

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

Cap Art MARCELO SILVEIRA BARLETTA

**UMA PROPOSTA DE RADAR DE BUSCA PARA A BATERIA DE ARTILHARIA
ANTIAÉREA DA BRIGADA DE INFANTARIA MECANIZADA**

Rio de Janeiro

2022

Cap Art MARCELO SILVEIRA BARLETTA

Título:
UMA PROPOSTA DE RADAR DE BUSCA PARA A BATERIA DE
ARTILHARIA ANTIAÉREA DA BRIGADA DE INFANTARIA
MECANIZADA

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de
Aperfeiçoamento de Oficiais como
requisito parcial para a obtenção do grau
especialização em Ciências Militares.

Orientador: Maj Art Julio César **Martini**.

Rio de Janeiro

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Francisco José de Paula Junior
CRB7/6686

B257

Barletta, Marcelo Silveira.

Uma proposta de radar de busca para a bateria de artilharia antiaérea da Brigada de Infantaria Mecanizada / Marcelo Silveira Barletta – 2022.

70 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2022.

Orientação: Maj. Júlio César Martini

1. Brigada de Infantaria Mecanizada. 2. Bateria de artilharia antiaérea. 3. Radares. I Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. II Título.

CDD: 355



**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS
(EsAO/1919)**

DIVISÃO DE ENSINO E PESQUISA / CURSO DE ARTILHARIA

Ao Cap Art MARCELO SILVEIRA BARLETTA

O Presidente da Comissão de Avaliação do TCC, cujo título é “UMA PROPOSTA DE RADAR DE BUSCA PARA A BATERIA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DA BRIGADA DE INFANTARIA MECANIZADA”, informa à Vossa Senhoria o seguinte resultado da deliberação: **APROVADO** com o conceito **MUITO BOM**.

Rio de Janeiro, RJ, 20 de setembro de 2022.

MÁRCIO DE LIMA AZENHA - Maj
Presidente

JULIO CÉSAR MARTINI - Maj
1º Membro

PAULO RICARDO DE OLIVEIRA DIAS - Maj
2º Membro

CIENTE:

MARCELO SILVEIRA BARLETTA - Cap
Postulante

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me concedeu o dom da vida, abençoando meus dias com saúde para cumprir meus objetivos.

Aos meus pais que me apoiaram durante toda a minha vida, fornecendo a base para o ser humano que me tornei e mostrando-me o caminho do conhecimento.

Ao meu orientador, que me ajudou com recomendações e precisas retificações tornando possível a construção deste trabalho, que Deus esteja sempre presente em sua vida.

À minha esposa, que foi paciente durante os momentos em que priorizei este trabalho, e mesmo com as dificuldades, sempre me auxiliou e me deu forças, tornando-se inspiração e motivação para mim.

“A verdadeira viagem de descobrimento não consiste em procurar novas paisagens, mas em ter novos olhos.”

(Marcel Proust)

RESUMO

Atualmente, o Exército Brasileiro encontra-se em processo de mecanização das Brigadas de Infantaria Motorizada, a fim de aumentar as capacidades dessas grandes unidades e modernizar a Força Terrestre para fazer frente ao novo cenário de ameaças e tecnologias. Em 2013, esse processo foi implantado com a criação da 15ª Brigada de Infantaria Mecanizada, em Cascavel, Paraná. Até o momento não há uma bateria antiaérea orgânica para realizar sua defesa antiaérea. Este trabalho tem como objetivo propor um radar de busca para equipar o subsistema de controle e alerta da bateria orgânica de uma Brigada de Infantaria Mecanizada, colaborando com a modernização dos meios terrestres. Para isto, a presente pesquisa visa analisar as capacidades dessa Brigada que determinam as características técnicas de seus materiais, comparando com os radares de busca existentes no Brasil e nos principais exércitos do mundo, congregando ainda, informações vivenciadas por militares levantadas em questionário a fim de indicar um sensor de vigilância aérea mais adequado para compor a Brigada de Infantaria Mecanizada.

Palavras chaves: BRIGADA DE INFANTARIA MECANIZADA. BATERIA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA. RADARES.

ABSTRACT

Currently, the Brazilian Army is in the process of mechanizing the infantry brigades, in order to increase the capabilities of these units and modernize the Land Force to face the new scenario of threats and technologies. In 2013, this process was implemented with the creation of the 15th Mechanized Infantry Brigade, in Cascavel, Paraná. It does not have an organic air defense battery to carry out its anti-aircraft defense. This work aims to propose a search radar to equip the control and alert subsystem of the organic battery of a Strike brigade. For this, the present research aims to analyze the capabilities of this brigade that determine the technical characteristics of its materials, comparing with the existing search radars in Brazil and in the main armies of the world, bringing together, still, information experienced by soldiers raised in a questionnaire in order to determine the most suitable aerial surveillance sensor to compose those assets.

Keywords: MECHANIZED INFANTRY BRIGADE. AIR DEFENSE ARTILLERY BATTERY. RADAR.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	- Viatura Blindada de Combate 6x6 Guarani.....	20
FIGURA 2	- Versões da família de blindados previstas no Projeto Guarani.....	21
FIGURA 3	- Estrutura organizacional de uma Bda Inf Mec.....	22
FIGURA 4	- Organização de uma Bia AAAe de uma Bda Inf Mec.....	24
FIGURA 5	- COAAe e Radar SABER M60 da 9ª Bia AAAe (Es) na Op Membeca 2021.....	27
FIGURA 6	- Princípio de funcionamento do radar.....	28
FIGURA 7	- IGLA S.....	30
FIGURA 8	- RBS 70.....	30
FIGURA 9	- VBC Gepard	30
FIGURA 10	- Canhão 40MM BOFORS.....	30
FIGURA 11	- EDT FILA.....	31
FIGURA 12	- Seção Antiaérea do canhão 40MM FILA-BOFORS.....	31
FIGURA 13	- Radar SABER M60 desdobrado na op Membeca 2021 em Barra Mansa – RJ.....	33
FIGURA 14	- Disposição do material em caixas com fitas de unitização.....	34
FIGURA 15	- Radar SABER M60 acondicionado em uma vtr 5 ton para transporte.....	34
FIGURA 16	- Giraffe 1x em uma viatura 4x4 mecanizada.....	37

FIGURA 17	- Radar NA/MPQ-64 Sentinel.....	38
FIGURA 18	- Radar ELM-2016 NG acoplado a uma Vtr e montado sobre um quadripé.....	40
FIGURA 19	- Radar 1L121 em uma Vtr 8x8 mecanizada.....	41
FIGURA 20	- Radar 1L121 em uma Vtr 4x4 mecanizada.....	41
FIGURA 21	- Radar Skychaser em operação afixado em uma Vtr 8x8 mecanizada.....	43
FIGURA 22	- Giraffe 1x e Míssil RBS 70 em plataformas mecanizadas.....	59

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	- Características do EDT FILA.....	32
QUADRO 2	- Dados técnicos do Radar SABER M60.....	37
QUADRO 3	- Características técnicas do radar Giraffe 1x.....	39
QUADRO 4	- Características técnicas do radar AN/MPQ-64 Sentinel.....	39
QUADRO 5	- Características técnicas do radar ELM-2016 NG.....	40
QUADRO 6	- Características técnicas do radar 1L121.....	42
QUADRO 7	- Características técnicas do radar SkyChaser On-The-Move....	43
QUADRO 8	- Definição operacional da variável “Bia AAAe de uma Bda Inf Mec”	44
QUADRO 9	- Definição operacional da variável “radar de busca”	45
QUADRO 10	- Comparação entre radares utilizados por outros países.....	52

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	- Participação em exercícios de adestramento empregando o Radar SABER M60.....	53
GRÁFICO 2	- Tempo aproximado para desdobramento do Radar SABER M60	54
GRÁFICO 3	- Tempo aproximado na desmobilização para mudança de posição do Radar SABER M60.....	54
GRÁFICO 4	- Avaliação da compatibilidade do Radar SABER M60 com tropas mecanizadas.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AAAe	Artilharia Antiaérea
AAe	Antiaérea
Bda	Brigada
Bia	Bateria
COAAe	Centro de Operações Antiaéreas
COMAE	Comando de Operações Aeroespaciais
DAAe	Defesa Antiaérea
D Aepc	Defesa Aeroespacial
EB	Exército Brasileiro
EDT	Equipamento Diretor de Tiro
FTC	Força Terrestre Componente
F Ter	Força Terrestre
GU	Grande Unidade
IFF	Identificação amigo ou inimigo
Inf	Infantaria
Mec	Mecanizada
MEM	Material de Emprego Militar
Mtz	Motorizada
PRODE	Produto de Defesa
P Vig	Posto de Vigilância
ROB	Requisitos Operacionais Básicos
SARP	Sistema Aéreo Remotamente Pilotado
SISDABRA	Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA.....	15
1.1.1 Antecedentes do Problema.....	15
1.1.2 Formulação do Problema.....	16
1.2 OBJETIVOS.....	16
1.2.1 Objetivo Geral.....	16
1.2.2 Objetivos Específicos.....	16
1.3 HIPÓTESES.....	17
1.4 JUSTIFICATIVA.....	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 A BRIGADA DE INFANTARIA MECANIZADA.....	19
2.2 A BATERIA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA MECANIZADA.....	23
2.3 O RADAR DE BUSCA.....	25
2.3.1 Estrutura do sistema Artilharia Antiaérea.....	25
2.3.2 Subsistema de controle e alerta.....	26
2.3.3 Sensores do subsistema de controle e alerta.....	27
2.3.4 Radares de busca.....	29
2.3.5 Radares de busca antiaéreos do Exército Brasileiro.....	30
2.3.5.1 Equipamento Diretor de Tiro (EDT) FILA.....	30
2.3.5.2 Radar SABER M60.....	32
2.3.6 Radares de busca antiaéreos de outros países.....	36
2.3.6.1 GIRAFFE 1X.....	36
2.3.6.2 AN/MPQ-64 Sentinel.....	38
2.3.6.3 ELM-2106 NG.....	39
2.3.6.4 1L121.....	40
3. METODOLOGIA	44
3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO.....	44
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	45

SUMÁRIO

3.3 AMOSTRA.....	45
3.4 PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DA LITERATURA.....	46
3.5 INSTRUMENTOS.....	47
3.6 ANÁLISE DE DADOS.....	48
4.RESULTADOS	49
4.1 RESULTADOS DA REVISÃO DE LITERATURA.....	49
4.2 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO.....	52
5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	57
6. CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62
APÊNDICE - QUESTIONÁRIO	68

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a constante divergência de interesses e tensões entre Estados alavancou uma forte disputa por avanços tecnológicos. Juntamente com a quarta Revolução Industrial, a corrida armamentista demonstrou uma evolução concatenada com o crescimento de áreas como robótica, inteligência artificial e com o aumento da velocidade do fluxo de informações. Este fato reforça a necessidade de uma força com materiais, doutrinas e capacidades operativas atualizadas o suficiente para fazer frente às novas ameaças (BRASIL, 2019a).

Nesta esfera, o Exército Brasileiro iniciou um processo de transformação para aumentar suas capacidades frente ao novo panorama de ameaças. Em dezembro de 2015, foram elencados no Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2016-2019 Objetivos Estratégicos norteados pela evolução tecnológica e caráter difuso das ameaças presentes no cenário projetado para o Século XXI. Em dezembro de 2019, para o quadriênio 2020-2023, o PEEx conta com Objetivos Estratégicos que reforçam este processo de transformação, como “Modernizar o Sistema Operacional Militar Terrestre (SISOMT) - Preparo e Emprego da Força Terrestre”, que tem como escopo acompanhar a evolução e as tendências do combate no mundo atual (PEEx 2020-2023).

Assim, o Escritório de Projetos do Exército criou o Programa Guarani, que tem como objetivo prover a Força Terrestre com uma família de viaturas blindadas sobre rodas com versões que incluem atividades como reconhecimento, transporte de pessoal, morteiro, socorro, posto de comando, central de tiro, oficina e ambulância; e uma subfamília leve, com as versões para reconhecimento, anticarro, morteiro leve, radar, posto de comando e observação avançada (EPEX, 2022).

Este programa potencializou a mecanização das Brigadas, atividade prevista no Plano Estratégico do Exército que originou a Brigada de Infantaria Mecanizada (Bda Inf Mec). Com a previsão de mecanizar todas as Brigadas de Infantaria Motorizada, a atividade iniciou em 2013 com a criação da 15ª Brigada de Infantaria Mecanizada, sediada em Cascavel, Paraná. Doutrinariamente, trata-se de uma Grande Unidade (GU) constituída basicamente por três batalhões de infantaria mecanizados e um esquadrão de cavalaria mecanizado como elementos de combate. Possui capacidade de atuar em qualquer terreno e é uma valiosa ferramenta para se

obter êxito em ambientes operacionais marcados pela volatilidade, complexidade, incertezas e ambiguidades (BRASIL, 2021).

Para fazer frente às ameaças aéreas, a Bda Inf Mec possui doutrinariamente uma Bateria de Artilharia Antiaérea Mecanizada (Bia AAAe Mec), responsável por sua proteção aeroespacial orgânica. Uma de suas missões subsequentes é monitorar o espaço aéreo de seu volume de responsabilidade em coordenação com outros elementos de defesa aeroespacial. Para tanto, a Bateria possui, dentre outros, o Subsistema de Controle e Alerta, que detecta e identifica os vetores aéreos por meio de um radar de busca e envia os dados para o subsistema de armas para o engajamento da ameaça (BRASIL, 2021).

Atualmente, o processo de mecanização das Brigadas de Infantaria Motorizada está em andamento, sendo que a 15ª Bda Inf Mec, até o momento, não possui uma Bia AAAe para integrar seus meios orgânicos da função de combate proteção. Já a 9ª Brigada de Infantaria Motorizada, alinhada com o PEEEx, já teve um de seus três Batalhões de Infantaria motorizados transformado em mecanizado em 2019, e para defesa antiaérea dispõe da 9ª Bateria de Artilharia Antiaérea (Es) equipada com o Radar SABER M60 e o míssil RBS 70. Portanto, destaca-se a necessidade de aprofundar estudos e registrar lições aprendidas sobre o tema, haja vista que a nova doutrina pautada pela recente modernização do SISOMT foi pouco vivenciada de fato em operações.

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes do Problema

As Forças Mecanizadas do Exército Brasileiro (EB) são compostas pelas Brigadas de Cavalaria Mecanizadas, dispostas por uma parcela considerável do território brasileiro, e pela Brigada de Infantaria Mecanizada, que foi constituída de fato em 2013 com a introdução da 15ª Brigada de Infantaria Mecanizada (15ª Bda Inf Mec), sediada na cidade de Cascavel, Paraná (FRANÇA, 2017).

Classificada como Grande Unidade média, a Bda Inf Mec caracteriza-se por empregar meios mecanizados a fim de potencializar sua flexibilidade e adaptabilidade em diversas situações. Dotada de grande mobilidade, é capaz de realizar rápidos deslocamentos, combate embarcado e atuar em desfavoráveis condições

atmosféricas e baixa visibilidade, além de projetar potência de fogo em médias distâncias. (BRASIL, 2021)

1.1.2 Formulação do Problema

A Bateria Antiaérea orgânica da Brigada de Infantaria Mecanizada deve ser dotada de subsistemas compatíveis com suas características, a fim de proporcionar uma defesa antiaérea alinhada com sua capacidade de participar de operações no amplo espectro dos conflitos.

