

**ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO NO NÍVEL LATO SENSU EM
OPERAÇÕES MILITARES DE DEFESA ANTIAÉREA E DEFESA DO LITORAL**

ALEX BONINI MONTEIRO

**A CAPACIDADE DO RADAR SABER M60 EM ANTECIPAR AMEAÇAS E SUA
INTEGRALIDADE COM OS SISTEMAS DE ARMAS**

**Rio de Janeiro
2019**

ALEX BONINI MONTEIRO

**A CAPACIDADE DO RADAR SABER M60 EM ANTECIPAR AMEAÇAS E SUA
INTEGRALIDADE COM OS SISTEMAS DE ARMAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola de Artilharia de
Costa e Antiaérea como requisito parcial
para a obtenção do Grau Especialidade
em Operações Militares de Defesa
Antiaérea e Defesa do Litoral.

ORIENTADOR: Cap RODRIGO DOS SANTOS PEZZI

**Rio de Janeiro
2019**



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DECEx - DETMil
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

MONTEIRO, Alex Bonini (1º Ten Art). A capacidade do radar SABER M60 em antecipar as ameaças e sua integralidade com os sistemas de armas. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa *lato sensu* como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: RODRIGO DOS SANTOS PEZZI / CAPITÃO / ARTILHARIA

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: _____

Rio de Janeiro, ____ de _____ de 2019.

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

HAMILTON MELLO VIEIRA/MAJOR/ARTILHARIA
PRESIDENTE

VINÍCIUS MARINHO ACOSTA/CAPITÃO/ARTILHARIA
MEMBRO

RODRIGO DOS SANTOS PEZZI/CAPITÃO/ARTILHARIA
MEMBRO

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus a oportunidade de realizar os meus sonhos dentro de uma instituição que me orgulho muito de pertencer!

Ao meu pai, sempre me apoiando nos momentos difíceis, um exemplo de caráter o qual me espelho!

À minha irmã, apesar das desavenças na infância, sempre nos divertimos.

À minha esposa Catherine companheira em todos os desafios da vida!

Ao meu orientador, pela disponibilidade, orientação e paciência na condução deste trabalho.

LISTA DE ABREVIATURAS

AAe	Antiaéreo
AAAe	Artilharia Antiaérea
Bda Inf Pqdt	Brigada de Infantaria Paraquedista
Bia AAAe Pqdt	Bateria de Artilharia Antiaérea Paraquedista
CINDACTA	Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
COMAE	Comando de Operações Aeroespaciais
CTEx	Centro Tecnológico do Exército
DA Ae	Defesa Antiaérea
DCT	Departamento de Ciência e Tecnologia
EB	Exército Brasileiro
EsACosAAe	Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea
FAB	Força Aérea Brasileira
F Ae	Força Aérea
GLO	Garantia da Lei e da Ordem
GU	Grande Unidade
IFF	Identification Friend or Foe
Me Altu	Média Altura
OM	Organização Militar
P Sem	Ponto Sensível
P Vig	Posto de Vigilância
SARP	Sistema Aéreo Remotamente Pilotado
SISCEAB	Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro
SISDABRA	Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro
TO	Teatro de Operações
UV	Unidade de Visualização
VRDA Ae	Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea
Elint	Inteligência Eletrônica

*"As flechas do inimigo serão tão numerosas que irão tapar a luz do Sol".
Leônidas respondeu serenamente;
"Ótimo, combateremos à sombra!"
(Leônidas)*

A CAPACIDADE DO RADAR SABER M60 EM ANTECIPAR AMEAÇAS E SUA INTEGRALIDADE COM OS SISTEMAS DE ARMAS

Alex Bonini Monteiro

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo apresentar e analisar informações relevantes no que diz respeito a capacidade do radar SABER M60 em antecipar as ameaças aéreas e sua integralidade com os atuais sistemas de armas, em apoio à Defesa Antiaérea da Brigada de Infantaria Paraquedista (Bda Inf Pqdt). Para tal, o presente trabalho pretende realizar uma sucinta introdução histórica a respeito dos vetores aéreos e dos radares destinados a defesa antiaérea, utilizados a partir da Segunda Guerra Mundial; descrever os dados técnicos do radar SABER M60 apresentando suas possibilidades e limitações, discorrer acerca de sua integralidade com os sistemas de armas do Exército Brasileiro, apresentar as características inerentes ao emprego da tropa da Brigada de Infantaria Paraquedista e, por fim elencar as prováveis demandas em defesa antiaérea. Para alcançar os objetivos propostos, foi realizada uma pesquisa bibliográfica com base em um processo indutivo, dividindo, assim, a pesquisa em quatro capítulos, seguidos de uma conclusão sobre o tema.

PALAVRAS-CHAVE: Radar SABER M60, Sistemas de armas, Brigada de Infantaria Paraquedista.

Resume: The present work aims to present and analyze relevant information regarding the ability of SABER M60 radar to anticipate air threats and their integrity with current weapon systems, in support Air Defense of the Parachute Infantry Brigade. To this end, the present work intends to make a succinct historical introduction about air vectors and radars for anti-aircraft defense, used after World War II; present the characteristics inherent to the use of the Parachute Infantry Brigade troop and list the probable demands in air defense; describe the technical data of the Saber M60 radar presenting its possibilities and limitations and, finally, discuss its comprehensiveness with the armed systems of the Brazilian Army. To achieve the proposed objectives, a bibliographic research was conducted based on an inductive process, thus dividing the research into four chapters, followed by an analysis of the data obtained and a conclusion on the subject.

KEY WORDS: Radar SABER M60, Weapon systems, Parachute Infantry Brigade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 METODOLOGIA	12
2.1 TEMA	12
2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	12
2.3 QUESTÕES DE ESTUDO	12
2.4 OBJETIVOS	13
2.5 JUSTIFICATIVAS	13
2.6 CONTRIBUIÇÃO	14
2.7 PROCEDIMENTO METODOLÓGICOS	14
3 A EVOLUÇÃO DOS VETORES AÉREOS E DOS RADARES DE EMPREGO MILITAR A PARTIR DA SEGUNDA GRANDE GUERRA	16
3.1 A IMPORTÂNCIA DO AVIÃO.....	16
3.2 AMEAÇAS AÉREAS DA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.....	17
3.2.1 Bombas V1 e V2.	19
3.2.2 Bomba atômica.	20
3.3 PRINCIPAIS VETORES AÉREOS DA ATUALIDADE.	21
3.3.1 Aeronave de caça.....	21
3.3.2 Aeronave de transporte.....	22
3.3.3 Aeronave de guerra eletrônica.....	23
3.3.4 Aeronave de asa rotativa.....	23
3.3.5 Míssil balístico.....	24
3.3.6 Míssil de cruzeiro.....	26
3.3.7 Sistema de aeronave remotamente pilotada.....	27
3.4 RADAR DE DEFESA ANTIAÉREA.....	28
4 RADAR SABER M60: DADOS TÉCNICOS DO MATERIAL E CONCEITOS BÁSICOS OPERACIONAIS	31
4.1 APRESENTAÇÃO	31
4.2 DADOS TÉCNICOS DO MATERIAL	35
4.3 ANTENA PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA	38
4.4 ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE.....	39
5 MÍSSIL IGLA: INTEGRALIDADE E FLEXIBILIDADE	44

5.1 CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL	44
5.1.1 Integração ao sistema de controle e alerta	47
6 BRIGADA DE INFANTARIA PARAQUEDISTA.....	48
6.1 APRESENTAÇÃO	48
6.2 21ª BATERIA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA PARAQUEDISTA	49
6.3 DEFESA ANTIAÉREA NAS OPERAÇÕES AEROTERRESTRES.....	50
7 CONCLUSÃO.....	52
8 REFERÊNCIAS	54

1 INTRODUÇÃO

Para o entendimento das aplicações do radar SABER M60 destinado à artilharia antiaérea de baixa altura, deve-se destacar o principal invento, o avião, criado pelo brasileiro Alberto Santos Dumont, com o seu primeiro voo realizado em 12 de novembro de 1906 no Campo de Bagatelle, próximo a Paris, o lendário 14-Bis.

Após algumas décadas, contrariando o desejo de seu inventor, o avião passou a ser utilizado como arma de guerra devido a sua grande velocidade e dificuldade de engajá-lo através do solo, tornando assim o campo de batalha tridimensional. A partir desse fato surgia a necessidade de um equipamento capaz de alertar com antecedência a aproximação de vetores aéreos hostis que estavam além do campo visual. Havia no início da década de 1930 um equipamento insipiente chamado RADAR *Radio Angle Detection and Ranging* cujo significado é (Detecção Angular e Medição de Distâncias através de ondas de Rádio) que passou a ser usado para diversos fins militares pouco antes do início da Segunda Guerra Mundial. Novas tecnologias foram acrescentadas no equipamento possibilitando a detecção dos primeiros aviões em voo.

Rapidamente diversas nações começaram a desenvolver radares com o intuito de prever ataques aéreos e aumentar a precisão dos tiros. O princípio básico de funcionamento é caracterizado pela emissão de ondas de rádio ao espaço, caso a energia atinja um objeto sólido, esta retorna sob forma de onda refletida e passa a ser detectada pela antena receptora, podendo dessa maneira determinar a velocidade, o tamanho e a direção de deslocamento do objeto. Seu sistema é de grande importância para fins militares, mas também é utilizado na meteorologia, no trânsito, na navegação e na aviação civil.

