sistemas de DA Ae enquadram-se no que o EB categoriza como SMEM, possuindo, em consequência, o que se denomina como Ciclo de Vida. Segundo as Instruções Gerais para Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar (EB10-IG-01.018), conceitua o Ciclo de Vida da seguinte maneira:

Ciclo de vida compreende toda a trajetória de existência do SMEM, desde a concepção até o desfazimento. Esse ciclo inicia com a descrição das condições necessárias para que o SMEM preencha uma lacuna de capacidade ou necessidade operacional; segue para a definição dos requisitos e do conceito do SMEM; prossegue na obtenção, nos testes e nas avaliações, na produção, no emprego e no apoio logístico (Log), na revitalização ou modernização/repotencialização (quando for o caso); e conclui com a desativação e o desfazimento. (BRASIL, 2022, p. 7)

Ademais, esse mesmo documento estabelece, no seu Artigo 25, que a Gestão do Ciclo de Vida (GCV) dos SMEM divide-se em fase de concepção; fase de obtenção; fase de produção; operação e apoio; e fase de desfazimento (BRASIL, 2022, p. 15). Quanto à fase da obtenção, a qual está em parte contida nos objetivos de pesquisa desse trabalho, a definição de como será conduzida decorre de Reunião Decisória (RD), após encerrada a fase anterior do GCV, no caso a fase da concepção do SMEM, na qual são gerados os insumos que orientam essa definição. Essa 1ª RD é convocada pelo Estado-Maior do Exército (EME), Órgão de Direção Geral (ODG) do EB, dela participando todos os órgãos interessados na obtenção e gestão de determinada capacidade. Sobre esse aspecto, o EB10-IG-01.018 aborda o que se segue:

A 1ª Reunião Decisória (RD) é convocada pelo Órgão de Direção Geral (ODG) após receber a versão aprovada do Estudo de Viabilidade (EV) e a publicação das Condicionantes Doutrinárias e Operacionais (CONDOP), dos Requisitos Operacionais (RO) e dos Requisitos Técnicos (RT) dos SMEM, para definição das seguintes linhas de ação quanto à obtenção: I - interrupção do ciclo de vida de SMEM, com ordem de novos estudos para preencher lacuna ou manter capacidade; II - obtenção de SMEM de prateleira; III - obtenção de SMEM por desenvolvimento; IV - obtenção de SMEM de prateleira e por desenvolvimento/integração; ou V - obtenção conjunta proposta pelo EB e ratificada pelo EMCFA/Ministério da Defesa, em consonância com as IOC e os ROC publicados (BRASIL, 2022, p. 19)

Desse modo, são estabelecidos os modelos possíveis para a obtenção dos sistemas de DA Ae para alcançar capacidades que possibilitem à F Ter contribuir com o estabelecimento de defesas baseadas no A2/AD, os quais passarão a ser brevemente abordados.

2.4.1 Obtenção de Prateleira

As Instruções Gerais EB10-IG-01.018 estabelecem como SMEM de prateleira um produto ou sistema de defesa comercializado que está disponível para aquisição e que, normalmente, é colocado em operação sem modificação (BRASIL, 2022, p. 5). Os sistemas de DA Ae anteriormente apresentados podem ser enquadrados nessa categoria. Sobre esse assunto, alguns apontamentos podem ser realizados considerando os aspectos verificados na coleta de dados, oriunda dos questionários realizados nesta pesquisa.

Quanto à viabilidade de o EB obter essas capacidades no curto/médio prazo, seria viável caso fosse feita opção pela aquisição no exterior de sistemas de AAAe Me Altu/Me Alc já desenvolvidos, dependendo de priorização destas aquisições pelo Ministério da Defesa.

Em relação a sistemas de DA Ae G Altu/Longo Alc, não há perspectiva imediata, exceto se o Sistema de DA Ae de Me Altu/Me Alc que venha a ser adquirido possua condições técnicas para também atuar na faixa de emprego de grande altura.

Nesse sentido, verifica-se que esse modelo de obtenção poderia tornar mais célere o alcance das capacidades de AAAe, no que diz respeito ao aspecto material, para atuar no A2/AD. Contudo, esse modelo de obtenção restringir-se-ia por definição, aos sistemas que pudessem ser integrados à arquitetura de C² das FA brasileiras sem modificações de vulto, uma vez que os ROC estabelecem esse requisito. Sistemas de DA Ae que possuem possibilidades de customização, tais como o EMADS ou o Barak, poderiam constituir opções mais próximas do que poderia ser realizado a título de obtenção de prateleira. Por outro lado, sistemas de DA Ae Me Altu/Me Alc e de G Altu/Longo Alc de origem russa ou chinesa possuem severas dificuldades para poderem ser enquadrados nesse modelo de obtenção.

2.4.2 Obtenção por desenvolvimento

As Instruções Gerais EB10-IG-01.01 dispõem que um SMEM a ser desenvolvido ou em desenvolvimento é aquele cujas tecnologias críticas alcançaram nível de prontidão tecnológica (TRL—**technology readiness level**) que permita a verificação de suas funções críticas em ambiente relevante.