Isto posto, o radar de busca utilizado pelas Baterias de Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro é adequado para atuar em consonância com as capacidades de uma Brigada de Infantaria Mecanizada?

1.2 OBJETIVO

Este trabalho pretende averiguar as características de uma Bia AAAe orgânica de uma Bda Inf Mec, com foco no subsistema de controle e alerta, a fim de propor um radar compatível com as capacidades operativas desta Brigada.

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um radar de busca para a Bateria Antiaérea orgânica de uma Brigada de Infantaria Mecanizada.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de delimitar e alcançar o desfecho esperado para o objetivo geral, foram levantados objetivos específicos que conduziram à consecução do objetivo deste estudo, os quais são transcritos abaixo:

- a) Identificar as principais características de uma Bda Inf Mec;
- b) Identificar a estrutura de uma Bia AAAe Mec;
- c) Apresentar as características de um radar de busca e sua atuação no subsistema de controle e alerta;

d) Identificar os radares de busca utilizados pelo Exército Brasileiro e por outros países;

e) Relacionar as características de um radar de busca com as capacidades de uma Bda Inf Mec;

f) Comparar os radares de busca utilizados pelo Exército Brasileiro e por outros países;

1.3 HIPÓTESES

Para alcançar os objetivos definidos, preconiza-se solucionar o problema a partir das seguintes hipóteses:

- H1 - o radar de busca utilizado pelo Exército Brasileiro é compatível com as características de uma Bia AAAe Mec;

- H0 - o radar de busca utilizado pelo Exército Brasileiro não é compatível com as características de uma Bia AAAe Mec.

1.4 JUSTIFICATIVA

Considerando a importância da defesa antiaérea para preservar o poder de combate das frações, foi elencado como atividade no PEEEx 2020-2023 Desenvolver, testar e/ou avaliar Sistemas de Defesa Antiaérea a fim de acompanhar a evolução das ameaças aéreas e dotar a força terrestre de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM) eficientes (PEEEx 2020-2023).

Tais Sistemas de Defesa Antiaérea atuam de forma integrada à uma defesa aeroespacial e fazem parte da função de combate proteção, que no caso da Bda Inf Mec, são configurados pela Bia AAAe Mec, sendo a fração responsável por realizar a DAAe da Brigada contra vetores aéreos a baixa altura, na área de responsabilidade desta GU (BRASIL, 2016).

Nesta conjuntura, alinhado com áreas de pesquisa propostas no PEEEx 2020-2023, o presente estudo se justifica ao contribuir com o desenvolvimento um Produto de Defesa (PRODE), expondo um estudo sobre radares de busca de uma Bia AAAe Mec, a fim de propor um material adequado para atuar de forma compatível com as capacidades de uma Bda Inf Mec.

Isto posto, este trabalho perpassa as linhas de pesquisa propostas no PEEEx 2020-2023 e colabora com o processo de modernização da Força Terrestre ao propor um radar de busca para a Bateria Antiaérea orgânica de uma Brigada de Infantaria Mecanizada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A BRIGADA DE INFANTARIA MECANIZADA

A crescente necessidade de adaptação para realizar operações no amplo espectro dos conflitos direcionou o desenvolvimento da Doutrina Militar Terrestre para o aprimoramento da capacidade dissuasória fundamentada no alto nível de preparo e na incorporação de novas capacidades (MANHÃES, 2020).

Este fato pode ser observado na Diretriz do Comandante do Exército 2021-2022:

Manter as ações destinadas a atualizar, substituir e completar, em curto prazo, os meios blindados da Força Terrestre, integrando, de forma sistêmica, os elementos de manobra, de apoio ao combate e apoio logístico, a fim de superar o atual hiato tecnológico e contribuir para a modernização e o fortalecimento das Capacidades Militares Terrestres intrínsecas às missões do Exército Brasileiro (BRASIL, 2021).

Neste ponto, o Brasil depara-se com um novo conceito de emprego da força, baseado no alinhamento com as doutrinas de países de primeiro mundo, como por exemplo a Brigada *Stryker* dos Estados Unidos da América. Fruto disto, a mecanização das Brigadas de Infantaria tornou-se um meio de alcançar as novas capacidades exigidas no novo cenário de ameaças (FRANÇA, 2017).

Segundo Brasil (2021, p. 2-1), a Bda Inf Mec possui grande mobilidade, e utiliza meios mecanizados para cumprir suas missões, a fim de aumentar a flexibilidade e adaptabilidade em diversos cenários. Sua concepção de emprego é a seguinte:

A Brigada de Infantaria Mecanizada possui flexibilidade de emprego operacional, porque é capaz de realizar operações ofensivas (Op Of) e defensivas continuadas, sob condições meteorológicas adversas e de visibilidade reduzida, em variados terrenos. É particularmente vocacionada a realizar operações em áreas humanizadas, em um ambiente operacional, no amplo espectro dos conflitos. O emprego do armamento orgânico das viaturas blindadas (VB) e das armas de apoio permite acompanhar, de forma cerrada e dinâmica, a aproximação dos meios para o combate e o apoio ao movimento dos fuzileiros quando desembarcados (BRASIL, 2021, p. 2-2)

Desta forma, o Programa Estratégico (PrgEE) Guarani surgiu como Projeto Piloto das tropas mecanizadas baseando-se nessa diretriz de desenvolvimento de novas capacidades:

O Programa Estratégico do Exército (PrgEE) Guarani consiste na implantação de uma Nova Família de Blindados sobre Rodas (NFBR), concebida para transformar a Infantaria Motorizada em Mecanizada e modernizar as Unidades de Cavalaria, que empregam as Viaturas Blindadas de Transporte de Pessoal (VBTP) EE-11 Urutu desde 1974. Atualmente, o Programa vem contribuindo para o fomento de novas capacitações, fortalecendo a indústria brasileira com a obtenção de tecnologia de emprego dual (civil e militar) (DIAS, SANTOS, RAMOS, 2018, p.1).

Segundo Costa (2021, p.2), o PrgEE Guarani é “Um projeto ambicioso e necessário, com intenção de desenvolver a capacidade de mobilidade, potência de fogo e choque das unidades mecanizadas do Exército”.

A Viatura Blindada para Transporte de Pessoal Guarani (VBTP-MR, 6X6, Guarani) foi a primeira versão desenvolvida. Posteriormente, a nova família de viaturas mecanizadas contempla versões para reconhecimento, transporte de pessoal, morteiro, socorro, posto de comando, central de tiro, oficina e ambulância; e uma subfamília leve, com as versões para reconhecimento, anticarro, morteiro leve, radar, posto de comando e observação avançada (EPEX,2022).



Figura 1 – Viatura Blindada de Combate 6x6 Guarani
Fonte: EPEX, 2022

Na figura 2, pode-se observar as versões da família de viaturas previstas dentro do projeto Guarani:



Figura 2: Versões da família de blindados previstas no projeto Guarani
Fonte: PODER MILITAR

Do exposto, percebe-se que a viatura Guarani é dotada de versatilidade e é a base da mecanização das Brigadas de Infantaria Motorizadas, visto que suas características estão alinhadas com as capacidades de uma Brigada de Infantaria Mecanizada:

A Infantaria mecanizada em função de sua mobilidade tática, potência de fogo, proteção blindada e ação de choque relativa, pode executar operações continuadas: ofensivas e defensivas; realizar manobras de desbordamento de grande amplitude, limitadas às condições do terreno, buscando atuar à retaguarda do inimigo; participar de operações de aproveitamento do êxito e perseguição; operar em condições de visibilidade reduzida e/ou sob condições meteorológicas adversas; integrar forças conjuntas em operações anfíbias; participar de Operações de Pacificação e de Apoio a Órgãos Governamentais. Permite ações rápidas em locais previamente escolhidos, para desequilibrar o combate em virtude das seguintes características: emprego da plataforma veicular blindada; armamento com alta letalidade e precisão; e comunicações eficazes e interativas (MORAIS, 2020, p.20).

Logo, a Bda Inf Mec é uma possibilidade para a F Ter evitar o emprego prévio das Brigadas Blindadas em situações desvantajosas como uma operação defensiva de Movimento Retrógrado, sendo capaz de realizar formas de manobras que a Bda Inf Mtz não é indicada, como exemplo uma ação retardadora (MORAIS, 2020).

A fim de cumprir as diversas missões atribuídas, a Brigada de Infantaria Mecanizada é formada por 3 (três) Batalhões de Infantaria Mecanizado; 1 (um) Grupo de Artilharia de Campanha Mecanizado; 1 (um) Batalhão de Engenharia de Combate Mecanizado; 1 (um) Batalhão Logístico; 1 (um) Esquadrão de Cavalaria Mecanizado; 1 (uma) Bateria de Artilharia Antiaérea Mecanizada; 1 (uma) Companhia de Comando Mecanizada; 1 (uma) Companhia de Comunicações Mecanizada; 1 (um) Batalhão de Engenharia de Combate Mecanizado; 1 (uma) Companhia Anticarro; k. 1 (um) Pelotão PE Mecanizado (MORAIS, 2020).

Essa estrutura pode ser melhor visualizada na figura 3:

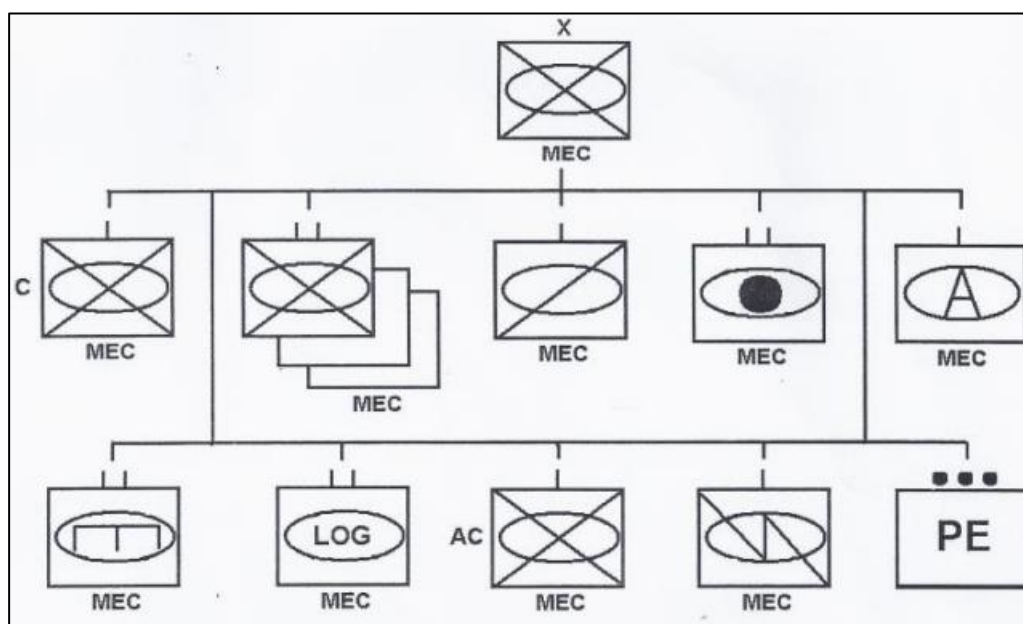


Figura 3 - Estrutura Organizacional de uma Brigada de Infantaria Mecanizada
Fonte: BRASIL, 2016

Segundo Brasil (2017c, p.3-3), dentre os tipos de GU empregados nas operações, a Bda Inf Mec é a que possui as maiores frentes e profundidades de emprego, tanto nas operações ofensivas quanto nas defensivas, como por exemplo em uma ação retardadora é capaz de atuar em uma frente de até 60 km.

É importante destacar a previsão doutrinária de uma Bia AAAe Mec como meio orgânico de proteção dessa Brigada, contudo, até o momento a única Brigada de

Infantaria Mecanizada do Exército Brasileiro, a 15ª Bda Inf Mec, não possui uma Bia AAAe.

2.2 A BATERIA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA MECANIZADA

Com o intuito de atingir uma base conceitual que facilite o entendimento da concepção de uma Bateria de Artilharia Antiaérea orgânica de uma Brigada de Infantaria Mecanizada, faz-se necessário discorrer sucintamente sobre defesa do espaço aéreo e a AAAe da Força Terrestre.

A defesa aeroespacial (D Aepec) engloba o emprego de meios heterogêneos de diversas organizações, como exemplo aeronaves de ataque da Força Aérea Brasileira (FAB) e da Marinha do Brasil (MB) e Artilharia Antiaérea (AAAe) das três Forças. Os sistemas de D Aepec atuam tanto no território nacional (TN), por meio do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), quanto no teatro de operações (TO), coordenada pelo comandante de D Aepec designado para a missão (BRASIL, 2017a).

No TO, as Brigadas de infantaria e cavalaria são consideradas o módulo básico de emprego da Força Terrestre, e os meios de AAAe na zona de combate são disponibilizados conforme a necessidade e o escalão da força terrestre componente (FTC). Nesse caso, as Bia AAAe independentes, ou seja, orgânicas de uma Bda de infantaria ou cavalaria, realizam a DAAe conforme missão tática recebida e o comandante do maior escalão de AAAe da força assessora o comandante tático quanto à melhor forma de emprego dos meios AAAe (BRASIL, 2017a).