Para a Artilharia Antiaérea é de extrema importância o uso de radares cada vez mais sofisticados para se contrapor a evolução tecnológica das aeronaves, trata-se de uma contínua “guerra tecnológica” em busca de assegurar o uso do espectro eletromagnético.

O Exército Brasileiro desenvolveu por meio do CTEEx (Centro Tecnológico do Exército) em parceria com a antiga empresa BRADAR o radar SABER M60, que garante elevada mobilidade, baixo peso e integrável a um sistema de defesa antiaérea de baixa altura, para a proteção de tropas, pontos sensíveis, além de ser

compatível ao SISDABRA. Havia uma grande lacuna entre o sistema de armas e o sistema de controle e alerta a fim de identificar aeronaves amigas-inimigas com tempo hábil, pois até o momento usava-se apenas postos de vigilância, ou seja, o alcance visual do militar era o tempo disponível para a identificação e engajamento face a ameaça aérea incursora.

Serão analisadas as possibilidades e limitações de emprego do radar SABER M60, além de descrever a importância do domínio do conhecimento industrial e da propriedade intelectual exclusiva do Exército Brasileiro para projeção do poder nacional.

Em seguida, o estudo irá se ater a integralidade do equipamento radar ao míssil IGLA 9K38 que dota a 21ª Bateria de Artilharia Antiaérea Paraquedista, OM orgânica da Brigada de Infantaria Paraquedista. Em 1995 o EB adquiriu o míssil portátil russo IGLA 9K38 com o objetivo de os próprios batalhões de infantaria realizarem a autodefesa antiaérea, no entanto logo se notou a ineficiência do armamento, pois não havia estrutura de comando, tão pouco controle e alerta que assegurasse quanto a classificação amiga ou inimiga da aeronave que viesse adentrar no volume de responsabilidade, expondo dessa maneira a Bda Inf Pqdt a ataques aéreos furtivos.

Por fim, em virtude de ser um radar móvel e modular, será motivo de estudo a capacidade de acompanhar e apoiar a Brigada de Infantaria Paraquedista (Força de Ação Rápida Estratégica do Exército) que tem as aeronaves de asa fixa da Força Aérea Brasileira como principal meio de transporte. Tropa destinada a atuar em qualquer ambiente operacional, desde o ambiente mais frio do sul do país ao mais úmido de vegetação densa da região amazônica em curto espaço de tempo.

2 METODOLOGIA

2.1 TEMA

O tema central do presente trabalho é a capacidade do radar SABER M60 em fornecer o alerta antecipado, integrar o subsistema de armas e garantir a elevada mobilidade, característica esta precípua da Brigada de Infantaria Paraquedista. Por se tratar de uma tropa de ação rápida, deve atuar em todo território brasileiro em curto espaço de tempo e, em caso de guerra lançar-se à retaguarda das posições inimigas. Nesse momento cresce de importância o uso de radar modular de fácil transporte aéreo e imediata montagem. Tendo em vista o desenvolvimento das aeronaves e de seus armamentos empregados é de suma importância detectar as incursões aéreas o mais longe possível de tal forma que o subsistema de armas tenha tempo hábil a reagir, não sendo mais suficiente o uso de postos de vigilância para detecção de aeronaves. Portanto, um radar que integre o subsistema de armas, de mobilidade adequada e forneça o alerta com a devida antecedência, sem dúvida agregará poder de combate à Brigada de Infantaria Paraquedista.

2.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Do exposto, pode-se problematizar a seguinte questão: como o radar SABER M60 pode aprimorar a capacidade da Bda Inf Pqdt nas operações de guerra e não guerra, por meio de sua OM orgânica 21ª Bia AAAe Pqdt, em defender pontos e áreas sensíveis contra vetores aéreos e promover a segurança dos elementos de manobra de forma integrada aos atuais subsistemas de armas?

2.3 QUESTÕES DE ESTUDO

Algumas questões de estudo podem ser formuladas no entorno deste questionamento:

- a) Qual a importância estratégica para o Brasil desenvolver seu próprio radar?

- b) O radar SABER M60 é compatível aos atuais subsistemas de armas?
- c) Quais são as principais características do radar SABER M60 e o que o torna adequado para o emprego de tropas paraquedistas?
- d) Quais meios da Bda Inf Pqdt são prioritários para defesa antiaérea?

2.4 OBJETIVOS

O presente estudo pretende verificar se o emprego do radar SABER M60 atende as demandas de defesa antiaérea da Bda de Inf Pqdt. A fim de viabilizar a consecução do objetivo geral, foram formulados objetivos específicos:

- a. Apresentar uma evolução histórica dos vetores aéreos e dos radares destinados à defesa antiaérea;
- b. Descrever as principais características do radar SABER M60;
- c. Apresentar a integralidade do radar SABER M60 aos atuais sistemas de armas.
- d. Apresentar os principais meios da Bda Inf Pqdt que necessitam de proteção da artilharia antiaérea;

2.5 JUSTIFICATIVA

O avanço tecnológico dos vetores aéreos, tripulados ou não, tem sido ponto de inflexão para determinar o poderio de uma nação através da superioridade aérea. Sabe-se que a defesa aeroespacial é realizada tanto pela defesa aérea quanto pela defesa antiaérea. (Ministério da Defesa, 2017).

Com o advento do radar pouco antes do início da Segunda Guerra Mundial, as ameaças aéreas puderam ser detectadas com maior antecedência, conferindo a DA Ae melhores condições de defender áreas e pontos sensíveis. Diante do exposto, recentemente foi desenvolvido pelo EB em parceria com a antiga empresa BRADAR, o radar SABER M60, com elevada mobilidade e baixo peso, visando contrapor-se às ameaças aéreas mais sofisticadas através do monitoramento do espaço aéreo com raio de detecção de até 60 km. Assim faz-se necessário o estudo das possibilidades e limitações deste radar em apoio a defesa antiaérea da Bda Inf

Pqdt, analisando a capacidade de propiciar o engajamento em tempo útil e integrar-se aos sistemas de armas baseados em mísseis e canhões.

2.6 CONTRIBUIÇÃO

O presente estudo pretende ampliar a gama de conhecimento sobre a operacionalidade do Radar Saber M60 na Bda Inf Pqdt, bem como dispor de subsídios necessários para o melhor emprego do radar SABER M60 por tropas de ações rápidas.

2.7 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de estudo bibliográfico que, para sua consecução, terá 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 de vários estudos, de forma a consubstanciar um corpo de literatura atualizado e compreensível.

O delineamento de pesquisa contemplará as fases de levantamento e seleção da bibliografia, coleta dos dados, leitura analítica e fichamento das fontes, argumentação e discussão dos resultados. As principais fontes de pesquisa utilizadas no presente trabalho foram, em sua maioria, documentos digitais disponíveis na rede internacional, sendo de domínio público.

No desenvolvimento serão abordadas as seguintes seções secundárias:

- No capítulo 3, será abordada a evolução dos principais vetores aéreos e dos radares de emprego militar a partir da Segunda Grande Guerra. Pretende-se levantar os aspectos históricos relacionado aos vetores aéreos e analisar as principais novidades, de cada vetor aéreo, que demandam sofisticadas defesas antiaéreas. Além disso, constatar o uso bem sucedido de radares pela Inglaterra durante a Segunda Guerra para identificar incursões aéreas alemãs;

- No capítulo 4, serão abordados os dados técnicos do radar SABER M60 e os conceitos básicos operacionais. Pretende-se verificar as características de emprego do Radar Saber M60 em consonância com os sistemas de armas fornecendo distância, azimute e elevação. Outro item, é o radar secundário, conhecido como *Identification Friend or Foe* (IFF) este componente possibilita a

identificação de aeronaves como amigas ou inimigas. Indaga-se ainda as vantagens de o equipamento ser de tecnologia 100% nacional com a propriedade intelectual exclusiva do Exército Brasileiro;

- No capítulo 5, será levantado a integralidade com os sistemas de armas. Pretende-se verificar a eficiência da defesa antiaérea em decorrência da integração do subsistema de controle e alerta com o subsistema de armas, em especial o míssil portátil IGLA 9K38;

- No capítulo 6, será analisada a atuação da Bda de Inf Pqdt, suas necessidades de defesa antiaérea (áreas e pontos sensíveis) durante as operações de guerra e não guerra, com enfoque na sua organização militar 21ª Bateria de Artilharia Antiaérea, dotada de míssil IGLA.

No capítulo 7, último do presente trabalho, são apresentadas as conclusões da pesquisa e considerações finais.

3 A EVOLUÇÃO DOS VETORES AÉREOS E DOS RADARES DE EMPREGO MILITAR A PARTIR DA SEGUNDA GRANDE GUERRA

3.1 A IMPORTÂNCIA DO AVIÃO

No decorrer do século XX vimos a rápida evolução tecnológica mudar o rumo da medicina, da computação, da aviação, da navegação e, principalmente do poderio militar bélico. Pode-se inferir que o combate ganhou novas proporções, com destaque a força intelectual em detrimento da força bruta, trata-se da Era do Conhecimento.

Diante de diversos fatores desestabilizantes no curso de uma guerra, o avião foi a invenção que deu maior dinamismo ao combate, contrariando o objetivo de Alberto Santos Dumont, o pai da aviação, ao ver seu sonho ser transformado numa máquina de guerra. Mas por ironia do destino pode-se constatar que a rápida evolução das aeronaves deu-se em decorrência das necessidades da guerra.