De acordo com a agência governamental dos EUA *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), instituição que criou o TRL, este constitui-se em um sistema de medição utilizado para verificar o nível de maturidade de determinado projeto tecnológico, por meio de parâmetros de avaliação para cada nível tecnológico, ranqueando-o com base no seu progresso, o qual varia entre TRL 1 a TRL 9 (EUA, 2021).

Ademais, as instruções gerais mencionadas acima também estabelecem, no seu Artigo 2º, o que se segue:

§ 4º Cabem às instituições científicas, tecnológicas e de inovação (ICT), integrantes e/ou parceiras do Órgão de Direção Setorial (ODS) de Ciência e Tecnologia (C&T) do Exército, e aos órgãos de produção civil ou 51lco u51y, integrantes da Base Industrial de Defesa (BID), avaliar a prontidão tecnológica e informar ao ODS C&T os TRL associados aos SMEM em desenvolvimento.

Sobre as possibilidades de obtenção de sistemas de DA Ae para compor capacidades de AAAe que proporcionem à F Ter atuar no A2/AD, a coleta de dados por meio de questionário indicou que não haveria perspectiva atual de obtenção completa de sistemas de DA Ae de Me Altu/Me Alc e de G Altu/Longo Alc por desenvolvimento. Isso se deve à defasagem tecnológica da base industrial nacional, sobretudo para desenvolver o Sistema de Armas.

2.4.3 Obtenção de prateleira e por desenvolvimento (integração)

Tendo as considerações sobre obtenções de prateleira e por desenvolvimento já sido realizadas, os apontamentos obtidos nas respostas dos questionários distribuídos permitiram verificar aspectos relacionados à integração de parte de sistemas de DA Ae disponíveis no mercado mundial com sistemas desenvolvidos nacionalmente.

Quanto à possibilidade de obtenção no exterior de parte dos sistemas a comporem as capacidades de AAAe que permitirão à F Ter promover o antiacesso e a negação do uso do espaço aéreo, e do restante junto à indústria nacional, as respostas foram unânimes em reconhecer que o subsistema de comunicações dos

sistemas de DA Ae podem ser compostos por materiais nacionais, como, por exemplo, os novos rádios da família Mallet, produzidos pela Indústria de Material Bélico (IMBEL).

Em relação ao subsistema de controle e alerta houve divergência, sendo que metade das respostas apontaram para a possibilidade de desenvolvimento nacional desse subsistema no médio prazo, a depender da priorização em termos de disponibilização de recursos orçamentários e do esforço da indústria nacional para essa tarefa. A outra metade, indicou que não há perspectiva do desenvolvimento nacional de subsistemas de controle e alerta para comporem sistemas de DA Ae Me Altu/Me Alc u G Altu/Longo Alc com efetiva capacidade de A2/AD.

Sobre o subsistema de controle e alerta, é importante destacar que o desenvolvimento do Radar SABER M200 VIGILANTE, realizado pelo Centro Tecnológico do Exército (CTEx) e produzido pela EMBRAER Defesa & Segurança encontra-se em fase final. Isso pode ser verificado em matéria publicada no mês de junho de 2023 na página eletrônica do EB.

O SABER M200 é um radar de vigilância da defesa antiaérea, com capacidade tridimensional. Ele utiliza uma tecnologia avançada de varredura eletrônica para detectar e rastrear aeronaves. Além disso, o radar pode acompanhar simultaneamente múltiplos alvos aéreos, bem como realizar missões de vigilância [...] A operação bem-sucedida do SABER M200 em Parintins representa um avanço significativo no monitoramento do espaço aéreo brasileiro, contribuindo para a segurança e defesa do país. O radar, com sua tecnologia avançada e capacidades multifuncionais, promete desempenhar um papel fundamental na proteção e na vigilância aérea. (BRASIL, 2023).

Desse modo, verifica-se que, aparentemente, a base de evolução para sensor que possa compor o subsistema de controle e alerta de forma a atuar com efetiva capacidade de A2/AD estará disponível com o término do desenvolvimento do Radar SABER M200 VIGILANTE. Caberá à indústria nacional e ao Estado Brasileiro, por meio da priorização de esforços e destinação de recursos orçamentários, vencer os desafios tecnológicos para desenvolver sensores com a aludida capacidade e integrar os sistemas de DA Ae de Me Altu/Me Alc e de G Altu/Longo Alc que possam vir a ser obtidos no futuro.

De acordo com informações que constam de palestra realizada pelo Cmdo DA Ae Ex na Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME), os Sistemas de DA Ae Me Altu EMADS, Spyder-MR, Iris-T SL e Barak já se encontram em análise pelo Pjt Obtç Cj S AAe Me Altu/Me Alc por terem seus fabricantes demonstrado

interesse em vender ao Brasil, e por atenderem aos ROC (BRASIL, 2023). Desse modo, esse modelo de obtenção possui grande possibilidade de ser considerado, pois permitiria a aquisição de sistema de prateleira com capacidade de integração aos sistemas de C² das FA brasileiras, aproveitando-se e, mais do que isso, fomentando, a produção de sistemas de comunicações pela indústria nacional de forma a compor a capacidade de AAAe para implementar o A2/AD.