O manual Brigada de Infantaria Mecanizada, prevê na estrutura organizacional de uma Bda Inf Mec a existência de uma bateria organizada com o comando e estado-maior; 1 (uma) seção de comando; 1(uma) seção logística; e 3 (três) seções de Artilharia Antiaérea Mecanizadas, conforme observa-se na figura 4 (BRASIL, 2021):

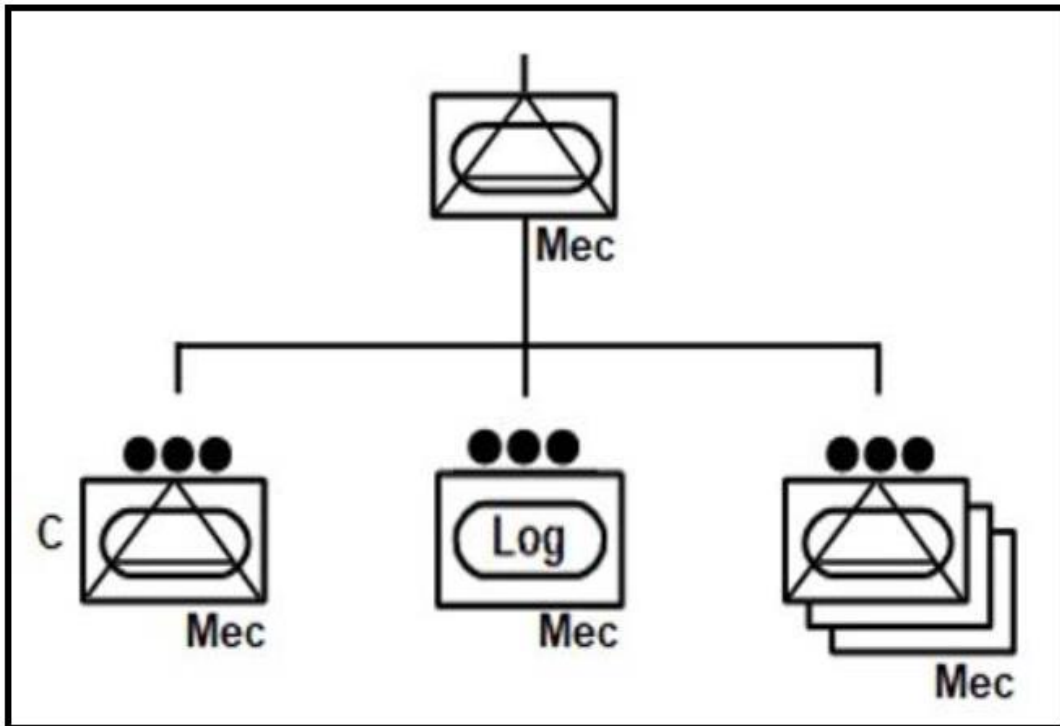


Figura 4 – Organização de uma Bateria de Artilharia Antiaérea de uma Bda Inf Mec
Fonte: BRASIL, 2021

Com essa estrutura, a Bia AAAe Mec deve atuar na DAAe da Bda Inf Mec na área de responsabilidade dessa GU em coordenação com a defesa aeroespacial, realizando a busca, detecção, identificação de plataformas aéreas tripuladas e não tripuladas, com objetivo de impedir, anular ou neutralizar a ação de vetores aéreos hostis em baixa altura. Além disso, o Cmt da Bia AAAe Mec é o assessor do Cmt da Bda Inf Mec na DAAe (BRASIL, 2021).

É importante salientar que o manual (Brasil, 2017a) elenca como fundamento de emprego das unidades de DAAe a mobilidade, que é uma das principais características de uma Bda Inf Mec:

Um escalão de AAAe deve possuir mobilidade maior ou pelo menos igual à do elemento defendido. Mesmo elementos de AAAe com missão de realizar a defesa de pontos fixos devem ter mobilidade suficiente para ocupar posições alternativas de tiro ou para cumprirem outra missão, quando a situação exigir (BRASIL, 2017a, p.4-4).

Segundo Brasil (2021, p.4-39), a Bda Inf Mec é capaz de realizar operações caracterizadas pela flexibilidade e auto suficiência, como é o caso da incursão. Nessa operação, a força de incursão deve ser tática, capaz de sobreviver com reduzido apoio logístico, operar com elevada rapidez e devendo ser integrada por elementos de apoio

de fogos orgânicos dos elementos de manobra, engenharia de combate, defesa antiaérea e, se possível, por artilharia de campanha autopropulsada. Conseqüentemente, a Bia AAAe Mec deve disponibilizar uma Seção Antiaérea com mobilidade suficiente para realizar a defesa antiaérea no apoio direto ao batalhão de infantaria Mec destacado nessa operação.

Essa concepção vai de encontro ao que afirma Barbosa (2012):

“a Bda Inf Mec se destaca pela sua mobilidade estratégica e tática, podendo cobrir grandes distâncias em pouco tempo, com economia de meios e combustível, aliada a sua relativa proteção blindada e ao seu relativo poder de fogo. Grande parte dessas características se dará pelo veículo que a mobiliará: o Guarani, que permite deslocar-se através campo, estrada e transpor cursos d’água. Também consideramos que as U Tir e os Rdr empregassem essa mesma plataforma ou plataforma semelhante durante a operação, o que possibilita uma mobilidade adequada ao elemento de manobra apoiado, se atendendo a este princípio da AAAe” (BARBOSA, 2012, p.92).

Em outras palavras, França (2017, p.37) afirma que “a DAAe das tropas mecanizadas deve englobar características análogas às da VBTP Guarani, que é a plataforma básica das unidades orgânicas das Bda Inf Mec”:

“o material AAe de dotação dessas Brigadas deve apresentar mobilidade tática, proteção blindada e uma adequada potência de fogo, a fim de proporcionar à essa Grande Unidade ótimas condições para operar em diferentes situações e em quaisquer condições meteorológicas” (FRANÇA, 2017 p.37).

2.3 O RADAR DE BUSCA

De acordo com Brasil (2016, p.1-1) o radar de busca é um dos elementos que compõem o subsistema de controle e alerta, destinado a integrar um sistema de defesa antiaérea de baixa altura. Para facilitar o entendimento de sua concepção, é importante destacar a organização de uma defesa antiaérea.

2.3.1 Estrutura do sistema Artilharia Antiaérea

Segundo o manual de Defesa Antiaérea (Brasil, 2017a, p.3-2), a artilharia antiaérea tem como objetivo “realizar a DAAe de zonas de ação, de áreas sensíveis,

de pontos sensíveis e de tropas, estacionadas ou em movimento, contra vetores aeroespaciais hostis. Sua finalidade é impedir, neutralizar ou dificultar um ataque”.

De uma maneira geral, para o cumprimento da missão principal, os diversos escalões de AAAe são estruturados da seguinte forma: um subsistema de controle e alerta, responsável pela vigilância do espaço aéreo e o acionamento das unidades de tiro (U Tir); um subsistema de armas, que destina-se à destruição dos vetores inimigos; um subsistema de apoio logístico responsável pelo suprimento de munição, manutenção e pela permanência da AAAe no combate; e um subsistema de comunicações, destinado a ligar de forma rápida e precisa os meios de alerta, os centros de operações e os subsistemas de armas, além de assegurar a comunicação do comando com os escalões enquadrantes (BRASIL, 2017a).

2.3.2 Subsistema de controle e alerta

Segundo Spelta (2019, p.25), o subsistema de controle e alerta da Artilharia Antiaérea tem como missão “realizar a vigilância do espaço aéreo sob responsabilidade de determinado escalão de AAAe, receber e difundir o alerta da aproximação de incursões, bem como acionar, controlar e coordenar a AAAe subordinada.”.

Para o cumprimento de suas missões, esse subsistema é composto pelos centros de operações antiaéreas (COAAe), que proporcionam ao comandante o constante acompanhamento da situação aérea e exercer o comando e controle sobre as DAAe desdobradas; pelos sensores de vigilância; e pelos postos de vigilância (P Vig), responsáveis por cobrir eventuais brechas na cobertura dos sensores e reforçar principais rotas de aproximação de aeronaves (BRASIL, 2017a).



Figura 5 – COAAe e Radar SABER M60 da 9ª Bia AAe (Es) na Operação Membecka 2021
Fonte: O autor

Na figura 5, pode-se visualizar o COAAe e o Radar SABER M60 desdobrados para realizar a vigilância do espaço aéreo em seu volume de responsabilidade, que no exercício acima, abarcava toda a zona de Ação da 9ª Brigada de Infantaria Motorizada.

2.3.3 Sensores do subsistema de controle e alerta

De acordo com manual de Defesa Antiaérea (Brasil, 2017a), os sensores de vigilância são responsáveis pelo alerta aproximado de uma ameaça aérea para uma DAAe, e devem ser dotados de características técnicas adequadas às necessidades da defesa para qual atuam. Estão presentes em todos os escalões da AAe, sendo o menor deles a seção antiaérea.

Esses sensores, na ótica da Artilharia Antiaérea, são os radares. Radar é um acrônimo da expressão do idioma inglês *Radio Detection and Ranging*, que significa detecção e alcance de rádio. (SMITH, 2003)

Segundo Smith (2003), o radar funciona da seguinte forma: um transmissor de rádio produz um pulso de energia de radiofrequência com alguns microssegundos de duração. Este pulso alimenta uma antena direcional, que o transforma em uma propagação de onda de rádio na velocidade da luz. Aeronaves no caminho desta onda refletirão uma pequena porção da energia de volta para uma antena receptora, situada perto do local de transmissão. A distância até o objeto é calculada a partir do tempo decorrido entre o pulso transmitido e o eco recebido. A direção para o objeto é encontrada de forma mais simples; você sabe para onde apontou a antena direcional quando o eco foi recebido.

De uma forma mais detalhada, o funcionamento do radar pode ser definido da seguinte forma:

Um pulso de energia eletromagnética, oscilando em uma frequência predeterminada, é gerada pelo transmissor. O pulso é encaminhado através de um “switch” (interruptor) transmissor-receptor para uma antena. O transmissor-receptor “switch”, ou duplex, protege o receptor sensível do pulso transmitido de alta potência. O pulso é irradiado para o espaço livre através de uma antena. O pulso eletromagnético propaga para fora na velocidade da luz, espalhando (reradiação) a partir de objetos que encontra ao longo do caminho. Uma parte do sinal disperso retorna ao radar. O sinal disperso é coletado pela antena e encaminhado através do switch transmissor-receptor para o receptor. A presença do sinal recebido pode ser detectada no receptor, uma vez que imita a frequência e a duração da transmissão do pulso. O sinal recebido é aumentado, os sinais de interferência são reduzidos, e as medições do objeto são feitas por processamento de sinal. As resultantes detecções de sinais recebidos são apresentados aos operadores de radar em displays. Detectar a presença de um objeto é importante, mas o valor real do radar será na capacidade de medir a distância entre o radar e o objeto, assim como a sua velocidade e altitude (CURVELO, 2014, p.17).

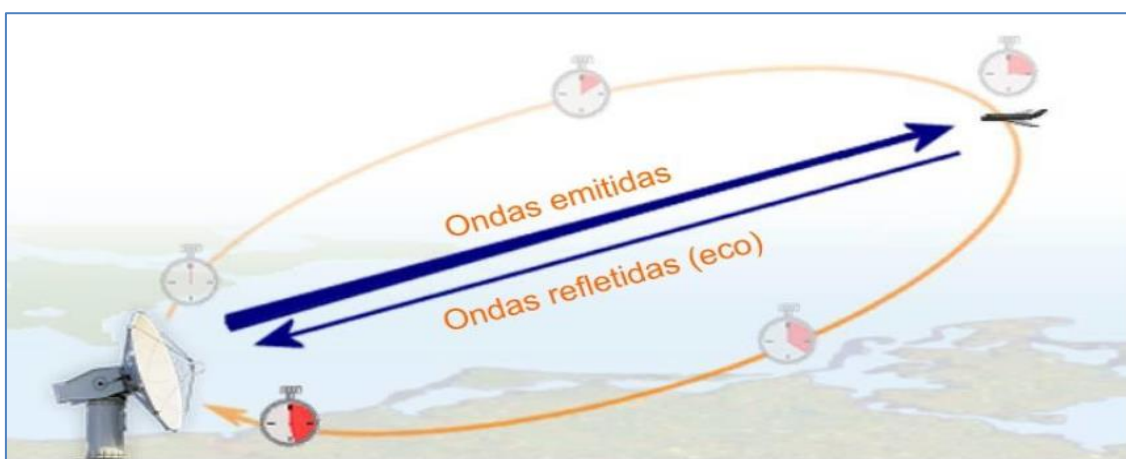


Figura 6: Princípio de funcionamento do Radar

Fonte: EB60-N-23.018 – Princípios Básicos de Radar, 2014

2.3.4 Radares de busca

Os radares podem ser classificados em três tipos diferenciados de acordo com a finalidade para qual são desenvolvidos, conforme as definições abaixo:

Radar de Vigilância que tem por finalidade detectar qualquer incursão que ingresse no volume de espaço, de uma defesa, sob a responsabilidade de um centro de controle, de modo que este possa fornecer o alerta com a devida antecedência. Fornece dados com relativa precisão.

Radar de Busca que está integrado a um sistema de armas, a fim de detectar qualquer incursão que ingresse no volume do espaço de uma defesa, propiciando seu engajamento em tempo útil. Fornece dados mais precisos que os Radares de Vigilância.

Radar de Tiro que acompanha um determinado vetor hostil, com a finalidade de fornecer elementos precisos para o ataque ao referido vetor. Fornece dados com muita precisão (Brasil, 2014, p.4-15).

Segundo Praxedes (2019), a faixa de 0 a 3000m de altitude é onde se concentra o maior número de ações realizadas por ameaças aéreas acessíveis às Forças Armadas de qualquer país. Considerada baixa altura, coincide com o envelope de emprego da AAAe onde seu volume de responsabilidade é varrido com uma vigilância mais detalhada proporcionada pelo radar de busca.

O radar de busca é integrado a um sistema de armas para direcionar uma unidade de tiro ao setor de aproximação do vetor. Como exemplo desse tipo de radar, o Exército Brasileiro possui em sua antiaérea o Radar SABER M60 e o Equipamento Diretor de Tiro (EDT) FILA (*Fighting Intruders at Low Altitude*) (FERREIRA, 2017).

Desta forma, ele funciona de forma integrada a um sistema de armas fornecendo dados mais precisos para propiciar o engajamento dos vetores em tempo útil. No Brasil, o subsistema de armas pode dispor dos seguintes armamentos: mísseis IGLA 9K-38 (figura 7) e RBS 70 (figura 8), canhões 40 mm Bofors (figura 9), e canhões 35 mm da Viatura Blindada de Combate Antiaérea GEPARD (figura 10) (MARCUS, 2019). Esses armamentos podem ser visualizados nas figuras abaixo:



Figura 7: IGLA S
Fonte: V.A.



Figura 8: RBS 70
Fonte: O autor



Figura 9: VBC GEPARD
Fonte: O autor



Figura 10: Canhão 40mm Bofors
Fonte: DEFESA AÉREA E NAVAL

De acordo com Conceição (2009), para se obter uma cobertura adequada, os radares devem ser posicionados em lugares elevados e com acesso que viabilize o transporte e o desdobramento do material. Essa posição necessita estar distante de agentes que causam interferências para evitar distorções e mau funcionamento do controlador de radiofrequência.

2.3.5 Radares de busca antiaéreos do Exército Brasileiro

2.3.5.1 Equipamento Diretor de Tiro (EDT) FILA

De acordo com Ferreira (2017), o Exército Brasileiro adquiriu, na década de 1980, treze Equipamentos Diretores de Tiro (EDT) FILA (*Fighting Intruders at Low Altitude* – Atacante de Invasores à Baixa Altura). Esse equipamento funciona de forma integrada aos canhões 40 mm C/70 BOFORS, formando o sistema antiaéreo 40 mm

FILA-BOFORS, cujo sistema radar combina simultaneamente as funções de um radar de busca e um radar de acompanhamento (radar de tiro), conforme figura 11.



Figura 11: EDT FILA

Fonte: Manual Serviço da Peça do EDT FILA 1º Volume

Segundo o manual C44-61, Serviço da Peça do EDT FILA (2003), este material tem a possibilidade de comandar até três canhões 40mm C/70 BOFORS, e um lançador de mísseis solo-ar, conforme figura 12. Seu alcance de detecção é de 300m a 20240m de distância, é um material rebocado por viatura e apresenta dificuldade de transporte e acesso limitado a determinadas áreas devido suas grandes dimensões.