No início do século XX, as técnicas de combate não eram tão diferentes quanto as que vinham sendo aplicadas nos últimos cem anos. A base dos exércitos nesse tempo, mesmo os considerados os mais modernos, era de soldados com fuzis de recarga manual, canhões e a cavalaria. Por conta desse “marasmo” tecnológico, o avião surgiu causando um impacto imenso, em todos os sentidos. (VINHOLES, 2016)

O exército italiano executou a primeira operação militar com uma aeronave em 1911 com o Capitão Carlo Piazza, em Trípole, atualmente território da Líbia, tendo como a sua principal missão o desenvolvimento de missões de reconhecimento de posições inimigas com voos de até 400 metros de altura.

Devido sua grande mobilidade, o avião, como anteriormente citado, foi inicialmente utilizado para obter informações importantes das posições inimigas e das manobras que estavam sendo realizadas em campo pelo inimigo, antevendo ataques surpresa. Por possuir tal característica dinâmica, a sua função evoluiu a cada nova incursão em linhas inimigas, progredindo rapidamente para o ataque.

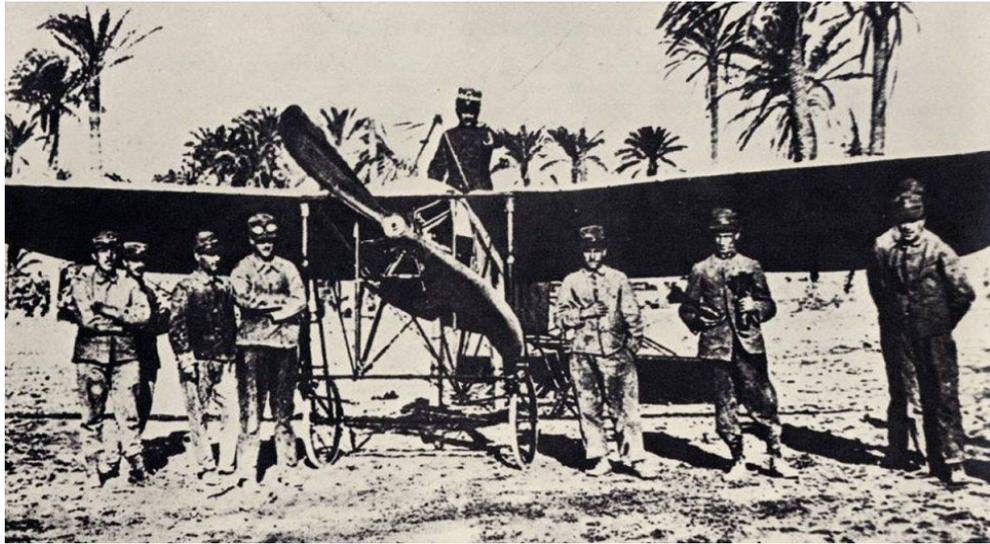


Figura 1 - Capitão Piazza no posto de comando de um Blériot XI

Fonte: (Domínio Público)

Pouco tempo depois já haviam os primeiros combates aéreos com a utilização de pistolas e metralhadoras adaptadas, na maioria dos casos acabaram atrapalhando mais a visão do piloto do que auxiliando no combate. (Vinholes, 2017)

3.2 AMEAÇAS AÉREAS DA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

A inicial utilização do avião como instrumento de combate, abriu um grande leque de possibilidades para a sua aplicação em teatro de operações, maciçamente explorada na Segunda Guerra Mundial.

Mas antes mesmo de iniciar o assunto que remonta à Segunda Guerra Mundial, é de suma importância o entendimento de ameaça aérea: de maneira sucinta são vetores aeroespaciais destinados a destruição ou neutralização de objetivos terrestres, aéreos e marítimos (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2017). Tradicionalmente temos a aeronave de asa fixa como a principal protagonista. No entanto, aeronave de asa rotativa, míssil balístico, míssil de cruzeiro, foguete, SARP e até mesmo satélite orbital fazem parte da lista de ameaças aéreas de interesse da artilharia antiaérea.

Na Segunda Guerra Mundial ocorreram profundos avanços na aviação militar com a produção em massa de aeronaves de transporte, caça, bombardeiro, reconhecimento e ataque. Essa foi efetivamente a guerra em que a aviação se

tornou fator de desequilíbrio no combate devido as possibilidades da ameaça aérea como por exemplo: ataque surpresa à fortificações, à tropas em reunião e à bases de apoio logístico. O emprego de diversas aeronaves confundia e saturava a defesa antiaérea. Isto posto, de acordo com o Manual de Campanha Defesa Antiaérea (2017) torna-se imprescindível a busca pela superioridade aérea para garantir: a capacidade de comando e controle das forças de superfície, a liberdade de manobra da Força Terrestre e a disponibilidade do sistema de apoio logístico.

No início da guerra, as aeronaves utilizavam motores a pistão com velocidade de aproximadamente 500 km/h e atingiam 9 mil pés de altura. Algumas aeronaves da época são: os caças americano P51 *Mustang* e P47 *Thunderbolt*; bombardeiro alemão *Junkers Ju 88*; caça russo *Yakovlev Yak 3* e o caça alemão Fw 190.



Figura 2 - P 51 Mustang

Fonte: <https://www.norwegianspiffire.com>



Figura 3 - Yakovlev Yak 3

Fonte: <https://fighterpilot.com>

Já no final da guerra em 1944 surgiram os primeiros aviões dotados de motor a reação como é o caso do alemão *Messerschmitt Me 262*, primeiro caça a jato que atingia incríveis 900 km/h, com autonomia de 1 hora de voo. Estima-se que com essa nova tecnologia foram abatidos 542 aviões aliados. Esses são alguns exemplos do estrondoso aprimoramento da aviação militar em pouco mais de 5 anos de guerra, claramente a aviação foi de extrema importância para o êxito das operações terrestres e navais.

Ryan Jenkins, descreve com precisão a atuação dos caças alemães:

In many ways, Germans were far ahead of the Allies in the development of

*new technology. The major areas which they achieved success focused particularly on the jet and ballistic missiles. The first combat jet was the ME-262. It was a German invention that terrified the Allies. Luckily for them, its invention and deployment came too late to have any real effect in the war. Likewise with the V-1 and V-2 rockets which were the first ballistic missiles known to war, and the foundation for all rockets that came afterwards.*¹ (2014, p. 20)



Figura 4 - Me 262 foi o primeiro caça (alemão) com motores a jato a entrar em combate (domínio público).

3.2.1 Bombas V1 e V2

A primeira bomba nesses moldes foi a **Bomba V1**, que consistia em uma bomba voadora desenvolvida em 1942 pelos alemães, com alcance de 250 km, impulsionada por motor a jato e lançada a partir de bombardeiros. Considerada imprecisa para a época, pois voava em linha reta até o término do combustível, estima-se que só em Londres foram lançadas mais de 8 mil bombas voadoras com o objetivo de causar pânico e baixas a população civil inimiga. Devido a seu tamanho podiam facilmente ser detectadas por radares de DA Ae e abatidas, fato interessante é o uso de aeronaves para derrubá-las, desequilibrando-as com um leve toque em suas asas.

Nessa corrida para neutralizar o inimigo, os alemães saíram novamente na

¹ De muitas maneiras, os alemães estavam muito à frente dos Aliados no desenvolvimento de novas tecnologias. As principais áreas que alcançaram sucesso concentraram-se particularmente nos jatos e mísseis balísticos. O primeiro jato de combate foi o ME-262. Foi uma invenção alemã que aterrorizou os aliados. Felizmente para eles, sua invenção e implantação vieram tarde demais para ter qualquer efeito real na guerra. Da mesma forma aconteceu com os foguetes V-1 e V-2, que foram os primeiros mísseis balísticos conhecidos na guerra, e a base para todos os foguetes que vieram depois.

frente e lançaram a **Bomba V2**, a precursora do míssil balístico, maciçamente lançada contra grandes cidades com uma cabeça de guerra de 1 tonelada e alcance de 320 km. A notável evolução em relação a V1 é o uso de foguetes para lançar as bombas V2.

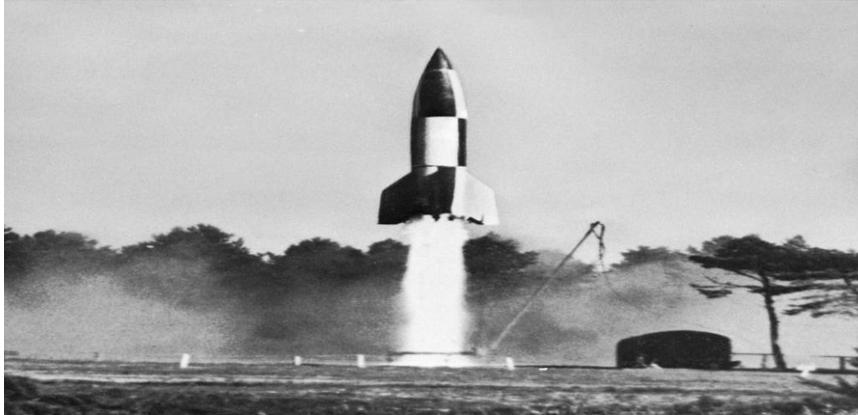


Figura 5: Bomba V-2

Fonte: Instigatorium.com, 2018

3.2.2 Bomba atômica

O ápice do poder de destruição ocorreu com a inédita bomba de fissão nuclear transportada pelo bombardeiro B 29. No fim da Segunda Guerra Mundial os EUA lançaram no Japão duas bombas nucleares, a primeira em Hiroshima e dois dias após em Nagasaki, totalizando 250 mil pessoas mortas pela onda de choque, pondo fim ao conflito mundial com a rendição japonesa em 15 de agosto de 1945.