2.4.4 Obtenção Conjunta proposta pelo EB

Este constitui o modelo de obtenção que se encontra, atualmente, em andamento. A Portaria 4.181, do Ministério da Defesa, a qual aprova os Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC) para o Sistema de Artilharia Antiaérea de Média Altura/Médio Alcance das Forças Armadas e a Resolução CONSUG/MD nº 09, que aprova a designação do Exército Brasileiro com Força líder na condução do processo de obtenção do Sistema de Artilharia Antiérea de Média Altura/Médio Alcance das Forças Armadas, corroboram essa assertiva.

Algumas informações obtidas por meio dos questionários distribuídos atestam que existe equipe composta por militares da MB, do EB e da FAB para conduzir as ações de obtenção conjunta dos sistemas de artilharia antiaérea de média altura/médio alcance, e de que há a expectativa de que esses meios possam estar disponíveis para as FA do país em médio prazo (até 04 anos), dependendo de priorização por parte do Ministério da Defesa.

2.5 CONCLUSÕES PARCIAIS

Diante de tudo o que foi apresentado no presente capítulo, é possível inferir de forma parcial as seguintes conclusões:

As capacidades de AAAe presentes no EB atualmente possuem boa articulação no TN, podendo atuar em qualquer região do país. Entretanto, em que pese essa característica, com essas capacidades não possui condições de realizar a estruturação de defesa baseada no antiacesso, podendo realizar precariamente a negação de área;

b. Existem diversos sistemas de DA Ae disponíveis para aquisição no mercado mundial, muitos dos quais estruturam defesas que promovem o A2/AD em seus países. Os ROC aprovados pelo Ministério da Defesa restringem o universo de

sistemas que podem efetivamente ser adquiridos, tendo como uma das principais condicionantes a capacidade de integração com os sistemas de C² das FA brasileiras.

O aspecto organização das capacidades de AAAe a serem adquiridas para que a F Ter possa contribuir de forma efetiva para o estabelecimento do antiacesso e negação do uso do espaço aéreo induz à concentração desses meios em locais próximos à faixa litorânea da Região Sudeste, nas áreas de concentração de poder político e administrativo no Planalto Central e na Região Amazônica.

O modelo de obtenção conjunta e o modelo de obtenção que integra os sistemas de prateleira com os desenvolvidos nacionalmente, aparentemente, são os mais adequados a serem processados. Isso se deve ao fato de que o primeiro já se encontra em prática e ao fato de que o segundo promoveria melhor alinhamento simultâneo com o que dispõe os ROC abordados na pesquisa, bem como com a coleta de dados obtidas por meio de questionário realizados a militares especialistas.

3. CONCLUSÃO

Os itens abordados na presente pesquisa demonstraram a importância da estratégia de defesa baseada no A2/AD. Países como EUA, Rússia e China, os quais possuem algumas das forças armadas de maior relevância no cenário mundial, dispensam grande atenção à essa estratégia, alocando grande quantidade de meios para estabelecer uma estrutura modular de A2/AD, porém com capacidade permanente de acionamento e atuação nos seus respectivos territórios. Ademais, verifica-se na Guerra da Ucrânia, maior conflito em curso na atualidade, a relevância do A2/AD, o que tem impossibilitado atuação mais contundente da Marinha e da Força Aérea da Rússia.

Nesse ínterim, pode ser observado ao longo deste trabalho a participação significativa de meios AAAe, em particular dos sistemas de DA Ae de Me Altu/Me Alc e G Altu/G Alc, na estruturação de defesas baseadas no A2/AD. As estruturas de A2/AD norte-americana, russa e chinesa, em comum, contam com quantidade extensa e variável de sistemas de DA Ae capazes de atuar nas faixas de emprego de grande, média e baixa altura, e com alcances que abarcam desde o longo alcance até o muito curto alcance. Esses meios são dispostos em profundidade e controlados de forma centralizada por complexos sistemas de comando e controle de forma que seja possível integrá-los aos demais componentes da estrutura de A2/AD a qual pertencem. Conclui-se com isso, que os sistemas de DA Ae são fundamentais para o sucesso dessa estratégia defensiva.

Ao analisar-se, ainda que de forma sumária, a problemática que envolve a estruturação desse tipo de defesa no Brasil é possível inferir que não há perspectiva, nos próximos anos, da estruturação de um eficiente sistema de antiacesso e negação do uso do espaço aéreo de forma a estabelecer-se defesa baseada no A2/AD. Isso se deve à extensão do território brasileiro em contraste com a baixa capacidade de mobilidade estratégica possibilitada pela condição atual dos sistemas de transportes no Brasil, o que dificulta dispor eventuais sistemas de DA Ae em todo o TN com rapidez. Ademais, o histórico de orçamento diminuto dedicado à defesa em contraste com o alto custo dos sistemas DA Ae Me Altu e G Altu, não permitem a aquisição da quantidade de meios necessárias para defender, ao menos, as partes mais importantes do território nacional.