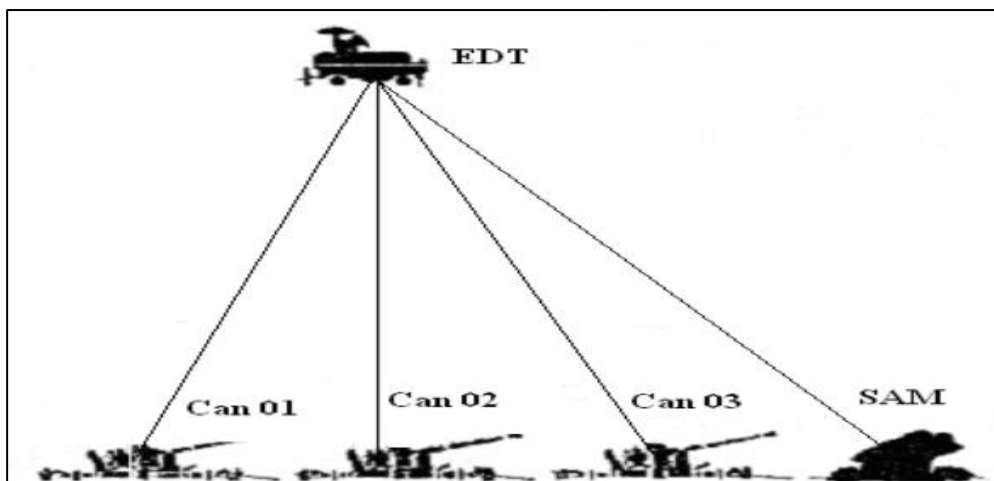


Figura 12: Seção Antiaérea do canhão 40mm FILA-BOFORS

Fonte: ME B-2 Manual Escolar Descrição e Funcionamento EDT FILA

Embora o EDT FILA seja um material antigo e apresente limitações como um pequeno número de aeronaves detectadas simultaneamente, dificuldade de transporte e acesso limitado a determinadas áreas devido suas grandes dimensões, proporcionou à AAAe do Exército Brasileiro grande salto tecnológico na década de 1980 quando foi inserido, por sua boa capacidade de busca e detecção de alvos com precisão (FERREIRA, 2017).

Suas características podem ser observadas no quadro 1 de forma resumida:

Peso	5500 Kg
Dimensões	6,355m X 2,353m X 2,30m
Velocidade máxima de transporte	60 Km/h
Alimentação	115 V/ 220 V 400 Hz, Grupo Gerador ou Conversor Estático de Frequência
Peso do gerador	400 Kg
Distância de detecção	300m à 20240m em 6400''
Resistência ao vento	Até 120 Km/h
Resolução	75m em alcance
IFF (Identificação Amigo e Inimigo)	Modos 1, 2 e 3A

Quadro 1: Características do EDT FILA

Fonte: O autor, adaptado do manual Serviço da Peça do EDT FILA 1º Volume

2.3.5.2 Radar SABER M60

O Radar SABER M60 (Sensor de Acompanhamento de Alvos Aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência) é destinado a integrar um sistema de DAAe de baixa altura. Possui baixo peso e grande capacidade de mobilidade, possibilitando o emprego em todos os climas do continente sul-americano e em diversas tarefas, como defesa externa, garantia da lei e da ordem e manutenção da paz. Além disso, pode ser integrado a um sistema de armas de mísseis ou canhões e a sistemas de interesse como o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA) e ao Sistema de Controle de Espaço Aéreo Brasileiro (BRASIL, 2016).

Segundo afirmação de Silva (2017, p.30), cabe ressaltar que o Radar SABER M60 é um radar de busca, porém na ausência de um radar de vigilância, pode ser empregado no modo de operação busca em vigilância, com o objetivo de fornecer o alerta antecipado ao subsistema de armas, integrado a um sistema de identificação amigo ou inimigo (IFF). Este radar pode ser visualizado na figura 13.



Figura 13: Radar SABER M60 desdobrado na Operação Membeca 2021 em Barra Mansa - RJ
Fonte: O autor

De acordo com Brasil (2016, p.2-1), “O Radar SABER M60 possui uma concepção modular, visando facilitar sua operação, manutenção e transportabilidade”. Desta forma, foi construído para ser acondicionado em caixas distintas, que comportssem os seis módulos para serem transportados protegidos em viaturas, aeronaves e outros meios, conforme distribuição abaixo descrita:

- a) A Caixa Nr 01 acondiciona a Antena do Radar, o Módulo de Controle e RF e as Sapatas;
- b) A Caixa Nr 02 acondiciona o Quadripé e os Cabos Externos;
- c) A Caixa Nr 03 acondiciona o Pedestal;
- d) A Caixa Nr 04 acondiciona a Fonte de Alimentação e a Caixa de Baterias;
- e) A Caixa Nr 05 acondiciona o S60 (IFF), a Luneta e a UV;
- f) A Caixa Nr 06 acondiciona as cintas de unitização, extensões de rede elétrica AC e os cabos adaptadores;
- g) Também acompanham o Radar SABER M60:
 - sacola com rede para helitransporte e cinta de içamento;
 - maleta de ferramentas para 1º Escalão;
 - maleta de ferramenta para 2º Escalão;
 - cones de sinalização (BRASIL, 2016, p.5-1).

Nas figuras 14 e 15 retiradas do manual técnico Operação do Radar SABER M60 (Brasil, 2016), pode-se observar o radar guardado em caixas pronto para transporte e como ele fica acondicionado em uma Vtr 5 Ton.



Figura 14: Disposição do material em caixas com fitas de unitização
Fonte: Manual técnico Operação do Radar SABER M60



Figura 15: Radar SABER M60 acondicionado em uma Vtr 5 Ton para transporte
Fonte: Manual técnico Operação do Radar SABER M60

Ainda de acordo com o manual técnico Operação do Radar SABER M60 (Brasil, 2016), o sistema pode ser transportado por qualquer meio, seja ele aéreo, terrestre ou

marítimo, e apresenta elevada mobilidade e transportabilidade, podendo ser montado ou desmontado em menos de 15 minutos por uma guarnição de três homens e transportado em qualquer viatura de capacidade superior a 1 Ton ou por helicópteros.

Dentre as principais capacidades do Radar SABER M60, o manual técnico Operação do Radar SABER M60 destaca as seguintes:

- a) informações tridimensionais (distância, azimute e elevação) sobre os alvos aéreos, além de informações derivadas, tais como: velocidade e direção de voo (proa);
- b) capacidade de classificação de alvos em helicópteros ou aviões, identificação do tipo de helicóptero e identificação amigo-inimigo (IFF);
- c) baixa probabilidade de interceptação (LPI – Low Probability of Interception) resultante de uma baixa potência média de transmissão e de avançados meios de proteção eletrônica;
- d) reconfigurável e atualizável facilmente, por ser construído com tecnologia de “hardware definido por software”;
- f) logística simplificada, pela disponibilidade de suprimento e manutenção de todos os escalões em território nacional; e
- g) representação gráfica de medidas de coordenação, tais como: Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea, Estado de Alerta, Corredores de Segurança, entre outros, segundo o estabelecido na doutrina, podendo ser atualizado ou modificado, de acordo com a necessidade (BRASIL, 2016, p.1-1).

Suas características podem ser melhores visualizadas no quadro 2:

Peso total líquido	357,85 kg
Dimensões	3,20m x 3,20m x 2,85m
Gerador externo	Toyama T4000CX
Alimentação	110 a 230 V – CA / 50 a 60 Hz
Alcance útil	60 km (alvo de 20m ²)
Alcance mínimo	1750m
Teto máximo aproximado	5000m
Resistência ao vento	60 km/h
Direção	6400°
Resolução (poder separador)	75m em alcance
IFF	1, 2, 3A e C, com 82km de alcance
N ^o de alvos simultâneos	40 alvos
Velocidade mínima para detecção	36 km/h
Rotações por minuto	7,5 a 15 RPM - programável

Quadro 2: Dados técnicos do radar SABER M60

Fonte: O autor, adaptado do manual técnico Operação do Radar SABER M60

Segundo Barbosa (2012, p.92 e 93), o Radar SABER M60 atende aos requisitos operacionais básicos (ROB) de um radar, sendo sua flexibilidade de emprego e transporte conferidos por sua concepção modular um fator positivo em vários tipos de operação. No entanto, em uma situação de movimento, esse aspecto é um fator limitante pois não permite realizar varredura radar durante seu deslocamento.

Logo, o ideal seria um radar de busca que pudesse realizar a varredura enquanto se desloca, garantindo assim uma cobertura radar contínua de uma coluna de marcha. Contudo, esse aspecto não impossibilita o emprego do Radar SABER M60 em uma marcha para o combate de uma Bda Inf Mec (BARBOSA, 2012).

De acordo com 2º GAA Ae (2015), foi relatado em uma experimentação doutrinária da utilização do Radar SABER M60 apoiando operações no SISFRON em 2015, que o radar foi testado com vários Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados (SARP) disponíveis nas Forças Armadas e outros órgãos governamentais e não foi capaz de detectar esses SARP em virtude de suas baixas seção reta radar. Esse fato é coerente com a capacidade de detecção do Radar SABER M60 que possui uma seção reta radar de 20m² (BRASIL, 2016).

2.3.6 Radares de busca antiaéreos de outros países

2.3.6.1 GIRAFFE 1X

O GIRAFFE 1X é um radar produzido pela empresa sueca *SAAB Technologies*, mesmo fabricante do míssil RBS 70. É um sensor de curto alcance voltado para fornecer à uma defesa antiaérea terrestre dados precisos para engajamento, sendo capaz de garantir um alerta antecipado e tem a capacidade de detectar e rastrear centenas de alvos simultaneamente, mesmo em ambientes com condições desfavoráveis, realizando vigilância enquanto se desloca (SAAB, 2020).

Este material é compacto e possui bastante flexibilidade. Apresenta baixo consumo de energia e foi projetado para fácil integração, pode ser transportado em um veículo do tamanho de uma caminhonete, por helicóptero, pode ser instalado permanentemente em um prédio ou pode ser rebocado em um trailer (ARMY RECOGNITION, 2016).

Na figura 16, pode-se observar o radar afixado em um veículo blindado sobre rodas leve.



Figura 16: Giraffe 1x em uma viatura 4x4 sobre rodas
Fonte: SAAB

Segundo SAAB (2020), o GIRAFFE 1x é um radar 3D (fornece dados em três dimensões) e de alto desempenho, sendo capaz de cobrir todo o volume de busca a cada segundo e detectar qualquer ameaça aérea, incluindo alvos baixos, lentos e pequenos. É considerado um radar multimissão, por sua capacidade de detectar drones, fogos de artilharia, foguetes e morteiros, e realizar varredura de superfície marítima. Suas características podem ser melhor visualizadas no quadro 3.

Tipo de antena	AESA – <i>Phased Array</i>
Peso	150 kg
Cobertura em elevação	70°
Rotações por minuto	60 RPM
Nr de alvos simultâneos	100 alvos aéreos e 200 alvos terrestres
Direção	6400°
Alcance útil	75 km
Teto de emprego	10 km
Consumo de energia	2,3 KW
Frequência	Banda X (I)

Quadro 3: Características técnicas do radar GIRAFFE 1x
Fonte: O autor, adaptado de SAAB

2.3.6.2 AN/MPQ-64 Sentinel

O AN/MPQ-64 Sentinel é um radar 3D usado para alertar e direcionar sistemas de arma de uma defesa aérea de baixa altura para alvos hostis que se aproximam de suas forças da linha de frente, sendo empregado junto a unidades de defesa antiaérea avançada do Exército dos EUA e pela França. Produzido pela *Thales Raytheon Systems* é capaz de automaticamente adquirir, rastrear, classificar, identificar e relatar alvos, incluindo mísseis de cruzeiro, veículos aéreos não tripulados e aeronaves de asa rotativa e fixa, e está sendo atualizado nos EUA para aumentar suas capacidades e atuar em contra-bateria adquirindo foguetes, artilharia e morteiro (U.S. ARMY ACQUISITION SUPPORT CENTER, 2022).

Este radar é projetado com alta resistência a contramedidas eletrônicas. Montado em plataforma rebocada, pode ser posicionado remotamente do restante da unidade, sendo operado de forma autônoma, possui um recurso de identificação amigo ou inimigo (IFF) que ajuda a prevenir o fratricídio (RADAR TUTORIAL, 2022).



Figura 17: Radar AN/MPQ-64 Sentinel
Fonte: ARMY RECOGNITION, 2022

De acordo com um comunicado publicado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos em 13 de abril de 2022, a Ucrânia receberá novos equipamentos

militares dos Estados Unidos, para aumentar suas capacidades na guerra contra a Rússia, sendo um desses materiais o AN/MPQ-64 Sentinel. Como pode ser observado na figura 17, o Sentinel pode ser montado em um trailer, puxado por um veículo de rodas multiuso de alta mobilidade ou pode ser integrado a uma Vtr 5 ton (ARMY RECOGNITION, 2022).

Suas características técnicas podem ser visualizadas no quadro 4:

Cobertura em elevação	-10° até 55°
Rotações por minuto	15 ou 30 RPM
Direção	360°
Teto	40 km
Alcance	75 km
Frequência	Banda X

Quadro 4: Características técnicas do Radar AN/MPQ-64 Sentinel

Fonte: O autor, adaptado de U.S. ARMY ACQUISITION SUPPORT CENTER

2.3.6.3 ELM-2106 NG

O radar ELM-2106 NG é um radar 3D produzido pela empresa *ELTA Systems*, subsidiária da *Israel Aerospace Industries*, que é uma empresa estatal de Israel. Utilizado por Israel e exportado para a Índia, é capaz de detectar uma ampla variedade de plataformas aéreas, incluindo aviões de combate de baixa altitude e alta velocidade (a uma distância de 40 a 60km), helicópteros pairando (a uma distância de 25km), veículos aéreos não tripulados pequenos e ultraleves de baixa velocidade (a uma distância de 20km), podendo ser usado como um radar de preenchimento de lacunas complementando um sistema principal de defesa aérea ou como um radar de busca em apoio a sistemas de armas antiaéreas (IAI ELTA SYSTEMS, 2022).

É um material flexível, pois pode ser instalado em construções fixas, torres, shelters, em veículos leves, ou transportado e montado em um quadripé, conforme pode-se observar na figura 18. Pode ser desdobrado em menos de 15 minutos e possui capacidade de IFF (IAI ELTA SYSTEMS, 2022).



Figura 18: Radar ELM-2106 NG acoplado a uma Vtr e montado sobre um quadripé
 Fonte: O autor, adaptado de IAI ELTA SYSTEMS

Suas características técnicas podem ser visualizadas no quadro 5:

Peso	170 kg, 320 kg com caixas de transporte
Tempo de desdobramento	Menos de 15 minutos
Direção	360°
Alcance instrumentado	100 km
Alcance de detecção de caças	40-60 km
Alcance de detecção de helicópteros pairando	25 km
Alcance de detecção de drones	20 km
Resolução	30m
Velocidade mínima de detecção	30km/h
Detecção de alvos simultâneos	60 alvos
Modos IFF	1, 2, 3/A, C, 4
Alimentação	20-32 Volts DC
Frequência	Banda L

Quadro 5: Características técnicas do radar ELM-2016NG
 Fonte: O autor, adaptado de IAI ELTA SYSTEMS

2.3.6.4 1L121

O 1L121 é um radar de defesa aérea móvel 3D produzido pela empresa russa *Nizhegorodskiy Naucsno-Issledovatel'skiy Insitut Radiotekhniki* (NNIIRT). Opera na banda UHF e foi projetado para detectar uma grande gama de ameaças, inclusive pequenos alvos aéreos, como drones voando em baixa altitude e munições guiadas com precisão (ESHTEL, 2013).