Como ilustra Louis Morton, sobre a decisão de utilizar a bomba atômica:

No dia 6 de agosto de 1945, os Estados Unidos explodiram uma bomba atômica sobre Hiroshima e revelaram ao mundo, através de um clarão fascinante, o início da era atômica. Quando se tornou evidente o significado desta explosão e a natureza das forças por ela liberadas, levantou-se um coro de vozes protestando contra a decisão que havia aberto a caixa de Pandora da guerra atômica. (1977, p. 493)

Foi o único emprego, em guerra, de armas nucleares na história da humanidade. No entanto, após toda a atrocidade vivida na guerra e mais de 60 milhões de mortos, as grandes potências passaram a desenvolver cada vez mais armas nucleares com maior potencial de destruição, as chamadas bombas de hidrogênio.

Observe a fala do professor de física Ítalo Curcio, da Universidade Presbiteriana Mackenzie em entrevista à revista Galileu em setembro de 2017.

“Em 1952, foi testada a primeira **bomba de hidrogênio**, que equivalia a 10 milhões de toneladas de dinamite, ou seja, quase mil vezes mais que a bomba de Hiroshima [...] com o desenvolvimento da tecnologia, um artefato muito menor pode trazer consequências muito devastadoras: É possível construir uma bomba que caiba em um míssil e tenha poder militar várias vezes maior que o das bombas lançadas sobre o Japão”.

Cada potência bélica tem seu armamento radioativo. Sequer se sabe a quantidade e o real poder de letalidade deste artefato, porém como o próprio professor disse, é possível lançá-lo em um míssil que lhe confere grande raio de ação, exigindo defesa antiaérea muito sofisticada para interceptá-lo.

3.3 PRINCIPAIS VETORES AÉREOS DA ATUALIDADE

De acordo com o manual de campanha EB70-MC-10.231, Defesa Antiaérea (2017), os vetores aéreos podem atuar em três faixas do espaço aéreo:

- a) baixa altura – do solo até 3000 m;
- b) média altura – entre 3000 e 15000 m;
- c) grande altura – esta faixa vai de 15000 m até o limite da atmosfera.

Nesse tópico veremos os principais vetores aéreos em uso na atualidade, suas características e faixas de emprego. Estudo de grande valia para atuação da artilharia antiaérea conforme suas possibilidades e limitações, uma vez que até o momento o Brasil não possui capacidade de defesa antiaérea de média altura.

3.3.1 Aeronave caça

Concebida para o combate aéreo, possui tamanho reduzido, velocidade supersônica e grande manobrabilidade. Pode voar a grande altitude passando dos 15 km, armados com canhões, mísseis e bombas. Realiza múltiplas funções (reconhecimento, ataque, interferência eletrônica, etc.). No Brasil a FAB está prestes a receber o Gripen NG.



Figura 6 - Gripen NG

Fonte: <https://www.defensenews.com>

3.3.2 Aeronave de transporte

Este tipo de aeronave tem a finalidade de realizar transporte de cargas, tropas, reabastecimento em voo e evacuação aeromédica. Sua velocidade gira em torno de 700 km/h o que a deixa vulnerável, necessitando de escolta. Normalmente realiza a função secundária de guerra eletrônica em virtude da grande capacidade de carga, e com faixa de emprego de média altura. No Brasil a FAB recebeu em 2019 da fabricante Embraer a aeronave KC 390.



Figura 7 - KC 390

Fonte: <https://www.flightglobal.com>

3.3.3 Aeronave de guerra eletrônica

Do tipo AWACS (Sistema Aéreo de Controle e Alerta), AEW (Alerta Aéreo Antecipado), SIGINT (Inteligência de Sinais), realiza o controle e o alerta antecipado do espaço aéreo com uso de radares acoplados na fuselagem, voa a média altura o que permite varrer com maior precisão um raio de 500 km, além disso, possui imageamento termal capaz de detectar objetos camuflados. No tempo de paz atua na detecção de aeronaves clandestinas contra o tráfico de drogas, nas operações de busca e salvamento e no monitoramento do espaço aéreo dos grandes eventos. No Brasil a FAB possui o E-99 (Vinhos, 2015)



Figura 8 – Aeronave E 99

Fonte: <https://airway.uol.com.br>

3.3.4 Aeronave de asa rotativa

Ao término da II Guerra Mundial, deu início a disputa pela hegemonia mundial entre Estados Unidos e União Soviética, como resultado tivemos a Guerra do Vietnã que inovou pela grande quantidade de helicópteros, aproximadamente 7 mil aeronaves foram utilizadas no transporte de carga, pessoal e evacuação aeromédica. A mais emblemática aeronave foi sem dúvida a UH-1, tal equipamento foi fundamental para enfrentar um estilo de guerra chamado “guerra de resistência”, em que os vietnamitas do norte, cientes de suas limitações em equipamentos bélicos travaram uma guerra não convencional contra os americanos, valendo-se da dissimulação em meio a população civil e da utilização de túneis como esconderijo.

Para tanto, os americanos utilizavam o UH-1 para realizar infiltrações inopinadas e missões planejadas de curto prazo onde ao término da tarefa principal a tropa retraía rapidamente em segurança. A tática americana inovou os métodos de combate, substituindo as infiltrações por vias terrestres que demandavam tempo e um apoio logístico muito grande. (LACERDA e SAVIAN, 2011)

O helicóptero é uma aeronave com capacidade de realizar voos pairados, nas mais variadas altitudes e velocidades, ideal para o emprego em áreas de difícil acesso (regiões de selva) onde não existam aeródromos. Pode realizar missões de ataque, transporte, resgate e reconhecimento. As Forças Armadas do Brasil receberam a mais nova versão da aeronave utilitária francesa Caracal.



Figura 9 – Cada Força Armada irá receber um total de 16 H225M (Helibras)

Fonte: <https://airway.uol.com.br>

3.3.5 Míssil balístico

Possui trajetória balística pré-determinada e sem dúvida uma das principais ameaças aéreas que preocupa toda a humanidade. Sua característica elementar é o enorme raio de ação que permite atingir distâncias intercontinentais com precisão de 200 metros, para tanto esse míssil deve ser lançado através de plataformas terrestres ou submarinas que lhe confere maior mobilidade de acordo com o objetivo a ser neutralizado.

Os mísseis balísticos são empregados contra alvos fixos de grande valor estratégico, um único míssil pode destruir diversos alvos eficazmente. Podem transportar múltiplas ogivas: convencionais, químicas e nucleares.

Para alcançar grandes distâncias de até 16 mil km, sua trajetória descreve flecha máxima de utilização que atinge grandes altitudes e até mesmo alturas orbitais.



Figura 10 – Mísseis balísticos intercontinentais de maior alcance no mundo

Fonte: <https://www.dw.com>

No momento da descida as ogivas são guiadas por sistema de navegação inercial e atingem velocidades hipersônicas e, como os motores de propulsão vão desacoplando ao longo da trajetória a seção reta-radar (RCS) é cada vez menor. Tal fato dificulta e muito a detecção por parte dos sensores de controle e alerta da AAAe, vale destacar que para a DA Ae contra os mísseis balísticos é necessário, no mínimo, artilharia antiaérea de média altura.

Na figura abaixo está representada as 3 fases: fase de arranque, fase intermediária e fase de reentrada.

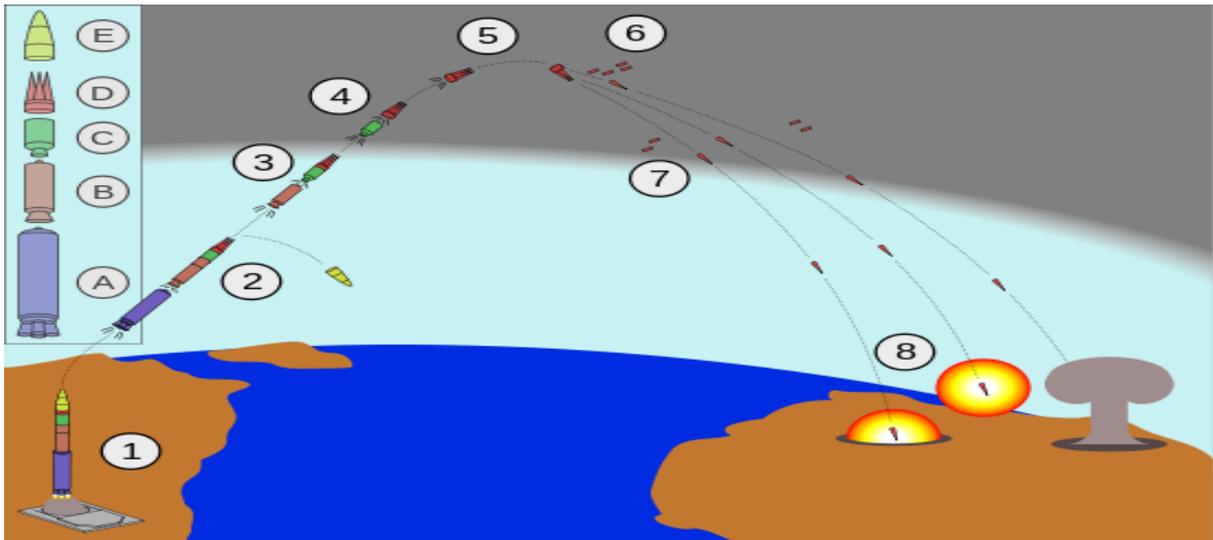


Figura 11 – Sequência de lançamento do míssil de múltiplas ogivas:
 Fonte: <https://pt.wikipedia.org>

3.3.6 Míssil de cruzeiro

O míssil de cruzeiro descreve uma trajetória horizontal, especificamente voo de contorno, essa individualidade lhe permite chegar ao alvo sem ser observado pelos radares inimigos, uma vez que voa na zona de sombra dos sistemas de alerta.