Soma-se a isso as lacunas de capacidades relacionadas à AAAe existentes no EB. Atualmente, os sistemas de DA Ae com os quais a Força conta, permitem apenas estabelecer a DA Ae a baixa altura com meios de muito curto alcance, o que possibilita realizar somente a negação de uso do espaço aéreo e, ainda assim, de forma limitada. A ausência de sistemas de DA Ae de Me Altu/Me Alc e de G Altu G Alc, conforme constatado durante a presente pesquisa, inviabilizam realizar o antiacesso ao espaço aéreo brasileiro, em qualquer parte do TN, dificultando também promover a negação eficiente do uso desse espaço aéreo. Em consequência, esse cenário permite concluir que não é possível estruturar, em sua plenitude, estratégia defensiva de A2/AD em qualquer parte do território brasileiro. Esse fato induz à priorização de regiões para as quais, em caso de aquisição dos referidos sistemas, deverão ser direcionadas as primeiras baterias. Nesse caso, o setor produtivo, os parques industriais e tecnológicos nacionais, os centros de poder político e administrativo, e as áreas do território que contam com importantes recursos estratégicos se sobressaem em relação às demais regiões do país.

Verifica-se, dessa forma, grave problema que envolve a defesa nacional, denotando urgência em reverter-se essa situação. Nesse sentido, com base nos dados inseridos neste trabalho, conclui-se que o Ministério da Defesa, em particular o EB, priorizam a solução desse quadro. Isso é verificado na existência do Pjt Obtç Cj S AAAe Me Altu/Me Alc, no âmbito do Ministério da Defesa, e do Prg EE DA Ae, no âmbito do EB, o qual possui entre seus projetos a aquisição de sistemas de DA Ae Me Altu/Me Alc, constituindo-se em ações concretas e atualmente em curso para preencher as lacunas existentes e gerar capacidades de AAAe que possibilitem promover o antiacesso e negação do uso do espaço aéreo. Cabe destacar que, a despeito da postura dos mencionados órgãos em caminhar na direção do atingimento das aludidas capacidades, é necessário grande previsão orçamentária para adquirir os sistemas de DA Ae pretendidos, uma vez que possuem alto custo financeiro, resultando isso em grande óbice a ser superado.

Superadas as dificuldades orçamentárias, as ações seguintes necessitaram convergir para os esforços de obtenção das capacidades já mencionadas. Importante óbice que se apresentará para efetivar essas obtenções relaciona-se com a defasagem tecnológica da indústria brasileira, em especial a indústria de defesa. Conforme discriminado durante a pesquisa, o Brasil não dispõe de estrutura industrial capaz de produzir os sistemas de armas para compor sistemas de DA Ae em qualquer

faixa de emprego. Em relação à produção de radares e sistemas de comunicações e de C², a indústria nacional possui capacidade limitada de produção. Ademais, as exigências no âmbito do EB, para a gestão do ciclo de vida dos SMEM, estabelecem caminhos específicos para efetivação das obtenções de sistema de emprego militar, entre eles os sistemas de DA Ae. A depender da forma de obtenção escolhida, o atingimento de capacidades de AAAe para prover o A2/AD em relação ao EA poderão ser mais céleres, ou levar anos até sua efetivação.

Desta feita, considerando-se os aspectos abordados nos parágrafos acima e o disposto no item 2.4 deste trabalho, é possível concluir sobre maneiras de se alcançar as capacidades de AAAe necessárias para prover o A2/AD, permitindo propor formas de obtenção que possam atender às necessidades atuais de disponibilidade de sistemas de DA Ae Me Altu/Me Alc e de G Altu/G Alc. Nesse sentido pode ser proposto realizar as primeiras aquisições promovendo-se obtenções de prateleira, dada a urgência em se dispor de capacidades para implementação do A2/AD e as limitações, nesse momento, da indústria nacional. Posteriormente, as obtenções poderão migrar para o modelo de integração, mantendo-se a obtenção de prateleira do subsistema de armas no exterior e buscando realizar a obtenção por desenvolvimento do subsistema de controle e alerta e do subsistema de comunicações junto à indústria de defesa brasileira. Evidentemente essa migração dependerá da evolução tecnológica dessa indústria.