Sua versão de exportação é o 1L121-E, e consta em uma lista de MEM utilizados no conflito da Ucrânia divulgado pela revista Jane's em 28 de fevereiro de 2022. Possui a capacidade de realizar vigilância em movimento, já foi apresentado em diferentes tipos de veículos como o MT-LBu (sobre lagartas), BTR-80 (sobre rodas 8x8) e GAZ-3937 Vodnik (sobre rodas 4x4), conforme observado nas figuras 19 e 20 (PAKISTAN DEFENCE, 2013).



Figura 19: Radar 1L121 em uma Vtr sobre rodas 8x8 (BTR-80)
Fonte: PAKISTAN DEFENCE, 2013



Figura 20: Radar 1L121 em uma Vtr sobre rodas 4x4 (GAZ-3937 Vodnik)
Fonte: REDSTAR

Dotado de alta mobilidade e capacidade operacional em movimento, este material é operado por 3 militares e é capaz de classificar os alvos detectados por grau de ameaça, transmitir dados para sistemas de defesa aérea e meios de proteção contra armas de precisão, localizar equipamentos de guerra eletrônica que realizam bloqueio e diferenciar aeronaves amigas ou inimigas por meio de um sistema IFF (REDSTAR, 2022).

Suas características podem ser visualizadas no quadro 6:

Tipo de antena	Phased Array
Tempo de prontidão do radar em movimento	02 minutos
Direção	360°
Alcance em varredura 60°	05 a 90 km
Alcance em varredura 90°	02 a 20 km
Rotações por minuto	15 ou 30 RPM
Precisão em alcance	100 m
Resolução	300 m em alcance
Detecção de alvos simultâneos	64 alvos
Frequência	UHF

Quadro 6: Características técnicas do radar 1L121
Fonte: O autor, adaptado de REDSTAR

2.3.6.5 Radar SkyChaser On-The-Move

O SkyChaser é um radar de busca multimissão produzido pela empresa norte-americana SRC. É um radar 3D multimissão de grande mobilidade com capacidade de realizar a varredura radar e busca durante enquanto se desloca (tecnologia *on the move*), podendo ser aplicado em missões simultâneas de vigilância aérea, aquisição de alvos em contra-bateria, e defesa aérea de baixa altitude (SRC, 2022).

É dotado de alta flexibilidade pois pode ser instalado em uma variedade de plataformas como diversos veículos, torres, telhados, ou ser operado remotamente em um tripé de forma autônoma, conforme observado na figura 21, sendo capaz de rastrear alvos pequenos e lentos voando em baixa altitude como drones em ambientes com grande quantidade de ecos para o radar (SRC, 2022).

Este radar possui cobertura personalizável com a emissão de suas frequências de forma direcionável em altura e elevação, e ainda é compatível com vários outros

sistemas e interfaces, podendo correlacionar o rastreamento de diferentes fontes (SRC, 2022).

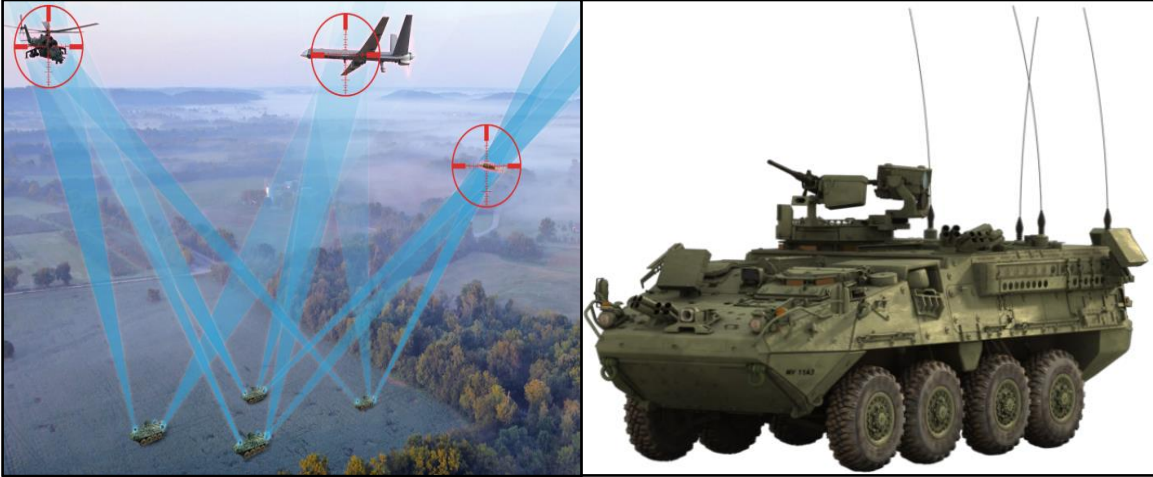


Figura 21: SkyChaser em operação, com seus quatro painéis afixados em uma Vtr 8x8 mecanizada
Fonte: O autor, adaptado de SRC

Suas características disponibilizadas para visualização no folder do fabricante podem ser observadas no quadro 7:

Tamanho do radar	04 painéis menores que 1 pé cúbico
Peso	Aproximadamente 22 Kg
Temperatura de operação	-40°C a 65°C
Alimentação	500w 110/240V
Frequência de operação	Banda S
Cobertura em direção	90°, direcionável
Cobertura em direção	90°, direcionável

Quadro 7: Características do Radar SkyChaser On-The-Move

Fonte: O autor, adaptado de SRC

3.METODOLOGIA

3.1 OBJETO FORMAL DE ESTUDO

Este trabalho busca levantar radares de busca que sejam adequados para realizar a vigilância do espaço aéreo da área de responsabilidade de uma Bia AAAe orgânica da Bda Inf Mec.

Logo, é possível observar que “bateria antiaérea orgânica da Brigada de Infantaria Mecanizada” destaca-se como variável independente (VI), visto que manipula a determinação da variável dependente, “radar de busca” (VD).

A finalidade do corrente estudo, que é propor um radar de busca, ficará diretamente relacionada às características e capacidades de uma Brigada de Infantaria Mecanizada, a fim de levantar materiais que satisfaçam as necessidades de emprego dessa tropa durante todos os tipos de operações que realiza.

As variáveis de estudo apresentaram-se definidas e conceituadas da seguinte forma:

- a **bateria de artilharia antiaérea de uma Brigada de Infantaria Mecanizada** (Quadro 8), Variável Independente (VI), identificada pela doutrina militar em vigor que abarca os manuais doutrinários.

Variável independente	Dimensão	Indicadores	Forma de medição
Bia AAAe de uma Bda Inf Mec	Estrutura	Doutrina	Manuais doutrinários; Revisão de Literatura; Legislação de Instrução Militar
		Capacidades	Manuais doutrinários; Revisão de Literatura; Legislação de Instrução Militar
	Material	Características	Questionário Revisão de Literatura

QUADRO 8 – Definição Operacional da Variável “Bia AAAe de uma Bda Inf Mec”
Fonte: O autor

- a variável dependente (VD), **radar de busca** (Quadro 9), origina-se das características dos radares de busca e sua compatibilidade de emprego com as capacidades da Brigada de Infantaria Mecanizada.

Variável dependente	Dimensão	Indicadores	Forma de medição
Radare de Busca	Características do material	Mobilidade, proteção blindada, capacidade de detecção	Questionário Revisão de Literatura

QUADRO 9 – Definição Operacional da Variável “radar de busca”

Fonte: O autor

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

No que se refere à natureza, este estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo exploratória, por ter o objetivo levantar a maior quantidade de informações possível sobre o tema, além de facilitar o entendimento dos fatores que influenciam na proposta de um radar de busca adequado para uma bateria orgânica de uma Bda Inf Mec, valendo-se para tal do método dedutivo como forma de validar a interação pretendida através de uma demonstração racional e lógica.

Quanto à abordagem do problema, utiliza-se os conceitos de pesquisa qualitativa, pois permitem compreender a complexidade e os detalhes das informações obtidas.

Para sua consecução, este estudo bibliográfico tem por método a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, bem como sua revisão integrativa, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados vários estudos, de forma a consubstanciar um corpo de literatura atualizado e compreensível.

Em relação ao delineamento da pesquisa, este estudo considera as fases de levantamento e seleção da bibliografia, coleta dos dados, crítica dos dados, leitura analítica e fichamento das fontes, aplicação de questionários, argumentação e discussão dos resultados, tendo como corte cronológico os últimos 10 (dez) anos, ou seja, de 2012 até os dias atuais.

3.3 AMOSTRA

Foram avaliados, por meio de questionário (Apêndice 1), 20 (vinte) militares

especializados em Artilharia Antiaérea, pertencentes às baterias de Artilharia Antiaérea orgânicas da 9ª Bda Inf Mtz (Grupamento de Unidades Escola) e da 4ª Bda de Cavalaria Mecanizada, ou que lá serviram nos últimos 5 (cinco) anos, que utilizaram o radar SABER M60 como sensor de busca em exercícios de adestramentos avançados, sendo 16 (dezesesseis) oficiais (capitães e tenentes) e 04 (quatro) praças (2º e 3º sargentos).

O questionário foi divulgado por aplicativos de mensagens e viabilizado pela plataforma Google Forms, sendo que em sua página inicial constava a importância da contribuição dos militares com seus conhecimentos e experiências vivenciados sobre o tema para a elaboração deste trabalho.

Por fim, esse questionário permitiu consolidar informações sobre experiências profissionais de militares que participaram de operações nas quais uma bateria antiaérea realizou a proteção de uma Brigada com tropas mecanizadas.

3.4 PROCEDIMENTOS PARA REVISÃO DA LITERATURA

Para a pesquisa bibliográfica, foram utilizados como fontes de busca sites de fabricantes de radares de busca de outros países como Suécia, Estados Unidos da América, Israel e Rússia; artigos e monografias da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais e da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército; revistas, informativos, manuais da Doutrina Militar Terrestre e periódicos contendo assuntos relacionados à radares e Brigadas mecanizadas; planos, projetos e programas do Exército Brasileiro.

Em relação à estratégia de busca nas bases de dados eletrônicas, foram utilizados os descritores: defesa antiaérea, Brigada de Infantaria Mecanizada, bateria de Artilharia Antiaérea, subsistema de controle e alerta, radar de busca, radar SABER M60, evolução de radares, Brigada *stryker*.

Para obtenção das informações deste estudo, foi aplicada a coleta na literatura com uma pesquisa bibliográfica em artigos, revistas especializadas, monografias, dissertações, livros, manuais e portarias do Exército Brasileiro.

Foram contempladas as fases de levantamento, seleção da bibliografia, coleta dos dados, crítica dos dados, leitura analítica e fichamento das fontes no enquadramento desta pesquisa.

A seleção das fontes de pesquisa foi fundamentada em publicações de autores de credibilidade que já escreveram sobre o assunto.

A estratégia para a coleta de dados foi traçada nos seguintes critérios de inclusão: estudos publicados nos idiomas português, inglês ou espanhol; estudos acerca das características, possibilidades e limitações dos radares de busca do Exército Brasileiro e nos principais exércitos do mundo; e estudos acerca das características, possibilidades e limitações das Brigadas de Infantaria.

Quanto aos critérios de exclusão, foram adotados os seguintes: estudos publicados antes do ano de 2012; estudos relacionados a radares que não sejam afixados a plataformas blindadas sobre rodas; fontes sem reconhecida credibilidade.

3.5 INSTRUMENTOS

Esta pesquisa utilizou o questionário e a pesquisa bibliográfica como instrumento de coleta de dados, a fim de garantir o entendimento da variável independente (bateria orgânica de Brigada de Infantaria Mecanizada) e dependente (proposta de radar de busca).

Com o objetivo de consolidar um embasamento fidedigno para o presente trabalho, foi realizada a pesquisa bibliográfica, utilizando-se manuais doutrinários, portarias, monografias, revistas especializadas, informações de fabricantes de MEM e artigos a fim de levantar informações técnicas e doutrinárias importantes para atingir o objeto de estudo.

Buscando colher informações que ratificassem a proposta deste estudo, foi utilizado o questionário, viabilizado pela plataforma Google Forms, para coletar dados dos militares já mencionados na amostra, a fim de relacionar seus conhecimentos e experiências, por meio de perguntas fechadas, objetivando o aumento da convergência dos pontos de vista dos indivíduos selecionados.

O questionário baseou-se em perguntas relacionadas à doutrina e revisão da literatura desta pesquisa, focada em experiências vivenciadas em operações, resultando em tabelas, gráficos e quadros para melhor visualização e análise das estatísticas. Desta forma, juntamente com a análise da Revisão da Literatura, o questionário buscou acrescentar credibilidade ao estudo visando atingir uma solução para o problema que seja alinhada com a realidade.

3.6 ANÁLISE DOS DADOS

Em relação à análise dos dados coletados, os dados da pesquisa bibliográfica de radares de busca foram apresentados em tabelas para facilitar a comparação de suas características, além da correlação de suas limitações e possibilidades com as características da Bia AAe orgânica da Bda Inf Mec. Já os dados obtidos nos questionários serviram para avaliar o emprego do radar de busca utilizado por essas baterias em operações, buscando apontar limitações, pontos fortes e sugestões que avantajam a proposta de um material.

Para apurar as hipóteses de estudo desta pesquisa, foi utilizada a Estatística Descritiva a fim de compreender as circunstâncias do problema mediante a análise da referida amostra. Tabelas e gráficos foram confeccionados após análise das respostas do questionário realizado, a fim de embasar argumentos para a discussão do objeto de estudo.

4. RESULTADOS

A presente seção tem por finalidade apresentar os resultados obtidos por meio da análise da revisão de literatura e do questionário acerca dos radares de busca empregados por uma Bia AAAe Mec que realiza a DAAe de uma Bda Inf Mec, objetivando fundamentar uma das hipóteses levantadas:

- H1 - o radar de busca utilizado pelo Exército Brasileiro é compatível com as características de uma Bia AAAe Mec;

- H0 - o radar de busca utilizado pelo Exército Brasileiro não é compatível com as características de uma Bia AAAe Mec.

Em um primeiro momento, foram apresentados os resultados obtidos da revisão da literatura, e na sequência, foram expostas as informações consolidadas do questionário que foi respondido por 20 militares.

4.1 RESULTADOS DA REVISÃO DE LITERATURA

Em relação à Bda Inf Mec, a Revisão da Literatura possibilitou o entendimento de sua concepção de emprego, evidenciando suas capacidades e principais características. É uma tropa dotada de alta mobilidade tática, relativa proteção blindada, ação de choque e proteção blindada, com capacidade de realizar operações continuadas, defensivas e ofensivas, de grandes amplitudes, sob condições meteorológicas adversas, evitando o emprego prematuro das Brigadas Blindadas em situações desvantajosas, conforme apresentado por Morais (2020).