Sua finalidade é transportar carga útil a distâncias de até 3000 km para atingir alvos fixos com alta precisão. Durante seu trajeto a velocidade e altura mantêm-se constantes com o motor a jato queimando gradualmente o combustível. Quando próximo do objetivo, o míssil realiza a tomada de ângulo de mergulho aumentando sobremaneira a eficácia do ataque.

Sistema de guiamento dos mísseis de cruzeiro é baseado em referências terrestres (*terrain countour matching*) e GPS na qual o radar do míssil faz a leitura do terreno ao longo do trajeto e a compara com o mapa pré-programado em seu computador de bordo.

Conforme informação do site www.forte.jor.br no Brasil a empresa Avibras Aeroespacial está em fase final de desenvolvimento do míssil tático de cruzeiro MTC 300:

A Avibras Aeroespacial está desenvolvendo o Míssil Tático de Cruzeiro (MTC) de 300 Km em parceria com o Exército Brasileiro (EB). O MTC-300 tem uma cabeça de guerra de 200 kg, utiliza um motor foguete no lançamento e durante o voo de cruzeiro, subsônico, a propulsão é feita por uma turbina desenvolvida também pela Avibrás.

A navegação é feita por uma combinação de plataforma inercial e GPS. A arma está no limite do Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis, o MTCR, do qual o Brasil é signatário. O acordo restringe o raio de ação máximo a 300 quilômetros e as ogivas a 500 quilos.



Figura 12 – AV-TM 300, na configuração com duas asas
Fonte: <https://www.forte.jor.br>

O MTC 300 utiliza querosene de aviação e pode ser lançado através de plataformas aéreas e terrestres (ASTROS 2020) com cada veículo podendo disparar até 2 mísseis simultâneos. O míssil possui cabeça de guerra unitária e múltipla, de precisão de 30 m de erro.

Trata-se de uma arma de grande valor estratégico nacional capaz de destruir importantes instalações como por exemplo: bases militares, usinas hidrelétricas e fábricas de material bélico, tal conquista coloca o país em um seleto grupo de nações dominantes da tecnologia de mísseis.

3.3.7 Sistema de aeronave remotamente pilotada (SARP)

SARP é uma aeronave não tripulada guiada por um operador terrestre e capaz de realizar voos autônomos. Essa grande inovação da aviação militar está sendo implementado nas Forças Armadas brasileiras, estuda-se sua melhor forma de emprego em missões de reconhecimento aéreo, localização de alvos e transmissão de imagens em tempo real. Podem voar a média altura e são destinados a Elint, ou seja, atuam como equipamentos de medida de apoio à guerra eletrônica (MAGE) na detecção passiva de emissões radares, é notadamente uma

ameaça aérea furtiva à artilharia antiaérea devido a diversidade de formas, tamanhos e altitudes de voo. (COSTA, 2008)



Figura 13 – ARP modelo RQ-900 controlado via satélite

Fonte: <http://www.fab.mil.br>

3.4 RADAR DE DEFESA ANTIAÉREA

A artilharia antiaérea iniciou sua atuação pouco depois da criação do avião, desenvolvendo canhões de tamanho reduzido e equipamentos de controle de tiro. Como a aviação era insipiente em termos de velocidade e altitude de voo, a AAAe mostrou-se adequada naquele momento. Na Segunda Guerra Mundial a aviação evoluiu, de maneira a possibilitar as aeronaves voarem com velocidade e altitude maiores.

Para se contrapor aos avanços tecnológicos, os canhões passaram a ser cada vez maiores e mais complexos, com o intuito de obter grandes alcances, porém o peso demasiado os prejudicavam no acompanhamento da ameaça aérea principalmente em ataques rasantes, pois até então inexistia qualquer sistema que alertasse quanto a direção do ataque aéreo, conforme podemos observar no livro “Os canhões, 1939-45: a arma poderosa” do autor Ian V. Hogg:

Outro problema da defesa antiaérea [...] era o aspecto conhecido mais tarde como ‘inteligência’; não do tipo-capa-e-espada, mas a informação mais credenciada sobre a hora e o local onde encontraria o avião atacante. O

único sistema eficaz então em uso era o detector de som, uma forma aumentada da trombeta de audição, pelo qual se esperava detectar o ruído dos aviões que se aproximavam, a tempo de poder equipar os canhões e calcular os dados para o disparo.

Os refletores de som conseguiam detectar ruídos até 30 km de distância, mas como a aeronave estava em rota de aproximação, o tempo de reação era escasso. Além do mais, os postos de vigilância estavam restritos ao alcance visual.

O próximo passo conforme o Informativo A História do Controle do Espaço Aéreo Brasileiro: “em 1936 o engenheiro Robert Watson-Watt, desenvolveu o radar com sistema de telemetria fixa e rotatória”.

Havia na guerra duas vertentes de desenvolvimento dos radares, os Aliados envidaram esforços na detecção de aeronaves com a obtenção de dados precisos de direção, velocidade e altura de voo, enquanto as potências do Eixo, em especial, a Alemanha, optaram por aprimorar a precisão do tiro das armas com o uso de radares.

Durante a Batalha da Inglaterra, graças ao alerta da rede de radares inglesa a população abrigava-se à espera dos bombardeiros alemães, enquanto a Inglaterra por meio da *Royal Air Force* (RAF) aprestava-se para o combate. Não resta dúvida quanto a eficiência do sistema batizado como *Chain Home*, conforme cita o site sistemasdearmas.com.br:

O radar permitiu que uma força pequena porém bem coordenada, a RAF, enfrentar uma força numericamente superior. Quando havia ataques aéreos inimigos os meios apropriados podiam ser colocados no lugar certo e na hora certa. Os pilotos de caça recebiam a designação de alvo após levantarem voo para não perderem tempo e os bombardeiros inimigos eram interceptados bem antes de atingirem o objetivo.



Figura 14 – *The Chain Home Radar System*

Fonte: <http://www.ventnorradar.co.uk/>

Este foi o exemplo clássico de emprego de radares como fator decisivo na guerra. Tal equipamento quando bem empregado elimina o fator surpresa do adversário.

Como objetivo de complementar o sistema de monitoramento de defesa aeroespacial e a necessidade de integração do subsistema de armas, o Exército Brasileiro passou a desenvolver em 2006 o radar de busca SABER M60, pioneiro da família de radares SABER, a partir do qual surgiram demais radares destinados a vigilância. Pois bem, o próximo capítulo irá se ater ao radar SABER M60 empregado na três Forças Armadas.

4. RADAR SABER M60: DADOS TÉCNICOS DO MATERIAL E CONCEITOS BÁSICOS OPERACIONAIS

4.1 APRESENTAÇÃO

O Exército Brasileiro busca o aprimoramento constante de sua tropa e de seus equipamentos. Pensando nisso no início da década de 90, adquiriu mísseis antiaéreos de ombro IGLA 9K38, de origem russa, com previsão inicial de atuação em sistemas de autodefesa antiaérea, subsequentemente integrados ao sistema de Defesa Antiaérea, após reformulação de sua utilização.

Conforme Informativo Antiaéreo de agosto de 2013 havia a seguinte demanda no Exército:

Na Artilharia Antiaérea, devido a sua concepção sistêmica, há uma interdependência entre seus sistemas para o cumprimento eficaz de sua missão precípua. Partindo dessa premissa, verificou-se que a presença do míssil IGLA dissociado de um sistema detecção radar consistia numa DA Ae lenta e que dependia da capacidade visual dos P Vig para localização dos alvos, e, além disso no reconhecimento das aeronaves para determinar se o vetor aéreo seria amigo ou inimigo.

A utilização de forma plena dos mísseis IGLA somente poderia ocorrer se este fosse utilizado em conjunto de um sistema detecção para determinar se o alvo a ser atingido era amigo ou inimigo, do contrário poderia haver sérios problemas na coordenação do espaço aéreo, podendo resultar em fratricídios.

Inicialmente em 2004, a solução buscada pelo Exército Brasileiro seria a aquisição de dois radares israelenses que pudessem suprir a necessidade para alimentar o sistema de armas de baixa altura.

No entanto, em 2005 houve a criação do Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército (DCT), que passou a buscar novas soluções que pudessem ser desenvolvidas em território nacional.

Dessa forma, sem possuir em seu arsenal sistema compatível e buscando o desenvolvimento de tecnologia própria, o Centro Tecnológico do Exército (CTEx), e após a liberação de financiamento Não-Reembonsável para estabelecimento de Programa P&D em radares, além de parceria com a iniciativa privada, passou a pesquisar e desenvolver o Radar SABER M60, tendo a sua sigla originada do termo:

Sensor de Acompanhamento de alvos aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência.

O projeto do radar iniciou-se em 2006, tendo sua primeira versão funcional em agosto daquele mesmo ano. Em outubro, foi concluído um protótipo para verificação das funcionalidades projetadas do Radar.