Para dispor esses sistemas no TN, é necessário considerar alguns aspectos. As ameaças aéreas atuais, por seu alcance e versatilidade, abordados no início desta pesquisa, apresentam possibilidade de atuar em qualquer parte do TN. Baseado nos fatores vulnerabilidade, importância e recuperabilidade, em que pese a região Amazônica e a região do Planalto Central possuem grande relevância em função de concentrarem significativos recursos, no caso da primeira, e a estrutura central de poder político e de alta administração pública, no caso do segundo, na região Sudeste encontram-se o polo industrial, o polo tecnológico e grande parte das estruturas produtivas do país, cuja perda em uma ação de vetores aéreos hostis, considerando a hipótese do Brasil envolver-se em conflito cujo TO seja parte do TN, acarretaria reflexos em todos os demais setores econômicos e sociais, incluindo aí a própria administração pública. Desse modo, com base nesses fatores, inicialmente sugere-se que os primeiros sistemas de DA Ae Me Altu/ G Altu que venham a ser adquiridos no futuro sejam concentrados na região Sudeste, em particular no Estado de São Paulo

e Rio de Janeiro, onde se encontram algumas das principais estruturas do setor industrial e tecnológico do país.

Por fim, o Brasil, pela importância que possui no cenário internacional e em virtude do interesse estrangeiro nos recursos estratégicos existentes no território brasileiro, necessita de estruturas de defesa que permitam ao país se contrapor às atuais ameaças militares, as quais exploram grandemente o domínio aéreo do espaço de batalha. Os conflitos contemporâneos tem demonstrado a importância da estratégia defensiva de A2/AD, pois tem sido verificada a sua eficiência em impedir o êxito de forças militares que buscam obter o controle de determinada área ou território. No caso do Brasil, cabe às Forças Armadas prover grande parte da estrutura de defesa necessária para manter a inviolabilidade do TN. Nesse contexto o EB desempenha importante papel, uma vez que concentra as capacidades de AAAe, as quais são fundamentais para manter a integridade e soberania do EA brasileiro. Cresce de importância, desse modo, que a F Ter disponha de sistemas de DA Ae de Me Altu/Me Alc e de G Altu/ G Alc a fim de poder contribuir com a estruturação de defesa baseada no A2/AD, estratégia essa que, como visto, constitui forte tendência no mundo. As ações em curso caminham nessa direção e, certamente, com planejamento e priorização necessários o EB conseguirá obter as capacidades necessárias para poder promover o antiacesso e negação mais efetivos do uso do EA e assim atuar em melhores condições em eventual esforço conjunto para implementar o A2/AD no TN.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Alécio dos Santos. CRUZ, Cassia Maria dos Santos da. BARRETO, Jeferson de Matos. CRUZ, Kátia Aparecida. GERIBELLO, Renato Sabino. AMARANTE, Mayara dos Santos. Modais de Transporte no Brasil. **Revista Brazcubas**. 2019. Disponível em: <<https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/657/710>>. Acesso em: 17 de abril de 2023.

ARMY RECOGNITION. **THAAD Terminal High Altitude Area Defense Missile**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/united_states_american_missile_system_vehicle_uk/thaad_terminal_high_altitude_area_defense_missile_system.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **Patriot PAC-3 – MSE – GEM-T**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/united_states_american_missile_system_vehicle_uk/patriot_pac-3_-_mse_-_gem-t_air_defense_missile_system_data.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **NASAMS**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/norway_norwegian_army_missile_systems_vehicles_uk/nasams_norwegian_advanced_surface_to_air_missile_system_technical_data_sheet_pictures_video_12712158.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **Stinger FIM-92 MANPADS**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/united_states_american_missile_system_vehicle_uk/stinger_fim-92_fim92a_man_portable_air_defense_missile_system_manpads_technical_data_sheet_picture.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **Iris-T SLM**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/germany_missile_systems_vehicles_uk/iris-t_slm_medium-range_air_defense_missile_system_technical_data.html> Acessado em: 13 de julho de 2023.

ARMY RECOGNITION. **ELM-2084 S-Band MMR Multi-Mission Radar**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/israel_israeli_military_missile_vehicles_systems_u/elm-2084_s-band_mmr_multi-mission_radar_technical_data_sheet_specifications_pictures_video_12901172.html> Acessado em: 13 de julho de 2023.

ARMY TECHNOLOGY. **Enhanced Modular Air Defense Solutions System (EMADS)**. 2023. Disponível em: <<https://www.army-technology.com/projects/emads/>> Acessado em: 14 de julho de 2023.

ARMY RECOGNITION. **S-400 TRIUMF TRIUMPH SA-21 GROWLER 5P85TE2**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/russia_russian_missile_system_vehicle_uk/s-400_triumf_sa-21_growler_missile_russia_air_defense_system.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **S-300 PMU1 SA SA-20A GARGOYLE**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/s-300pm1_s-300pmu1_sa-20a_gargoyle_a_system_uk/s-300pmu1_s-300_pmu1_sa-20a_gargoyle_a_surface_to_air_defense_missile_system_technical_data_sheet_uk.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **BUK-M1 SA-11 GADFLY 9K37**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/russia_russian_missile_system_vehicle_uk/9k37_buk-m1_sa-11_gadfly_technical_data_sheet_specifications_information_description_pictures_photos.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **BUK-M3 VIKING 9K317m**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/russia_russian_missile_system_vehicle_uk/buk-m3_9k317m_medium-range_air_defense_missile_system_technical_data_sheet_specifications_11312154.html> Acessado em: 13 de julho de 2023.