Segundo Brasil (2021), na estrutura organizacional de uma Bda Inf Mec, está previsto a existência de uma Bia AAAe Mec para realizar sua defesa antiaérea, atuando entremeada na função de combate proteção, a fim de contribuir com a preservação do poder de combate e garantir a eficácia dessa GU, sendo que o Cmt desta Bia AAAe é o assessor do Cmt da Bda Inf Mec em DAAe.

Para cumprir sua missão, a Bia AAAe Mec atua na área de responsabilidade da Bda Inf Mec em coordenação com a defesa aeroespacial, realizando a busca, detecção, identificação de plataformas aéreas tripuladas e não tripuladas, com objetivo de impedir, anular ou neutralizar a ação de vetores aéreos hostis em baixa altura, de acordo com Brasil (2021).

Desta forma, a Bia AAAe Mec dispõe de um subsistema de controle e alerta

incubido de realizar a vigilância do espaço, receber e difundir o alerta da aproximação de incursões, e acionar, controlar e coordenar a AAAe subordinada, como afirma Spelta (2019).

Conforme colocado por Brasil (2017), o subsistema de controle e alerta dispõe de sensores de vigilância responsáveis pelo alerta aproximado de uma ameaça aérea para uma DAAe, podendo ser radares de vigilância e radares de busca.

De acordo com Brasil (2014), os radares de busca atuam integrados a um sistema de armas, a fim de detectar qualquer incursão que ingresse no volume do espaço de uma defesa, propiciando seu engajamento em tempo útil. Fornece dados mais precisos que os Radares de Vigilância.

No caso da Bia AAAe Mec, Barbosa (2012), França (2017) e Brasil (2021) apontam que seus MEM devem possuir características compatíveis com as capacidades de uma Bda Inf Mec, ou seja, mobilidade tática, poder de fogo e relativa proteção blindada, a fim de permitir a DAAe de tropas mecanizadas atuando em diversos tipos de operações, sem restringir suas possibilidades de emprego por limitação dos materiais. França (2017) ainda considera que “a DAAe das tropas mecanizadas deve englobar características análogas às da VBTP Guarani, que é a plataforma básica das unidades orgânicas das Bda Inf Mec”.

Portanto, o radar de busca ideal para uma Bia AAAe Mec, além de possuir características técnicas relacionadas à capacidade de detecção, medidas de proteção eletrônica, transmissão de dados, modularidade, entre outras que o Radar SABER M60 abarca pois foi construído atendendo a ROB demandados pelo Exército Brasileiro para ser empregado em diversas operações, deve também possuir relativa proteção blindada e alta mobilidade, podendo inclusive ser capaz de realizar varredura enquanto se desloca, conforme sugere Barbosa (2012).

Quanto ao radar de busca mais empregado nas operações pelo Exército Brasileiro, o Radar SABER M60, Barbosa (2012) aponta que ele atende aos ROB de um radar, pois é capaz de realizar busca de alvos de 12m² até 5000m de altura, com alcance nominal de 60km em todas as direções, permitindo acompanhar até 40 aeronaves simultâneas fornecendo dados nas três dimensões, permite a identificação IFF, possui software que permite a inserção de medidas de coordenação e controle e recursos para operar em ambiente de guerra eletrônica.

Ademais, Barbosa (2012) considera que seu emprego em operações de movimento de uma Bda Inf Mec como uma marcha para o combate, é viável, porém,

limitado, pois deveria ser capaz de realizar a varredura enquanto se desloca, a fim de garantir uma cobertura contínua de uma coluna de marcha, fato que pode ser solucionado realizando a manobra de radares. Entretanto, em algumas hipóteses de marcha para o combate da Bda Inf Mec abordadas por Barbosa (2012), a quantidade de radares de uma Bia AAAe Mec eram insuficientes para uma cobertura completa deste movimento.

Além desta limitação, o meio de transporte mais utilizado para conduzir o Radar SABER M60 em operações é a Vtr 5 Ton, que apesar de sua boa capacidade de deslocamentos rodoviários, não possui as capacidades da plataforma base da Bda Inf Mec, o Guarani, que possui proteção blindada, maior mobilidade, capacidade de transposição de trincheiras, degrau vertical e vão livre, e transposição de cursos d'água, conforme coloca Carneiro (2011, p.36).

Quanto à detecção de SARP categorias 0 e 1, vetores que vem sendo cada vez mais empregados por Forças Armadas e forças irregulares no ambiente operacional moderno, o Radar SABER M60 não possui capacidade técnica (seção reta radar) para detecção destes vetores, corroborando com o relato do 2º GAAAE (2015) de não ter detectado SARP disponíveis nas Forças Armadas e outros órgãos governamentais brasileiros, em virtude de sua baixa seção reta radar.

Em relação aos radares de busca abordados neste trabalho que foram produzidos em outros países, é possível perfazer, após analisar suas características técnicas identificadas, que todos possuem capacidade de detecção similares ou superiores ao Radar SABER M60, e possuem tecnologias em comum como detecção em 3D, medidas de proteção eletrônica, IFF, operar em ambientes desfavoráveis. Logo, em termos de capacidade de detecção e operação em ambientes desfavoráveis, é concebível afirmar que são equipamentos aptos para realizar a vigilância do espaço aéreo a distâncias compatíveis com as operações realizadas pela Bda Inf Mec.

Destarte, no que concerne às características distintas mais relevantes para o emprego em uma Bia AAAe Mec, como mobilidade e proteção blindada, pode-se observar uma comparação dos materiais no quadro abaixo:

	GIRAFFE 1X	AN/MPQ-64 Sentinel	ELM-2106 NG	1L121	SkyChaser On-The-Move
Capacidade de detecção de pequenas ameaças	X	X	X	X	X
Vigilância em movimento	X			X	X
Mobilidade compatível com tropas mecanizadas	X		X	X	X
Proteção blindada	X		X	X	X

Quadro 10: Comparação entre radares utilizados por outros países

Fonte: O autor, adaptado de SAAB, U.S. ARMY ACQUISITION SUPPORT CENTER, IAI ELTA SYSTEMS, REDSTAR e SRC

Pode-se verificar que os radares Giraffe 1x, da Suécia, 1L121 da Rússia, e SkyChaser On-The-Move dos Estados Unidos são compatíveis com as capacidades e características de uma Bda Inf Mec. O principal fator que proporciona a mobilidade e proteção blindada é a flexibilidade desses equipamentos, que podem ser montados em diversas plataformas como viaturas mecanizadas, tornando-os assim, aptos a comporem os meios de uma Bia AAAe Mec.

Já a capacidade de realizar a vigilância do espaço aéreo durante os deslocamentos identificada no Girrafe 1x, ELM-2106 e SkyChaser On-The-Move, proporciona um grande ganho em mobilidade, pois não é necessário despender tempo no desdobramento do radar para colocá-lo em operação. Tal situação favorece o emprego em operações com amplos movimentos que demandam velocidade nas ações.

Por fim, quanto à possibilidade de detecção de pequenas ameaças identificada nos quatro radares, trata-se de uma tecnologia recente que surgiu em resposta à crescente utilização de drones no mundo atual, sendo uma capacidade desejável para dotar todos os radares de busca, independentemente da peculiaridade da tropa defendida por uma DAAe.

4.2 RESULTADOS DO QUESTIONÁRIO

A fim de levantar mais informações para este estudo, foi aplicado um questionário a 20 (vinte) militares especialistas em Artilharia Antiaérea que já participaram de operações e exercícios de adestramento empregando o Radar SABER M60.

O questionário abordou questões sobre a compatibilidade do Radar SABER M60 com a Bda Inf Mec, visando levantar informações vivenciadas na prática sobre o material durante seu emprego que podem contribuir com uma proposta de um radar de busca para a Bia AAAe Mec.

Quanto à experiência do público alvo em exercícios de adestramento empregando o radar SABER M60 no contexto de uma Bia AAAe realizando a defesa antiaérea de uma Brigada de Infantaria dotada de materiais mecanizados, foram obtidos os seguintes resultados:

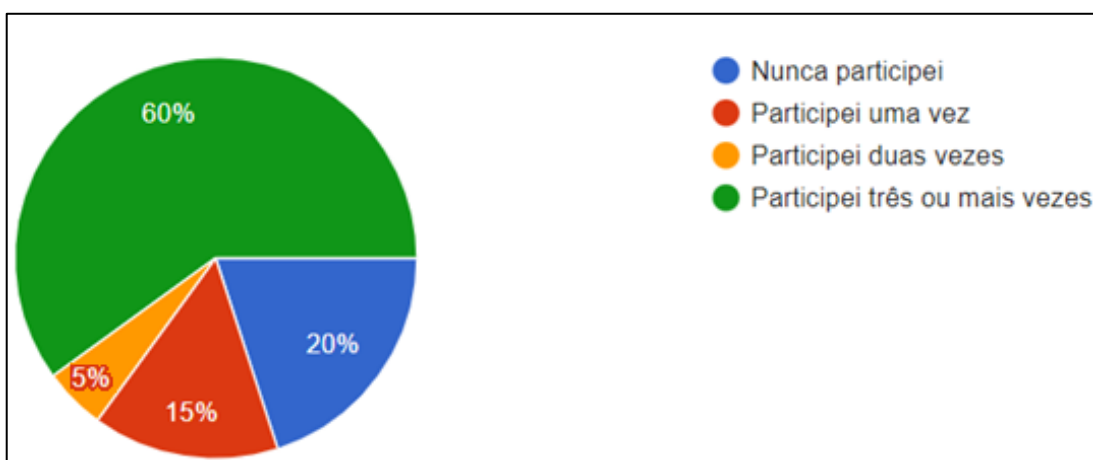


Gráfico 1: Participação em exercícios de adestramento empregando o Radar SABER M60
Fonte: O autor

Ao serem questionados sobre como o radar SABER M60 era transportado, 100% das respostas apontaram transporte terrestre, por meio de uma Vtr 5 Ton, sendo que 80% afirmou não ter conseguido desdobrar o material em uma posição designada para ocupação por limitação da plataforma que o transportava.

No que se refere ao tempo gasto aproximadamente para desembarcar o radar, retirar das caixas, montar e colocá-lo em operação em condições de detectar ameaças aéreas, desconsiderando o tempo de conexão com o COAAe, foram levantados os dados visualizados no gráfico 2:

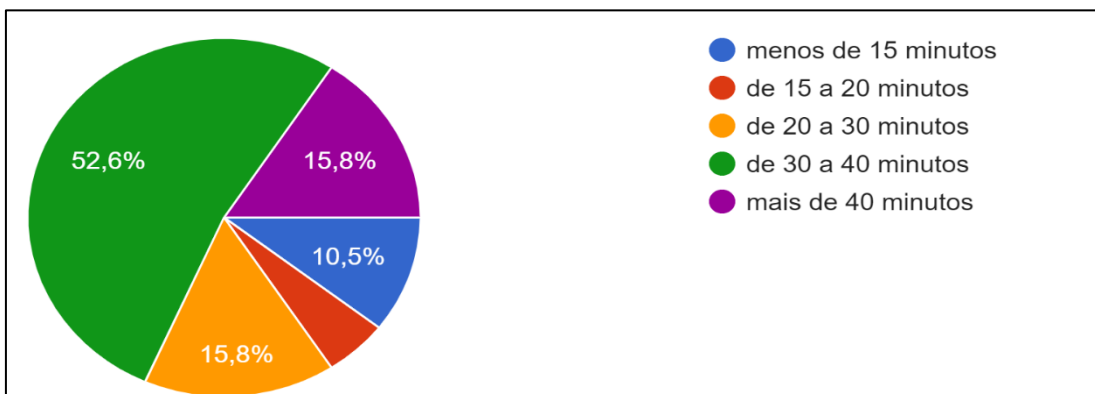


Gráfico 2: Tempo aproximado para desdobramento do Radar SABER M60

Fonte: O autor

Com respeito ao tempo gasto aproximadamente para desligar o radar e retirar suas conexões, desmontar, guardar nas caixas e estar pronto para realizar uma mudança de posição, foram obtidos as respostas visualizadas no gráfico 3:

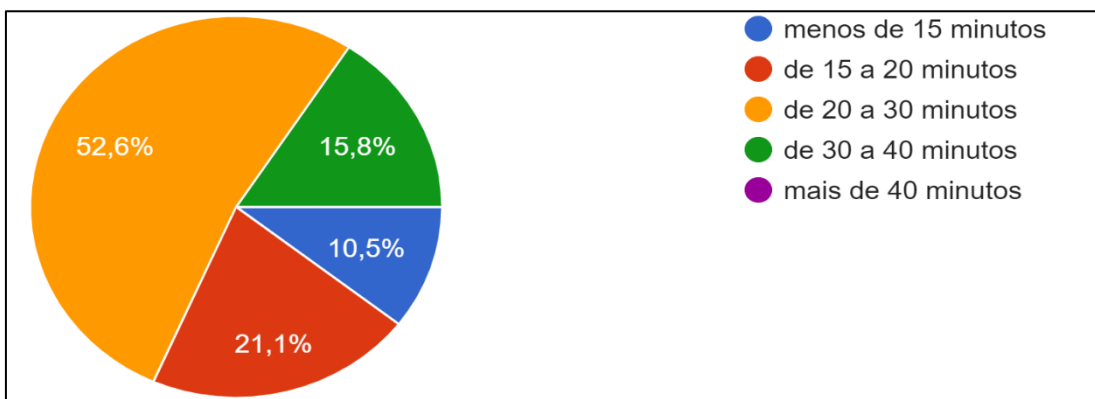


Gráfico 3: Tempo aproximado na desmobilização para mudança de posição do Radar SABER M60

Fonte: O autor

Em relação à proteção blindada, ao serem questionados se o radar SABER M60 fosse operado com sua unidade de visualização afixada na parte interior de uma Vtr com proteção blindada aumentaria a segurança da guarnição e do material, a grande maioria (95%) respondeu que sim.

No que tange às comunicações, foi perguntado se a utilização de uma base veicular de Rádio Falcon Harris III ligada a uma antena externa afixada em uma Vtr facilitaria a capacidade de comunicação do Radar SABER M60, e a grande maioria (95%) respondeu que sim, sendo que 78,9% já ficou incapacitado de estabelecer comunicações de dados e voz com o COAAe por falta de meios auxiliares.