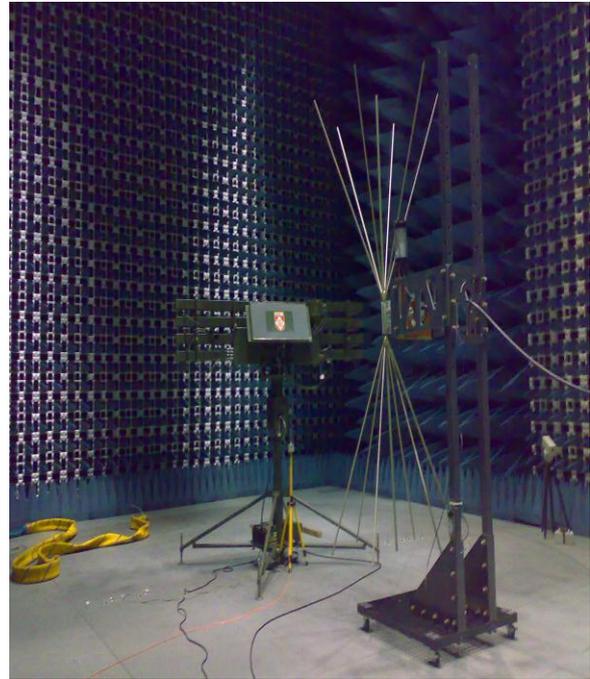


Figura 15 e 16: Radar testado em laboratório em julho de 2006

Fonte: CTEX

O projeto se concluiu em 2010 com a avaliação pelo Centro de Avaliações do Exército, indo posteriormente para a linha de montagem.

A partir 2011 houve a produção de 29 radares que foram distribuídos principalmente ao Exército Brasileiro e Aeronáutica, com aplicação em grandes eventos como Olimpíadas em 2016.

Um adendo, o fato do radar SABER M60 ser de fabricação 100% nacional, indica que todos os requisitos técnicos desejados pelas Forças Armadas foram alcançados e ainda podem ser aprimorados, além disso, o fomento da base industrial de defesa é de vital importância para um país na geração de empregos, a pesquisa e o desenvolvimento de novos radares nos garante segurança em caso de operações de guerra, afinal não correríamos o risco de desabastecimento de peças de reposição, o que poderia inutilizar toda uma defesa antiaérea. Há que se destacar

ainda a projeção do poder nacional com um equipamento que por vezes se mostra superior tecnologicamente a outros radares estrangeiros, com probabilidade de venda à outras nações. Sendo o projeto de propriedade intelectual do Exército Brasileiro, parcela do valor das vendas retornam à Força sob forma de *royalties*² para novas pesquisas. Sem dúvida um projeto de grande importância estratégica para o Brasil.

Conforme manual técnico EB60-MT 23.401:

O Radar SABER M60 destina-se a integrar um sistema de defesa antiaérea de baixa altura visando à proteção de infraestruturas críticas, como indústrias, usinas e instalações governamentais. Por ter grande versatilidade é integrável a sistemas de armas baseados em mísseis ou canhões antiaéreos. Possui ainda a capacidade de integração ao Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA) e ao Sistema de Controle de Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), assim como a outros sistemas de interesse (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2016).



Figura 17 – Radar SABER M60
Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 2016.

Além disso, possui baixo peso e elevada mobilidade, ainda possui adaptação favorável em todas as condições climáticas do nosso país. Com tais características dinâmicas o Radar SABER M60 pode ser empregado em variadas operações, tais como: de defesa externa, de garantia da lei e da ordem e em operações de paz.

² *Royalties*: são uma quantia paga por alguém a um proprietário pelo direito de uso, exploração e comercialização de um bem.

Dentre as principais características do Radar SABER M60, destacam-se as seguintes, conforme o manual EB60-MT 23.401:

- 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;
- e) 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 t ou por helicópteros;
- f) Logística simplificada, pela disponibilidade de suprimento e manutenção de todos os escalões em território nacional;
- 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.

O Radar SABER M60 complementa o SISDABRA, contribuindo, assim, para o incremento da capacidade dissuasória do país (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2016).

Consiste em um radar tridimensional - 3D, modular, de estado sólido, com tecnologia de ponta para detectar, ao mesmo tempo, até 60 alvos que estejam sobrevoando a área vigiada, os classificando ainda como amigos ou inimigos, além de identificar asas fixas e rotativas. A sua capacidade de antecipação ocorre principalmente para alvos abaixo de 5 mil metros de altura dentro de um raio de 60 km.

O seu sistema é do tipo Doppler Pulsado, com tecnologia de última geração no processamento digital de sinais. Sendo a sua interface de fácil manuseio, e por ser baseado em Linux, possui sistema muito estável e atualizável, instalados em computador portátil, com fácil adequação aos vários tipos de trabalho desenvolvidos no Exército Brasileiro.

Dessa forma, apresenta uma arquitetura flexível e programável por hardware e software, o que permite a melhoria constante do projeto sem necessidade de modificações fundamentais na estrutura do mesmo.

Por consistir em um radar de busca e vigilância aérea de baixa altura e de varredura mecânica, e conforme explicitado anteriormente, usa da técnica denominada pulso-Doppler, que faz uso de emissões eletromagnéticas pulsadas, capaz de realizar medidas de coordenadas e de velocidades radiais dos vetores aéreos de interesse.

Possui antena complexa formada por múltiplos elementos. A transmissão do sinal é feita por meio da conjugação dos sinais emitidos pelos elementos de forma simultânea e a recepção é feita por meio da conjugação dos sinais recebidos pelos elementos superiores e pelos inferiores.

Assim, obtém-se um sinal de recepção devido aos elementos superiores e outro devido aos elementos inferiores.

Conforme apresentado, o Radar SABER M60, é extremamente útil pela sua alta adaptabilidade, sendo utilizado de diversas maneiras pelo Exército Brasileiro.

4.2 DADOS TÉCNICOS DO MATERIAL

Tabela 4.2

Dados Gerais	
Designação	Sensor de Acompanhamento de Alvos Aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência
Abreviatura	SABER M60
Condições de Transporte	
Peso Total Bruto	848,85 Kg
Peso Total Líquido	357,85 Kg
Comprimento Total na Posição de Marcha	3,18 m

Largura Total na Posição de Marcha	0,88 m
Altura Total na Posição de Marcha	1,64 m
Comprimento Total na Posição de Operação	3,20 m
Largura Total na Posição de Operação	3,20 m
Altura Total na Posição de Operação	2,85 m
Temperatura de Operação	- 25° a + 45° C
Temperatura de Armazenamento	- 40° a + 65° C
Alimentação	
Alimentação de Rede Comercial	110 a 230 V – CA / 50 a 60 Hz
Gerador Externo	Toyama T4000CX com modificações feitas pela ORBISAT
Alimentação da Caixa de Bateria	28 V – CC
Radar	
Alcance Útil	60 Km (alvo de 20 m ²)
Alcance Mínimo	1750 m
Direção	6400'''
Teto Máximo Aproximado	5000m
Transmissor	
Tipo	Estado Sólido – Pulso Doppler Coerente
Faixa de Frequência	Banda L
Nr de Canais de Frequência	40 canais
Banda	80 MHz
Frequência de Repetição de Pulsos (FRP)	Variável, em conjuntos de 04 valores com algoritmo pseudo-aleatório

Largura de Pulso	22 μ s
Potência de Pico	até 700 W
Potencia Média	até 50 W
Receptor	
Tipo	Super-Heterodino
Canais	02 Canais
Antena	
Tipo	Guia de Ondas com Fendas
Peso	64,25 Kg
Largura	3,1 m
Polarização	Horizontal
Ganho	26 dBi
Inclinação	- 2° a + 10°
3 dB Azimute	4,5° \pm 1°
3 dB Elevação	34° \pm 5° (17° c/ soma 2 canais)
Rotação	7,5 – 15 RPM programável
Vento Máximo	60 Km/h
Processamento de Sinais	
Moving Target Indicador (MTI)	Digital
Intervalo de Detecção	1750m e 60Km
Resolução (Poder Separador)	75m em alcance
Informações dos Alvos	3D (azimute, elevação e distancia)
Acuidade (Azimute)	2°
Acuidade (Elevação)	1°
Acuidade (Alcance)	50 m

Nr de Alvos Simultâneos	40 alvos
Classificação de Aeronaves	Asa Fixa e Asa Rotativa
Identificação de Aeronaves	Asa Rotativa
Velocidade Mínima para Detecção	36 Km/h
IFF	
Modos	1, 2, 3A, e C
Alcance Máximo	82 Km
Ganho	17 Db
Potência de Pico	80 W
Potência Média	0,8 W
Inclinação da Antena de IFF	5° a 27°

Fonte: Manual EB60-MT 23.401, 2016

4.3 ANTENA PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA

A antena primária, é do tipo guia de ondas fendado (indicada para frequente montagem/desmontagem) e de acordo com o manual técnico EB60-MT-23.401 tem três importantes finalidades: “irradiar a radiofrequência gerada no Módulo de Controle e RF, receber o eco do alvo e transmiti-lo ao Módulo de Controle e RF e sustentar os módulos do Radar Secundário S60 (IFF) e Controle e RF.”