ARMY RECOGNITION. **SA-3 Goa S-125 Neva/Pechora Ground-to-air Missile System**. 2022. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/russia_russian_missile_system_vehicle_uk/sa-3_goa_s-125_neva_pechora_ground_to_air_missile_system_technical_data_sheet_specifications_uk.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **PANTSIR S-1/ PANTSIR S-1/ AS-22 GREYHOUND**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/russia_russian_missile_system_vehicle_uk/pantsir_pantsyr_s1_sa-22_greyhound_air_defense_missile_gun_system_technical_data_sheet_specification.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **TOR M-1 9A331 SA-15 GAUNTLET**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/russia_russian_missile_system_vehicle_uk/tor-m1_9a331_sa-15_gauntlet_technical_data_sheet_specifications_information_description_pictures_uk.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **AS-24 GRINCH 9K338 IGLA-S MANPADS**. 2023. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/russia_russian_army_light_heavy_weapons_uk/sa-24_grinch_9k338_igla-s_portable_air_defense_missile_system_technical_data_sheet_specifications_uk.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **AS-24 GRINCH 9K338 IGLA-S MANPADS**. 2022. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/russia_russian_army_light_heavy_weapons_uk/sa-24_grinch_9k338_igla-s_portable_air_defense_missile_system_technical_data_sheet_specifications_uk.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **Chinese-made KS-1 / HQ-12 air defense system in service with Thailand Armed Forces 10602171**. 2017. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/february_2017_global_defense_security_army_news_industry/chinese-made_ks-1/_hq-12_air_defense_system_in_service_with_thailand_armed_forces_10602171.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **HQ-9 Air Defense Missile System**. 2017. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/china_chinese_army_missile_systems_

vehicles/hq-9_ground-to-air_medium_range_air_defense_missile_technical_data_sheet_specifications_pictures.html> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ARMY RECOGNITION. **HQ-6D Chinese Surface-to-Air Defense Missile System**. 2017. Disponível em: < https://www.armyrecognition.com/august_2016_global_defense_security_news_industry/3rd_generation_of_surface-to-air_missile_ready_to_enter_in_service_with_the_chinese_armed_forces_13008161.html> Acessado em: 27 de maio de 2023

ARMY RECOGNITION. **FN-6 MANPADS**. 2018. Disponível em: < https://www.armyrecognition.com/china_chinese_army_missile_systems_vehicles/fn-6_man_portable_air_defense_missile_system_technical_data_sheet_specifications_pictures_video.html> Acessado em: 27 de maio de 2023

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6023: Referências – Elaboração**. 2ª Ed. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVÁRIOS. **Mapa Ferroviário**. c2023. Disponível em: < <https://www.antf.org.br/mapa-ferroviario/>>. Acesso em: 17 de abril de 2023

BRASIL, Agência Nacional de Aviação Civil. **UAV**. c2023. Disponível em: < <https://www2.anac.gov.br/anacpedia/sig/tr1324.htm>>. Acesso em: 26 de maio de 2023.

BRASIL, Comando de Defesa Antiaérea do Exército. **Cmdo DAAe Ex**. 2022. Disponível em: < <https://cmdodaaeex.eb.mil.br/index.php/home>>. Acesso em: 21 de abril de 2023.

BRASIL, Comando de Defesa Antiaérea do Exército. Conferência sobre o tema Comando de Defesa Antiaérea do Exército, ECEME, Rio de Janeiro, 2023.

BRASIL, Controladoria Geral da União. **Portal da Transparência**. 2023. Disponível em: < <https://portaldatransparencia.gov.br/programas-e-aco-es/acao/21D1-gerenciamento--melhoria--modernizacao-e-recuperacao-de-sistemas-de-artilharia-antiaerea>> Acesso em: 26 de maio de 2023.

BRASIL, Controladoria Geral da União. **Portal da Transparência**. 2023. Disponível em: < <https://portaldatransparencia.gov.br/programas-e-aco-es/acao/13DB-aquisicao-de-sistemas-de-artilharia-antiaerea>> Acesso em: 26 de maio de 2023.

BRASIL, Exército Brasileiro. **Imagem Msl IGLA-S**. 2018. Disponível em: < https://www.facebook.com/exercito/photos/a.178017462225190/2489215844438662/?type=3&locale=pt_BR>. Acesso em: 13 de julho de 2023.

BRASIL, Escritório de Projetos do Exército. **O Portifólio**. 2022. Disponível em: < <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/texto-explicativo>>. Acesso em: 22 de abril de 2023.

BRASIL, Escritório de Projetos do Exército. **Defesa Antiaérea**. 2022. Disponível em: < <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/texto-explicativo>>. Acesso em: 22 de abril de 2023.

BRASIL, Escritório de Projetos do Exército. **Galeria de Imagens Def AAe**. 2022. Disponível em: < <http://www.epex.eb.mil.br/index.php/defesa-antiaerea/galeria-de-imagens>>. Acesso em: 13 de julho de 2023.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Áreas Territoriais – Sobre a publicação**. 2022. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre>>. Acesso em: 17 de abril de 2023.