Quanto à compatibilidade do Radar SABER M60 sendo empregado em

proveito de uma Bia AAe Mec em uma operação junto à tropas mecanizadas, foram obtidas as seguintes pontuações em uma escala de 2 a 10:

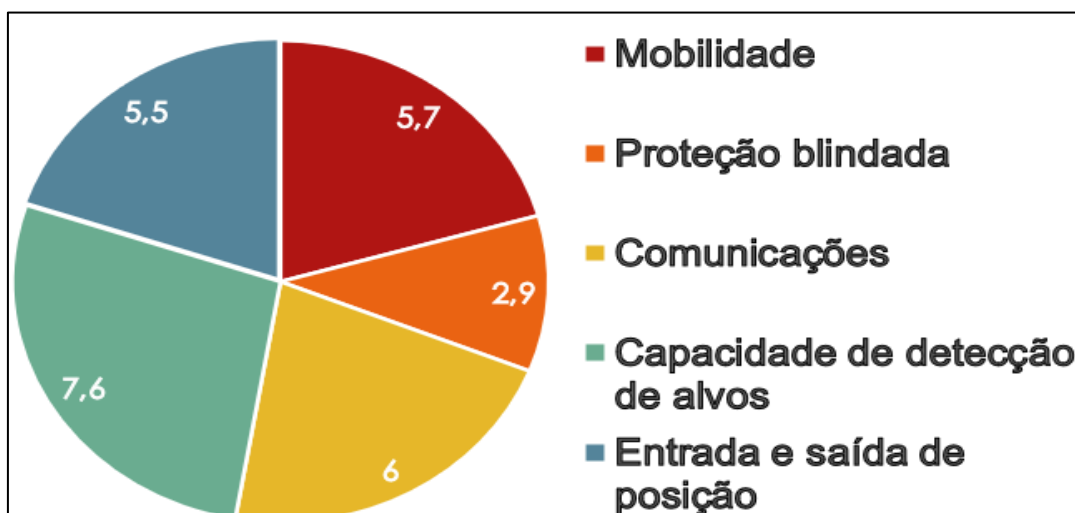


Gráfico 4: Avaliação da compatibilidade do Radar SABER M60 com tropas mecanizadas
Fonte: O autor

No tocante à Vtr Guarani, plataforma base das Bda Inf Mec, foi questionado se uma adaptação no Radar SABER M60 e na Vtr Guarani, para que a antena do radar seja adaptada de forma fixa ou retrátil no chassi, possibilitando a operação do radar no interior da viatura, aumentaria a mobilidade e proteção blindada do material, e 83,3% respondeu que concorda plenamente, 8,3% concorda parcialmente e 8,3% discorda.

Além das respostas diretas dos itens, ao final do questionário foi disponibilizado a possibilidade de contribuir com o presente estudo acrescentando alguma consideração, obtendo-se as seguintes sugestões:

- Utilizar a Vtr Guarani para transportar o Radar SABER M60 permitiria maior mobilidade à Turma Radar e maior proteção blindada à guarnição, o que não poderia ser proporcionado por uma Vtr 5 Ton.

- Se o Radar SABER M60 fosse adaptado para ser transportado ou articulado e operado em uma Vtr Guarani, haveria ganhos significativos em proteção blindada, comunicações, mobilidade e segurança do material e da guarnição.

Destarte, consubstanciando os dados obtidos do público alvo relatados de suas experiências, é importante salientar os seguintes aspectos: O tempo médio gasto para desdobrar, colocar em operação e desmobilizar o Radar SABER M60, na maioria das vezes, foi maior que o previsto no manual técnico do Radar SABER M60; a proteção blindada, ausente no Radar SABER M60, aumentaria a segurança da

guarnição caso o equipamento fosse operado do interior de uma plataforma dotada de blindagem; em grande parte das respostas, houve casos em que não foi possível estabelecer comunicações de dados e voz com o COAAe por falta de meios auxiliares, e a maioria acredita que a utilização de uma plataforma dotada de antena e base veicular para o Radar SABER M60 potencializaria a capacidade de comunicação e transmissão de dados; uma adaptação na Vtr Guarani para ser utilizada como plataforma do Radar SABER M60 proporcionaria maior mobilidade e proteção blindada ao material.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Revisão da Literatura possibilitou assimilar a concepção da Bda Inf Mec que é uma tropa dotada de alta mobilidade tática, relativa proteção blindada, ação de choque e poder de fogo capaz de realizar operações ofensivas e defensivas com rapidez e movimentos de grande amplitude, em condições meteorológicas desfavoráveis, dispondo como principal meio mecanizado a Vtr Guarani com suas diferentes versões.

Além disso, a Revisão da Literatura permitiu o entendimento de que a Bia AAAe Mec é responsável pela DAAe de uma Brigada Inf Mec, bem como o funcionamento uma DAAe e como é estruturada uma Bia AAAe Mec, abordando seus subsistemas com enfoque no subsistema de controle e alerta, responsável pelo alerta aproximado de uma ameaça aérea por meio de postos de vigilância ou sensores eletrônicos como o radar.

Ademais, a Revisão da Literatura possibilitou a compreensão que os radares de tiro não participam da vigilância do espaço aéreo como os radares de vigilância e, eventualmente, os radares de busca. Sua concepção e características técnicas são voltadas para a fase final do engajamento de um vetor aéreo, a fim de fornecer elementos precisos para determinado sistema de armas destruí-lo.

Por fim, a Revisão da Literatura explanou o funcionamento de um radar de busca, apresentando informações técnicas do Radar SABER M60, que é o principal meio do subsistema de controle e alerta empregado pelo Exército Brasileiro nas operações, bem como dados do Giraffe 1x sueco, AN/MPQ-64 Sentinel e SkyChaser On-The-Move norte-americanos, ELM-2106 NG israelense e 1L121 russo.

Esses dados permitiram concluir que o Radar SABER M60 não possui a mobilidade e proteção blindada demandados para a atuação em proveito de uma tropa Mec, além de outros fatores importantes como capacidade de realizar varredura em movimento e detecção de pequenas ameaças.

De outra perspectiva, o questionário aplicado nos militares especialistas em AAAe, que vivenciaram a utilização do Radar SABER M60 em exercícios e operações, reforçou as limitações do material identificadas na Revisão da Literatura que prejudicam seu emprego com tropas Mec, endossando a hipótese H0.

A impossibilidade de ocupar algumas posições designadas por limitações da plataforma de transporte Vtr 5 ton, juntamente com o considerável tempo despendido

no desdobramento e saída de posição corroboraram a questão da limitação em mobilidade, que é uma das principais características de uma Bda Inf Mec conforme identificado na Revisão da Literatura. Quanto à proteção blindada, os resultados obtidos apontaram que este quesito deve ser aprimorado para que o Radar SABER M60 fique compatível com os materiais da Bda Inf Mec que possuem relativa proteção blindada, conforme levantado na Revisão da Literatura.

Além disso, foram relatados casos de dificuldades na transmissão de voz e dados do Radar SABER M60 para o COAAe, e foi levantado que a utilização de uma base de rádio veicular e antenas no radar potencializariam a capacidade de comunicações.

Tais fatores indicam que a adaptação de uma plataforma mecanizada para suportar o Radar SABER M60, como a Vtr Guarani, acarretaria ganhos significativos em mobilidade, proteção blindada e comunicações, agregando capacidades provenientes desta plataforma que o tornariam apto para compor os meios de uma Bia AAAe Mec e operar em proveito de uma Bda Inf Mec sem restrições. Desta forma, o Radar SABER M60 aumentaria a capacidade de acessar certas posições em relevos acidentados e de transitar por estradas em condições adversas, diminuiria o tempo para entrar e sair de posição, proporcionaria um aumento da segurança orgânica da guarnição e do material pela proteção blindada e facilitaria o estabelecimento das comunicações entre o Radar e o COAAe.

Do exposto, analisando as informações levantadas na Revisão da Literatura e concatenando com as respostas obtidas no questionário, conclui-se acerca do problema proposto neste estudo, que o Radar SABER M60, não é adequado para atuar em consonância com as capacidades de uma Brigada de Infantaria Mecanizada, haja vista que não possui mobilidade e proteção blindada compatíveis com as tropas mecanizadas. Desta forma, a utilização de uma plataforma mecanizada aumentaria significativamente as capacidades do Radar SABER M60 e possibilitaria seu emprego junto a tropas mecanizadas.

Considerando-se as limitações do Radar SABER M60 para emprego junto a tropas mecanizadas levantadas ao longo de todo estudo, há duas vertentes para propor um material que seja compatível com as capacidades de uma tropa mecanizada.

A primeira proposta engloba a Base Industrial de Defesa, recorrendo à tecnologia nacional já existente tanto na construção da Vtr Guarani quanto no

desenvolvimento do Radar SABER M60. Trata-se de uma possível adaptação na Vtr Guarani para conduzir o Radar SABER M60, aumentando significativamente as capacidades do material, de forma que os requisitos de uma Bia AAAe Mec sejam atendidos.

Essa adequação demanda outros estudos para verificar sua viabilidade junto à Indústria Nacional e levantar seus pontos fortes, que possivelmente seriam: Economia de recursos; facilidade de manutenção; existência de pessoal capacitado, como pilotos de Vtr Guarani e operadores de Radar SABER M60; facilidade no adestramento; experiência na logística desses materiais e a prescindibilidade da contratação de um suporte logístico integrado.

A segunda proposta remete à utilização de um radar produzido em outro país, o que resulta em elevados custos na aquisição, contratação de suporte logístico integrado e capacitação de pessoal, além dos entraves políticos gerados no fornecimento de um material com alta tecnologia agregada. Por outro lado, são radares que possuem capacidades ainda não contempladas pela Indústria Nacional, sendo aptos para fazer frente às mais recentes ameaças aéreas, como pequenos drones.

Após comparar os radares de busca utilizados por outros países, constata-se que o Giraffe 1x, 1L121 e o SkyChaser On-the-Move são compatíveis com as características de uma Bda Inf Mec, principalmente pela flexibilidade desses materiais que permite o emprego em diferentes tipos de plataformas. Além disso, esses materiais são capazes de detectar pequenas ameaças como drones, capacidade que ganhou importância nos últimos anos.



Figura 22: Giraffe 1x e Missil RBS 70 em plataformas mecanizadas
Fonte: SAAB

6. CONCLUSÃO

No decorrer do estudo, procurou-se atingir o objetivo de resolver o problema proposto: O radar de busca utilizado pelas Baterias de Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro é adequado para atuar em consonância com as capacidades de uma Brigada de Infantaria Mecanizada?

Com esse escopo, foram abordados conceitos doutrinários, informações técnicas de MEM, trabalhos recentes e informações de experiências de pessoal especializado, voltados para identificação dos aspectos mais relevantes de um radar de busca que atue em prol de uma Bia AAAe Mec, viabilizando uma comparação desses materiais a fim de propor o mais adequado e constatar uma das hipóteses de estudo:

- H1 - o radar de busca utilizado pelo Exército Brasileiro é compatível com as características de uma Bia AAAe Mec;

- H0 - o radar de busca utilizado pelo Exército Brasileiro não é compatível com as características de uma Bia AAAe Mec.

Não foi possível atestar a hipótese H1 no decorrer do trabalho, pois o radar de busca utilizado pelo Exército Brasileiro, Radar SABER M60, não contempla todas as características necessárias para atuar em proveito de uma Bia AAAe Mec, concebidas pela GU à qual está enquadrada que é a Bda Inf Mec, fato que confirma a hipótese H0.

Ao solucionar o problema elencado e apreciar as hipóteses de estudo, este trabalho buscou em sua metodologia basear-se nos estudos científicos, complementados pelo questionário, levantando informações técnicas de radares e características de uma Bda Inf Mec para avaliar a compatibilidade com o Radar SABER M60 e propor um material adequado, contribuindo assim, com a Doutrina Militar.

Para atingir o objetivo, o método utilizado foi eficiente e identificou as principais características da Bda Inf Mec que estão presentes na maioria seus MEM, como mobilidade e proteção blindada, que por sua vez, não foram visualizadas no Radar SABER M60, constatando-se uma incompatibilidade deste material para dotar uma Bia AAAe Mec orgânica desta Brigada.

Os conceitos básicos e informações técnicas para atingir o problema apresentado fundamentaram-se na Revisão da Literatura. As variáveis de estudo

colocadas foram exploradas por meio de sites de fabricantes de radares de busca de outros países como Suécia, Estados Unidos da América, Israel e Rússia; artigos e monografias da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais e da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército; revistas, informativos, manuais da Doutrina Militar Terrestre e periódicos contendo assuntos relacionados à radares e Brigadas mecanizadas; planos, projetos e programas do Exército Brasileiro.

Os dados coletados no questionário ratificaram as limitações do Radar SABER M60 identificadas na comparação com os radares de outros países realizada na Revisão da Literatura. Essas informações consolidadas, juntamente com os comentários dos especialistas no questionário, permitiram identificar as oportunidades de melhorias no Radar SABER M60 e vislumbrar uma possível adaptação desse material junto à uma plataforma mecanizada, como o Guarani, servindo como base para atingir uma proposta de material compatível com a Bda Inf Mec.

Sendo assim, os radares que se mostraram capacitados à compor os meios de uma Bia AAAe Mec, dotados de todas as características comparadas como mobilidade adequada, capacidade de realizar varredura em movimento, proteção blindada e capacidade de detecção de pequenas ameaças foram o Giraffe 1x, 1L121 e o SkyChaser On-the-Move.

Do exposto, o Giraffe 1x seria o radar de busca mais indicado, pois além de reunir as características necessárias para ser utilizado em proveito de uma Bda Inf Mec, é produzido pela empresa sueca SAAB Dynamics, que é a fabricante do Míssil RBS70. Este fato resulta em facilidades para aquisição do material, haja vista os laços já existentes com esta empresa e a compatibilidade do Giraffe 1x com o Míssil RBS70, sistema de armas já utilizado pela AAAe do Exército Brasileiro.

MARCELO SILVEIRA BARLETTA – Cap
Aluno do Curso de Artilharia

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15287: informação e documentação: projeto de pesquisa: apresentação. Rio de Janeiro, 2005.

ARAÚJO, Mario L. A. **Operações no amplo espectro**: novo paradigma do espaço de batalha. Brasília, DF, ed. 1. p. 16-27, jan-mar 2013.

ARMY RECOGNITION. **SAAB unveiled its GIRAFFE 1X RADAR during Eurosatory 2016 32006163**. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/eurosatory_2016_official_news_online_web_tv_television_defense_security_exhibition_paris_france/saab_unveiled_its_giraffe_1x_radar_during_eurosatory_2016_32006163.html>. Acesso em 15 de abril de 2022.

_____. **List and details of new military equipment donated by United States to Ukraine**. Disponível em: <https://www.armyrecognition.com/defense_news_april_2022_global_security_army_industry/list_and_details_of_new_military_equipment_donated_by_united_states_to_ukraine.html>. Acesso em 15 de abril de 2022.

BEZERRA, Marcus Emanuel Azevedo. **O projeto Radar SABER e as capacidades da indústria brasileira para seu desenvolvimento**. Rio de Janeiro, 2019.

BRASIL. **Diretriz do Comandante do Exército 2021-2022**. Disponível em: <http://www.cciex.eb.mil.br/images/diretrizes/diretrizcmteb22.pdf>>. Acesso em 15 de Janeiro de 2022.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 113-EME, de 17 de outubro de 2016 -Aprova, em caráter experimental, a Base Doutrinária e a Estrutura Organizacional de Brigada de Infantaria Mecanizada**. Brasília, DF, 2016.

_____. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **EB20-C-07.001 - Catálogo de Capacidades do Exército**. 1ª. Ed. Brasília, DF, 2015a.