O Radar Secundário S60 (IFF) tem por finalidade realizar a identificação de aeronaves como amigas ou inimigas pelos modos de interrogação, e saber seu nível de voo pelo modo C. Pode operar em conjunto ou não com a antena. A importância do radar secundário é evidenciada de acordo com o artigo escrito por Eric Julius Wurts: A identificação amigo-inimigo nativa do Brasil: perguntas e respostas:

A identificação a vista dos alvos torna-se inexecuível diante dos alcances estendidos das modernas armas de combate, apesar de a percepção (reconhecimento) visual de objetivos ser motivo de intenso treinamento para

pilotos e integrantes da artilharia antiaérea de todos os países; portanto, aumenta-se o risco de fratricídios com o combate.

A antena primária com seus quatro irradiadores tem a função de detectar alvos distantes 60 km em todas as direções. Em se tratando de radar de busca, atua integrado a um sistema de armas e detecta incursão dentro do volume de responsabilidade com antecedência; seu diferencial não é apenas a detecção o mais longe possível a fim de fornecer o alerta antecipado para o sistema de armas, mas sim pela existência de um radar secundário que nada mais é senão um interrogador amigo-inimigo que irá confirmar para a guarnição qual tipo de ameaça aérea se aproxima, essa tecnologia é fundamental para ser empregada juntamente ao míssil IGLA S pois dessa maneira o disparo será realizado com convicção de que se trata de uma ameaça hostil³, evitando assim o risco de fratricídio.



Figura 16 - Antenas do radar primário e IFF solidárias

Fonte: www.scielo.br

4.4 ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE

O acondicionamento correto do material, principalmente dos componentes eletrônicos do Radar, evita que a sua vida útil seja reduzida, pois minimiza os efeitos

³ Uma aeronave ou veículo aéreo não tripulado comete uma ação hostil quando ataca força amiga ou aliada; ataca instalações militares ou civis, amigas ou aliadas; ataca aeronave amiga ou aliada; executa ações de guerra eletrônica contra forças ou instalações, amigas ou aliadas; lança paraquedistas ou desembarca material de uso militar em território sob controle de forças amigas ou aliadas, sem a devida autorização

do choque mecânico, de vibração, do trepidar e da ação da umidade sobre os componentes (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2016).

Verifica-se que o espaço de acondicionamento do Radar SABER M60 é relativamente pequeno, podendo ser embarcado em viaturas maiores que 1 ton. Sendo as suas caixas elaboradas exatamente para ocuparem o menor espaço possível facilitando o seu transporte.



Figura 18 – Radar SABER M60 – Caixas de Acondicionamento
Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 2016

Além disso, sua montagem e desmontagem também são simplificadas pelo tamanho do radar, em média são gastos somente quinze minutos por guarnição de 03 homens.

Temos no Manual EB60-MT 23.401 maiores detalhes das caixas e maneira de acondicionamento (2016, p. 85):

Por apresentar construção modular, o Radar SABER M60 foi projetado de forma que módulos fossem guardados em caixas distintas, visando facilitar o transporte e o manuseio do material. Para isso, os módulos do Radar foram divididos em 06 (seis) caixas, que fornecem a devida proteção quando do transporte em viaturas, aeronaves e outros meios, a citar:

- 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 1° Escalão;
- maleta de ferramentas para 2° Escalão;
- cones de sinalização.

O Gerador externo e a Bobina do cabo M60_W5 são protegidos por capas (item opcional), devendo ser conduzidos por suas alças; e as capas devem ser removidas durante a operação. O equipamento rádio possui mochila própria (item opcional).

As Caixas do Radar SABER M60 foram elaboradas de modo que elas formem um módulo que ocupe o menor espaço possível e facilite o acondicionamento e o transporte. O conjunto de caixas fica preso por, no mínimo, quatro cintas de unitização, formando, assim, um só conjunto. Esse conjunto é preso por duas cintas adicionais para fixação ao piso ou parede lateral da viatura, quando é transportado por meio terrestre. Esta fixação com cintas de unitização visa reduzir o dano ao radar e às suas caixas de transporte, que sofrem choque mecânico e vibração mecânica durante o transporte.

O transporte existe para o deslocamento do material, de um ponto a outro, dentro das operações ou em situação administrativa. A construção modular do Radar SABER M60 foi a solução encontrada para diminuir o tempo do Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição (REOP), facilitando as operações de movimento.

O sistema pode ser transportado por qualquer meio, seja ele aéreo, terrestre ou marítimo. Durante o transporte, particularmente para o terrestre, as caixas devem estar empilhadas e fixadas por meio de cintas de unitização que acompanham o sistema.

- a) Transporte Terrestre – Pode ser realizado em qualquer viatura maior que 1 ton, com carroceria estendida ou em vagão ferroviário, de modo que caibam todas as caixas, de pessoal, acessórios externos e os fardos de bagagem e combate.



Figura 19: Caminhão VTNE 5ton MB 1418 (vista de fora)

Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 1º Ed, 2016

- b) Transporte Marítimo – O içamento do material do cais e sua deposição nos porões dos navios de transporte devem ser feitos pelos paus de carga, obedecendo ao peso limite desses. Deve ser içado em suportes, por redes, evitando a queda do material.

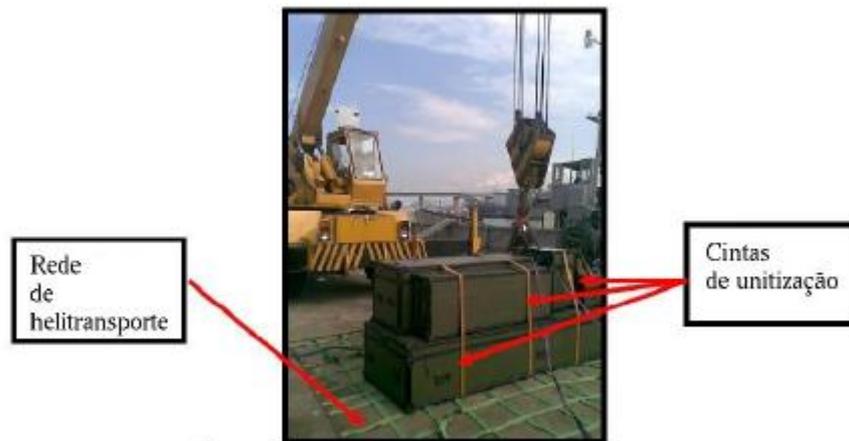


Figura 20: Embarcações EDCG Guarapari (MB) – guindaste para içamento de carga

Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 2016

- c) Transporte Aéreo – Pode ser transportado por qualquer aeronave militar que suporte seu peso. O acondicionamento deve ser feito em suportes e devidamente ancorado no interior da aeronave. **O sistema não pode ser lançado de paraquedas.** (grifo nosso)
- d) Helitransporte – O Rdr SABER M60 pode ser transportado internamente pela Anv HM-3 (Cougar) e Anv HM-4 (Caracal) e, no gancho, pelas Anv HM-1 (Pantera) e HM-2 (Black Hawk). A Anv HA-1 (Esquilo ou Frenec)

pode transportar no gancho, caso venha a sofrer adaptação para tal (MINISTÉRIO DA DEFESA, 2016).

Devido a sua modularidade é possível ser transportado por meios terrestres, aéreos e marítimos em curto espaço de tempo. Pode ser montado em áreas de difícil acesso, tal característica, permite o monitoramento constante e a coordenação do espaço aéreo conforme o avanço das tropas.

5. MÍSSIL IGLA: INTEGRALIDADE E FLEXIBILIDADE

5.1 CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL

O Radar SABER M60, pode ser integrado a diversos armamentos, e foi concebido para dar maior capacidade de resposta a armamentos portáteis. Dessa forma, para aprofundarmos o estudo e melhor entendimento da aplicação do Radar SABER M60, veremos o funcionamento do míssil russo IGLA 9K38.

A defesa antiaérea deve ser flexível e de grande mobilidade, com essa necessidade em mente, e, em busca de um armamento versátil, dinâmico e com fácil transporte, o Exército Brasileiro, em 1995, decidiu pela aquisição do míssil portátil IGLA. A opção pelo armamento russo veio de um comparativo dos diversos equipamentos no mercado com características similares, abaixo traremos uma comparação entre os mísseis Stinger-FIM92B/C, Mistral e IGLA, para ilustrar melhor a questão.

Características	Denomi nação	IGLA	Stinger	Mistral
Alcance máximo de tiro, km	Dmax	6000	5500	6000
Altitude máxima de voo de alvos destruídos, km	Hmax	3500	3500	4000
Velocidade máxima de alvos destruídos, m/s	Vt	400	340	440
Probabilidade de destruição	KP	0,6	0,4	0,65-0,7
Peso da parte de combate do míssil autoguiado, kg	Mpc	2,5	1-3	3
Peso dos meios de combate do	M	19	15,7	45

SPMAA, kg				
Sobrecarga máxima de alvos destruídos, g	Gmax	8	7	7
Tempo de reação, s	Tr	5	5	6
Guarnição de combate, pes.	Q	1	1	2-3

Comparação das características do SPMMA

Fonte: RUSSIAN DEFENCE EXPORT, 2015

Conforme verificado, o míssil IGLA possui um melhor resultado, comparado ao Stinger, menor peso e guarnição de combate do que o Mistral, sendo assim a melhor opção para utilização da DA Ae.

O sistema portátil de mísseis antiaéreos são destinados basicamente para destruição de aviões, helicópteros e veículos aéreos não tripulados em caso de contato visual em rota de colisão e perseguição naturais (de interferências comuns) e artificiais (de interferências térmicas). (RUSSIAN DEFENCE EXPORT, 2015).