BRASIL, Marinha do Brasil. **O que é a Amazônia Azul e por que o Brasil quer se tornar potência militar no Atlântico**. 2019. Disponível em: < <https://www.marinha.mil.br/economia-azul/noticias/o-que-%C3%A9-amaz%C3%B4nia-azul-e-por-que-o-brasil-quer-se-tornar-pot%C3%Aancia-militar-no-atl%C3%A2ntico> >. Acesso em: 17 de abril de 2023.

BRASIL, Marinha do Brasil. **Economia Azul**. c2023. Disponível em: < <https://www.marinha.mil.br/economia-azul/sobre>>. Acesso em: 17 de abril de 2023.

BRASIL, Ministério da Infraestrutura. **Sistema Portuário Nacional**. 2023. Disponível em: < <https://ontl.epl.gov.br/wp-content/uploads/2022/12/A-Expansao-do-Transporte-Hidroviario-Brasileiro.pdf>>. Acesso em: 17 de abril de 2023.

BURTON, Loic. **Bubble Trouble: Russia's A2/AD capabilities**. 2016. Disponível em <<https://foreignpolicyblogs.com/2016/10/25/bubble-trouble-russia-a2-ad/>> Acesso em: 26 de maio de 2023.

CENTER FOR STRATEGIC & INTERNATIONAL STUDIES (CSIS). **Russian Air and Missile Defense**. 2021. Disponível em: < <https://missilethreat.csis.org/system/russian-air-defense/>> Acessado em: 27 de maio de 2023.

ECEME. Instituto Meira Mattos. **ME 21-253: Formatação de trabalhos científicos**. 3ª Ed. Rio de Janeiro, 2017.

EUA, *Missile Defense Agency*. **The Missile Defense System**. 2023. Pagina inicial. Disponível em: < <https://www.mda.mil/system/system.html>>. Acesso em: 27 de maio de 2023.

EUA, *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*. **Technology Readiness Level**. 2023. Pagina inicial. Disponível em: < https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/technology_readiness_level>. Acesso em: 15 de julho de 2023.

EUA, *United States Army*. **Russian new Generation warfare handbook**. 2016. Asymmetric Warfare Group. Fort Meadle, Maryland. Disponível em: <<https://www.spaceforce.mil/About-Us/FAQs/Whats-the-Space-Force/>>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

EUA, *United States Space Force*. [s.d.]. Pagina inicial. Disponível em: <<https://www.spaceforce.mil/About-Us/FAQs/Whats-the-Space-Force/>>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO. **Política-Notícia**. 2022. Agência Brasil. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/politica/noticia/2022-07/militares-reforçam-necessidade-de-mais-recursos-para-forças-armadas>>. Acesso em: 17 de abril de 2023

_____, Estado-Maior do Exército, Portaria EME/C Ex Nº 994, de 17 de março de 2023 – Desativa o Sistema de Defesa Antiaérea Bofors – Fila 40 mm, Brasília,– 2023.

_____, Exército Brasileiro, EB10-P-01.007 Plano Estratégico do Exército (3ª Edição), Brasília, ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO – 2020.

IAI. **BARAK MX System Integrated Air & Missile Defense System**. 2017. Disponível em: < <https://www.iai.co.il/p/barak-mx-system>>. Acesso em: 14 de julho de 2023

_____, *Joint Operational Access Concept (JOAC) Version 1.0*, Departamento de Defesa do Estado Unidos, Washington_DC, 17 de janeiro de 2012. p. i

KOPP, Carlo. **Technical Report APA-TR-2006-1201**. 2012 Disponível em: < <https://www.ausairpower.net/APA-Grumble-Gargoyle.html>>. Acesso em: 27 de maio de 2023

LATERZA, Rodolfo Queiroz. CABRAL, Ricardo. A VKS e a Defesa Aérea da Ucrânia. **História Militar em debate**. 2022. Disponível em: <<https://historiamilitaremdebate.com.br/a-vks-e-a-defesa-aerea-na-ucraniana/>>. Acesso em: 15 de abril de 2023.

MACIAS, Amanda. **Russia is luring international arms buyers with a missile system that costs much less than models made by American companies**. 2018. CNBC Newsletters. Disponível em: < <https://www.cnbc.com/2018/11/19/russia-lures-buyers-as-s-400-missile-system-costs-less-than-us-models.html>>. Acesso em: 26 de maio de 2023

MBDA. **CAMM-ER**. c2023. Disponível em < <https://www.mbda-systems.com/product/camm-er/>> Acesso em: 14 de julho de 2023

MBDA. **EMADS**. c2023. Disponível em <<https://www.mbda-systems.com/product/emads/>> Acesso em: 14 de julho de 2023

MCCARTHY, Christopher J. **Anti-access/area denial: The evolution of modern warfare**. 2010. Paper (Naval War College, Department of the Navy). Disponível em <<https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA525078>> Acesso em: 21 de abril de 2023

_____, Ministério da Defesa, CONSUG/MD nº 09, de 16 de Junho de 2021 Aprova a designação do Exército Brasileiro com Força líder na condução do processo de obtenção do Sistema de Artilharia Antiérea de Média Altura/Médio Alcance das Forças Armadas, Brasília,– 2021.