_____. **CC 44-61– Manual de Campanha: Serviço da peça do EDT fila**, 2ª Edição, Brasília, 2003

_____._____._____.**EB20-MF-10.102 – Manual de fundamentos doutrina militar terrestre. 2ª Edição 2019a.**

_____._____._____.**EB60-ME-11.401: Manual de ensino dados médios de planejamento escolar, 1ª Edição 2017c.**

_____._____._____.**EB60-N-23.018: Princípios Básicos de Radar (Minuta). 1ª Edição. Brasília, DF, 2014.**

_____._____._____.**EB70-MC-10.231: Defesa antiaérea. 1ª Edição. Brasília, 2017a.**

_____._____._____.**EB70-MC-10.367: Brigada de infantaria mecanizada. Edição experimental, 2021.**

_____._____._____.**Manual Técnico 2355-005-12: Descrição e operação, Viatura blindada de transporte de pessoal 6X6 Guarani – Média sobre rodas, 12ª parte, 2015c.**

_____._____._____.**Portaria nº 066-Coter, de 18 de junho de 2018. Aprova as Condicionantes Doutrinárias e Operacionais nº 020/2018 (CONDOP Nº 020/2018) - Viaturas Blindadas Sobre Rodas do Exército Brasileiro. Brasília-DF, 2018.**

_____._____._____.**2º Grupo de Artilharia Antiaérea. Relatório da missão de apoio à experimentação doutrinária e teste de adequabilidade do Radar SABER M60 ao SISFRON. Praia Grande, 2015.**

Barbosa, Gustavo Caio Noro Fernandes Barbosa. **A utilização do Radar SABER M60 na Bateria de Artilharia Antiaérea Orgânica da Brigada de Infantaria Mecanizada na marcha para o combate.** Rio de Janeiro, 2012.

Carneiro, Alex Campoy. **A Adequação de um sistema de armas à nova família de blindados na defesa antiaérea das Brigadas de Infantaria Mecanizada.** Rio de Janeiro, 2011.

CONCEIÇÃO, Marcelo Eduardo de Souza. **A influência do radar SABER-M60 na estrutura organizacional das baterias de Artilharia Antiaérea.** Rio de Janeiro, 2009.

COSTA, Marcos Antonio. Projeto Guarani: **A retomada do desenvolvimento de blindados militares no Brasil.** Disponível em: < [https://reductidc.com.br/rede-ctidc-projeto-guarani-a-retomada-do-desenvolvimento-de-blindados-militares-no-brasil.html#:~:text=O%20Estado%2DMaior%20do%20Ex%C3%A9rcito,na%20prote%C3%A7%C3%A3o%20da%20infraestrutura%20estrat%C3%A9gica.&text=\(Ex%C3%A9rcito%20Brasileiro%2C%202020\).,-A%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de](https://reductidc.com.br/rede-ctidc-projeto-guarani-a-retomada-do-desenvolvimento-de-blindados-militares-no-brasil.html#:~:text=O%20Estado%2DMaior%20do%20Ex%C3%A9rcito,na%20prote%C3%A7%C3%A3o%20da%20infraestrutura%20estrat%C3%A9gica.&text=(Ex%C3%A9rcito%20Brasileiro%2C%202020).,-A%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de)>. Acesso em 15 de janeiro de 2022.

CURVELO, Adler Santos. **Radares da AAAe brasileira: sua história e evolução.** Rio de Janeiro, 2014.

DIAS, Luciano; SANTOS, Alzeir; RAMOS, Carlos. **A nova estratégia nacional de defesa e o alinhamento do programa estratégico Guarani do Exército Brasileiro.** Revista da Escola Superior de Guerra, v. 33, n.69, p. 174 – 197, set/dez 2018. Disponível em <<https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/view/998>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2022.

EPEX. **Escritório de Projetos do Exército Brasileiro.** Disponível em: <<http://www.epex.eb.mil.br/index.php/guarani>>. Acesso em: 22 de janeiro de 2022.

ESHEL, Tamir. **Mobile Radar Optimized to Detect UAVs, Precision Guided Weapons.** Disponível em:< https://defense-update.com/20130208_mobile-radar-optimized-to-detect-uavs-precision-guided-weapons.html>. Acesso em 14 de abril de 2022.

FERREIRA, Otávio da Silva. **A evolução tecnológica dos radares de busca da artilharia antiaérea do exercito brasileiro.** Rio de janeiro, 2017.

FRANÇA, Filipe Lourenço. **Defesa Antiaérea na Brigada de Infantaria Mecanizada: uma proposta de material de dotação.** Rio de Janeiro, 2017.

IAI ELTA SYSTEMS. **ELM-2106NG -Tactical 3D Air Defense Radar.** Disponível em:< <https://www.iai.co.il/p/elm-2106ng>>. Acesso em 15 de abril de 2022.

JANES GROUP. **Ukraine conflict: Equipment profile.** Disponível em: <https://www.janes.com/docs/default-source/ukraine-conflict/equipment-profile_report_280222.pdf?sfvrsn=c51c7182_1>. Acesso em 14 de abril de 2022.

KELLER, John. **Lockheed Martin to build AN/TPQ-53 counter-fire radar to protect against artillery and uncrewed aircraft.** Disponível em: <<https://www.militaryaerospace.com/sensors/article/14270696/radar-counterfire-uncrewed>>. Acesso em 14 de abril de 2022

LOCKHEED MARTIN. **U.S. Army Invests In Additional Q-53 Radars And Capabilities.** Disponível em: <<https://news.lockheedmartin.com/2019-08-05-U-S-Army-Invests-in-Additional-Q-53-Radars-and-Capabilities>>. Acesso em 15 de abril de 2022.

MANHÃES, Fernando Ferreira. **Os reflexos da designação do Brasil como Aliado Prioritário Extra-OTAN nas capacidades de defesa do país, em especial no tocante ao Exército Brasileiro.** Rio de Janeiro, 2020.

MORAIS, Túlio Marco de. **A Brigada de Infantaria Mecanizada nos Movimentos Retrógrados.** Rio de Janeiro, 2020.

PAKISTAN DEFENSE. **Russia introduces a new export version of its mobile 3D air defense radar 1L121-E at Aero-India 2013.** Disponível em: <<https://defence.pk/pdf/threads/russian-3d-air-defense-radar.236604/>>. Acesso em 14 de abril de 2022.

PEREIRA, Alan Carlos Alexandre. **A implantação da 3ª bateria de artilharia antiaérea na 4ª Brigada de cavalaria mecanizada e a sua integração ao projeto piloto do Sistema integrado de monitoramento de fronteiras: uma proposta de emprego nas operações de busca aérea na faixa de fronteira.** Rio de Janeiro, 2018.

PODER MILITAR. **6 bilhões de reais para 2.000 veículos blindados Guarani para o Exército.** Disponível em: <<https://podermil.wordpress.com/>>. Acesso em 02 de abril de 2022

PUJOL, Edson Leal. Comandante do Exército. Exército Brasileiro. **EB 10-P-01.007: Plano estratégico do exército 2020 – 2023,** Brasília, DF, 2019.

RADAR TUTORIAL. **AN/MPQ-64 “Sentinel”**. Disponível em: <<https://www.radartutorial.eu/19.kartei/04.battle/karte011.en.html>>. Acesso em 15 de abril de 2022.

RED STAR. **1L121E Mobile 3-D Radar**. Disponível em: <https://www.redstar.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=3083:1l121e-mobile-3-d-radar&catid=510&lang=en&Itemid=539#f1>. Acesso em 14 de abril de 2022.

SAAB TECHNOLOGIES. **Giraffe 1x**. Disponível em: <<https://www.saab.com/products/giraffe-1x>>. Acesso em 15 de abril de 2022.

_____. **Giraffe 1x 3D short-range radar**. Disponível em: <https://www.radartutorial.eu/19.kartei/04.battle/pubs/giraffe_1x.pdf>. Acesso em 15 de abril de 2022.

SILVA, Danylo Praxedes da. **A guerra aérea na Síria e seus ensinamentos para o subsistema de controle e alerta da artilharia antiaérea do Exército Brasileiro**. Rio de Janeiro, 2019.

SMITH, Steven W. **Digital signal processing: a practical guide for engineers and scientists**. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/radio-detection-and-ranging#:~:text=Radars%20is%20an%20acronym%20for,at%20the%20speed%20of%20light>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2022.

SPELTA, Bruno Villas Boas. **Possibilidades de detecção e neutralização de drones pela Artilharia Antiaérea do exercito brasileiro: Uma proposta de emprego em ambiente urbano**. Rio de Janeiro, 2019.

SRC. **SkyChaser ON-THE-MOVE RADAR, Target detection and tracking of low flying, slowmoving and small sized targets from moving platforms**. Disponível em <<https://www.srcinc.com/pdf/Radars-and-Sensors-SkyChaser.pdf>>. Acesso em 19 de junho de 2022.

U.S. ARMY ACQUISITION SUPPORT CENTER. **Counterfire target acquisition radar - AN/TPQ-53**. Disponível em: <<https://asc.army.mil/web/portfolio-item/antpq-53-counterfire-target-acquisition-radar-formerly-known-as-the-enhanced-antpq-36/>>. Acesso de 14 de abril de 2022.

_____. Sentinel aerial surveillance radar - AN/MPQ-64. Disponível em: <<https://asc.army.mil/web/portfolio-item/anmpq-64-sentinel/>>. Acesso em 15 de abril de 2022.

V.A., **Degtyarev Plant. Missil Iгла.** Disponível em: <<http://zid.ru/eng/products/46/detail/213>>. Acesso em 03 de abril de 2022

WILTGEN, Guilherme. **Artilharia antiaérea demonstra operacionalidade e prontidão durante a escola de fogo de instrução 2019.** Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/exercito/artilharia-antiaerea-demonstra-operacionalidade-e-prontidao-durante-a-escola-de-fogo-de-instrucao-2019>>. Acesso em 04 de abril de 2022.



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO

O presente instrumento é parte integrante da especialização em Ciências Militares do Cap Art Marcelo Silveira Barletta, cujo tema é **uma proposta de radar de busca para a bateria de artilharia antiaérea de uma Brigada de Infantaria Motorizada**. Pretende-se, através da compilação dos dados coletados, compreender quais são os pontos fortes do e as maiores dificuldades observadas na utilização do RADAR SABER M60 nos últimos três exercícios de adestramento avançado em que a bateria orgânica de uma Brigada de infantaria foi empregada.

Para contribuir com o levantamento de informações práticas a fim propor um radar de busca para uma Bia AAAe orgânica de uma Bda Inf Mec, o senhor foi selecionado, como especialista, para responder às perguntas deste questionário. O conhecimento acerca do assunto e a experiência profissional do senhor são de grande importância para dar credibilidade ao processo realizado para se atingir os objetivos deste estudo. Outrossim, será de grande valia que o senhor complemente, quando assim o desejar, suas opiniões e ideias sobre o tema. Desde já agradeço a colaboração e coloco-me à disposição para maiores esclarecimentos por meio dos seguintes contatos:

*Marcelo Silveira **Barletta** (Capitão de Artilharia – AMAN 2013) Celular: (21) 97469-9393
E-mail: Barletta.13@hotmail.com*

IDENTIFICAÇÃO

1. Qual seu círculo hierárquico atual?

Oficiais Praças

Questões

2. Qual é a sua experiência em exercícios de adestramento empregando o Radar SABER M60 no contexto de uma Bia AAAe realizando a defesa antiaérea de uma Brigada de Infantaria dotada de materiais mecanizados?

- Participei uma vez
- Participei duas vezes
- Participei três ou mais vezes
- Nunca participei

<p>3. Nos exercícios de adestramento em que participou, como o Radar SABER M60 era transportado?</p> <p><input type="checkbox"/> Transporte Aéreo <input type="checkbox"/> Helitransporte <input type="checkbox"/> Transporte Terrestre <input type="checkbox"/> Transporte Terrestre</p>
<p>4. Caso tenha selecionado transporte terrestre, o Radar era transportado em uma viatura 5 ton?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Outro tipo de viatura (favor especificar o tipo ao final do questionário)</p>
<p>5. Uma Brigada de Infantaria Mecanizada destaca-se por sua alta capacidade de mobilidade, podendo cobrir grandes distâncias em pouco tempo e com relativo poder de fogo e proteção blindada. Considerando o emprego de uma bateria antiaérea realizando a defesa antiaérea dessa Brigada em operações ofensivas e defensivas, avalie de 0 a 10 os quesitos abaixo relacionando a adequabilidade do RADAR SABER M60 empregado com tropas mecanizadas.</p> <p><input type="checkbox"/> Mobilidade <input type="checkbox"/> Proteção Blindada <input type="checkbox"/> Comunicações <input type="checkbox"/> Capacidade de detecção de alvos <input type="checkbox"/> Entrada e saída de posição</p>
<p>6. O senhor já recebeu a missão de desdobrar o radar em uma determinada posição e não conseguiu ocupar por limitação do material ou da plataforma que o transportava?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p>
<p>7. Quanto tempo aproximadamente era gasto para desembarcar o radar, retirar das caixas, montar e colocá-lo em operação em condições de detectar ameaças aéreas, desconsiderando o tempo de conexão com o COAAe.</p> <p><input type="checkbox"/> menos de 15 minutos <input type="checkbox"/> de 15 a 20 minutos <input type="checkbox"/> de 20 a 30 minutos <input type="checkbox"/> de 30 a 40 minutos <input type="checkbox"/> mais de 40 minutos</p>
<p>8. Quanto tempo aproximadamente era gasto para desligar o radar e retirar suas conexões, desmontar, guardar nas caixas e estar pronto para realizar uma mudança de posição.</p> <p><input type="checkbox"/> menos de 15 minutos <input type="checkbox"/> de 15 a 20 minutos <input type="checkbox"/> de 20 a 30 minutos <input type="checkbox"/> de 30 a 40 minutos <input type="checkbox"/> mais de 40 minutos</p>
<p>9. O senhor já ocupou uma posição de radar e ficou incapacitado de estabelecer comunicações de dados e voz com o COAAe por falta de meios auxiliares?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p>
<p>10. O senhor acredita que o Radar SABER M60 ligado a uma base de rádio veicular FALCON HARRIS III utilizando uma antena externa afixada no chassi de uma Vtr Guarani aumentaria ou facilitaria a capacidade de comunicação do material?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não</p>

11. O senhor acredita que se o radar SABER M60 fosse operado com sua unidade de visualização afixada na parte interior de uma Vtr com proteção blindada aumentaria a segurança da guarnição e do material?

Sim

Não

12. O senhor já teve contato ou já foi transportado em uma Vtr Guarani?

Sim

Não

13. Caso tenha respondido sim na última pergunta, o sr acredita que uma modificação no radar SABER M60 e na Vtr Guarani, para que a antena do radar seja adaptada de forma fixa ou retrátil no chassi do Guarani, com a possibilidade de operar o radar do interior desta Vtr, aumentaria as capacidades e a segurança do material?

Concordo plenamente

Concordo parcialmente

Discordo

FECHAMENTO

14. O Senhor gostaria de acrescentar alguma consideração sobre o presente estudo?

Obrigado pela participação.