_____, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro, Manual de Campanha EB20-MF-10.202 – Doutrina Militar Terrestre (3ª Edição), Brasília, ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO – 2022.

_____, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro, Manual de Campanha EB70-MC-10.231 – Defesa Antiaérea (1ª Edição), Brasília, COTER – 2017.

_____, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro, Manual Técnico EB60-MT-23.401 – Operação do Radar SABER M60 (1ª Edição), Brasília, DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO – 2016.

_____, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro, Manual Técnico EB60-MT-23.402 – Centro de Operações Antiaéreas (1ª Edição), Brasília, DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO – 2016.

_____, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro, Manual Técnico EB60-MT-23.460 – Operação do Sistema de Mísseis RBS-70 (1ª Edição), Brasília, DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO E CULTURA DO EXÉRCITO – 2015.

_____, Ministério da Defesa. Força Aérea Brasileira, Manual MCA – Defesa Antiaérea, Brasília, Primeira Brigada de Defesa Antiaérea – 2017.

_____, Ministério da Defesa, Portaria 4.181, de 11 de dezembro de 2021 – Aprova os Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC) para o Sistema de Artilharia Antiaérea de Média Altura/Médio Alcance das Forças Armadas, Brasília,– 2020.

OLIVEIRA, Fábio Ribeiro Gonçalves de. **A obtenção das capacidades de Defesa Antiaérea de Médio e Grande Alcances no contexto de uma Estratégia de Antiacesso e de Negação do Uso do Espaço de Batalha.** Policy Paper (Conclusão de Curso de Política, Estratégia e Alta Administração do Exército) – Curso de Política, Estratégia e Alta Administração do Exército – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME). 2021. Disponível em < <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/10015/1/MO1005 - Fabio RIBEIRO GONÇALVES de Oliveira.pdf> > Acesso em: 15 de abril de 2023.

PADILHA, Luiz. **Alemanha entregará 15 tanques Gepard para a Ucrânia em julho.** 2022. Disponível em: < <https://www.defesaaereanaval.com.br/geopolitica/alemanha-entregara-15-tanques-gepard-para-a-ucrania-em-julho> > Acesso em: 13 de julho de 2023.

PODER AÉREO. **Relatório de capacidades russas de A2AD degradam potencial de resposta da OTAN.** 2018. Disponível em: < <https://www.aereo.jor.br/2018/12/16/relatorio-capacidades-russas-de-a2ad-degradam-potencial-de-resposta-da-otan/> > Acesso em: 26 de maio de 2023.

RAFAEL. **Defesa Aérea.** 2023. Disponível em < <https://www.rafael.co.il/pt/worlds/defesa-aerea-e-anti-missil/defesa-aerea/> > Acesso em: 14 de julho de 2023

RODRIGUES, Carlos Henrique Lajes. **Mecanismos de Fomento da Base Industrial de Defesa**, possibilidades para o Brasil. Tese (Conclusão de Curso de Política e Estratégia Marítimas) – Curso de Política e Estratégias Marítimas – Escola de Guerra Naval (EGN). 2022. Disponível em < <https://marcacao.cmam.mar.mil.br/handle/ripcmb/845975> > Acesso em: 17 de abril de 2023.

ROSA, Carlos Eduardo Valle. **Poder Aéreo**: guia de estudos. Rio de Janeiro: Luzes Comunicação Arte & Cultura, 2014. Disponível em: <https://www.academia.edu/44073190/PODER_AEREO_Guia_de_Estudos> Acesso em: 15 de abril de 2023.

RUSSIA, Ministry of Defense of the Russian Federation. **Aerospaces Forces**. c2023. Disponível em: < <https://eng.mil.ru/en/structure/forces/type/vks.htm>>. Acesso em: 26 de maio de 2023.

SILVA, Heber Miranda. **Orçamento de Defesa do Brasil e Gastos Militares Internacionais**: um comparativo mundial. Monografia de Bacharelado (Graduação em Economia) – Curso de Economia – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2020. Disponível em < <https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/15074>> Acesso em: 17 de abril de 2023.

SOTORIVA, Luís Marcelo. **Desenvolvimento da estratégia de defesa aeroespacial nos Estados Unidos e na Rússia: da Guerra Fria à atualidade**. 2021. Disponível em: < <https://www.murillodias.com/publicacoes/artigos/1632915463.pdf>>. Acesso em: 21 de abril de 2023.

UNITED STATES NAVAL INSTITUTE (USNI). **CNO Richardson: Navy Shelving A2/AD Acronym**. 2016. Disponível em: <https://news.usni.org/2016/10/03/cno-richardson-navy-shelving-a2ad-acronym> Acessado em 27 de maio de 2023.