O míssil IGLA 9K38, de origem russa, é a terceira versão da série IGLA, que modernizou as suas antigas versões, trazendo três importantes mudanças, conforme descreve o Caderno de Instrução da ESCOLA DE FOGO DE INSTRUÇÃO DO MÍSSIL IGLA 9K38:

- Capacidade de diferenciação de alvos verdadeiros e alvos falsos, como por exemplo “flares”, por meio da inserção de um Circuito de Seleção na Cabeça de Guiamento do míssil.
- Aumento do poder de destruição do armamento, por intermédio da utilização do combustível sólido do Propulsor de Sustentação restante até o momento do impacto.
- Inserção de um circuito responsável pela realização de um pequeno desvio próximo ao alvo, visando a atingir o centro do alvo e não sua maior fonte de calor presente (2006, p. 4).

Possui sistema de guiamento passivo por infravermelho, é portátil, lançado através de tubo e tem como objetivo principal o engajamento com aeronaves em voo baixo (máximo de 3000 metros de altitude). Além disso, dispõe de boa resistência em ambientes de guerra eletrônica, dando a ele maior capacidade de combate.

Pesando 16,7 kg e com menos de 2 metros de comprimento, pode ser lançado do ombro do atirador nas posições de pé ou de joelho, apresentando o tempo de reação 13 segundos, possui o sistema *fire and forget*⁴, ou seja, atire e esqueça, cabe ao atirador apenas enquadrar o alvo e apertar o gatilho, pois ao detectar uma fonte de calor seguirá até atingir o alvo.

A composição do posto de tiro do míssil é formada pelo mecanismo de lançamento, tubo de lançamento com o míssil e fonte de alimentação acoplados e por acessórios.



Figura 21: Componentes posto de tiro míssil IGLA

Fonte: MINISTÉRIO DA DEFESA, 2006

Conforme demonstrado, pelas suas características técnicas, o míssil IGLA 9K38 é extremamente versátil e taticamente flexível. Sendo de fácil transporte, inclusive de forma dissimulada, trazendo inúmeras possibilidades de aplicação, sendo descrito no Caderno de Instrução da ESCOLA DE FOGO DE INSTRUÇÃO DO MÍSSIL IGLA 9K38, conforme abaixo:

Por ser um armamento portátil, pode ser transportado e utilizado por sua guarnição sem a obrigatoriedade da presença de viatura para transportar seus componentes. Tal característica assegura à Unidade de Tiro (U Tir) dotada do Msl Iglá grande mobilidade e flexibilidade de emprego.

É um míssil do tipo “atire e esqueça”, reduzindo as atividades do operador.

O Sistema de Guiamento de Atração Passiva por Infravermelho assegura que não ser detectado pelo inimigo enquanto apreende seu alvo (2006, p. 5).

⁴ *Fire and forget*: atire e esqueça

A quantidade de explosivos contida no míssil IGLA é bem pequena. No entanto, por uma combinação de efeitos, incluindo a explosão, fragmentação e a energia causada pelo impacto do míssil na aeronave em alta velocidade, pode ter impacto destrutivo significativo.

5.1.1 Integração ao sistema de controle e alerta

Como visto, o IGLA 9k38, possui características bastante flexíveis e capazes de atender as necessidades de emprego DA Ae, em qualquer território tanto por sua mobilidade facilitada, como pela quantidade mínima de componentes, podendo ser transportado em pequenas distâncias a pé, inclusive.

No entanto, a sua aplicação plena depende de um sistema de controle e alerta, trazendo à guarnição o alerta antecipado de incursões inimigas, havendo assim a necessidade de sua integração com um sistema de radar, o que ocorreu perfeitamente com o Radar SABER M60, um radar de busca que detecta a incursão em tempo útil e integra um sistema de armas.

Portanto, o aprimoramento da capacidade defensiva da Bda Inf Pqdt nas operações de guerra e não guerra ocorre com o uso do radar SABER M60 integrado ao míssil IGLA, pois, se dissociado de um sistema de detecção, torna-se uma DA Ae lenta, com risco de fratricídio e dependente da capacidade visual dos P Vig.

6. BRIGADA DE INFANTARIA PARAQUEDISTA

6.1 APRESENTAÇÃO

A Brigada de Infantaria Paraquedista foi criada em 1945, idealizada por militares brasileiros ao concluírem o curso de paraquedista nos Estados Unidos.

Consiste em uma tropa de ação rápida do Exército, atua em qualquer lugar do território nacional no menor espaço de tempo possível. O alto adestramento faz com que seus membros sejam considerados parte da elite do Exército Brasileiro, e com isso integrante da Força de Ação Rápida Estratégica do Exército, devido ao seu pronto emprego e alto grau de operacionalidade. (Revista do Exército Brasileiro, 2011)

Em momentos de crise e de necessária imediata resposta, a Brigada Paraquedista é a primeira a ser utilizada, pois as suas tropas aerotransportadas, constituídas por formações organizadas, colocam em qualquer lugar do território nacional militares aptos a contenção de crise, como bem descreve o General Fernando José Lavaquial Sardenberg: “As tropas aerotransportadas são constituídas por formações organizadas, equipadas e treinadas, tendo em vista a sua colocação no terreno no seio do dispositivo inimigo, por lançamento ou aterragem, para, a partir daí, conduzir o combate” (2011, p. 50).

Ainda de acordo com a revista do Exército Brasileiro, a brigada possui três batalhões responsáveis pela missão principal:

Sua organização é, basicamente, a de uma brigada de infantaria. Ela é composta de um comando e um estado-maior, responsáveis pelo emprego das peças de manobra: três batalhões de infantaria paraquedista (BIPqdt) – 25º, 26º, 27º -, que realizam, por meio do assalto aeroterrestre, a conquista e a manutenção dos objetivos, até a junção com tropa blindadas ou mecanizadas, ou exfiltração da área de operações. (2011, p. 50).

Há ainda organizações militares de apoio a missão principal:

- O 1º Esquadrão de Cavalaria Paraquedista, elemento encarregado da segurança e reconhecimento de terrenos.

- O 8º Grupo de Artilharia de Campanha Paraquedista, com duas baterias de obuseiros Otto Melara, e bateria de Morteiros Pesados, com a eficácia no apoio de fogo ao combate.
- A 21ª Bateria de Artilharia Antiaérea Paraquedista, com a missão de promover a proteção e defesa antiaérea aos meios da brigada.
- A 1ª Companhia de Engenharia de Combate Paraquedista, com o intuito de organizar a mobilidade e proteção da Brigada e contra mobilidade do inimigo.
- A 20ª Companhia de Comunicações Paraquedista encarregada das ligações entre Comando e subordinados.
- O 20º Batalhão Logístico Paraquedista proporciona apoio em manutenção, transporte, suprimento e saúde, inclusive pelo ar.

Para o desenvolvimento de sua precípua missão, a Bda Inf Pqdt ainda emprega o Batalhão de Dobragem, Manutenção e Suprimento pelo Ar, a Companhia de Precursores Paraquedista e o Destacamento de Saúde (Revista do Exército Brasileiro, vol. 147, 2011).

6.2 21ª BATERIA DE ARTILHARIA ANTIAÉREA PARAQUEDISTA

Para o desenvolvimento do presente estudo daremos enfoque na 21ª Bateria de Artilharia Antiaérea Paraquedista.

A introdução da 21ª Bia AAAe Pqdt na Bda Inf Pqdt é relativamente recente, data de 01 de janeiro de 2004. Como visto no capítulo anterior, o míssil IGLA 9K38 foi adquirido pelo Exército Brasileiro no ano de 1995 e acreditava-se que a autodefesa antiaérea poderia ser executada pelos elementos de manobra, ou seja, os próprios batalhões de infantaria seriam capazes de engajar as ameaças aéreas.

Contudo, a ameaça aérea evoluiu e, nos combates recentes os ataques são realizados distantes dos objetivos, como até então o uso do míssil só era possível com a detecção visual, tornava-se ineficiente o emprego dissociado de um sistema de controle e alerta, além do mais, a falta de um radar de busca dificultava a identificação amigo ou inimigo das aeronaves que voassem dentro do envelope de

emprego do míssil, visto que não havia qualquer medida de coordenação com a FAB e nem com a aviação do EB. (Medeiros, 2001)

Ainda de acordo com o informativo EsACosAAe:

Os recursos tecnológicos de que dispõe a ameaça aérea, atualmente, permite o lançamento de seu armamento “*stand off*”, o que impede a visualização da ameaça pela autodefesa. Sem mesmo enxergar a aeronave atacante, impossível será a reação. Somente uma defesa antiaérea bem estruturada poderá fazer frente a ameaça (2001, p. 9)

Concluiu-se que era necessário uma organização sistêmica composta de sistema de armas, sistema de controle e alerta, sistema de comunicações e sistema logístico. Daí surgiu a iniciativa de estruturação da Bda Inf Pqdt com a vinda da 21ª Bia AAAe Pqdt para fornecer a devida proteção à tropa paraquedista.

6.3 DEFESA ANTIAÉREA NAS OPERAÇÕES AEROTERRESTRES

Nesse tópico veremos as principais áreas e pontos sensíveis a serem defendidos pela 21ª Bia AAAe Pqdt. A operação divide-se em quatro fases que demandam defesa antiaérea afim de promover a proteção dos meios da Bda Inf Pqdt, quer seja no momento de preparação, no movimento aéreo, nas ações táticas iniciais e nas ações táticas subsequentes. Por se tratar de uma GU que utiliza aeronaves para o transporte, é essencial a conquista da superioridade aérea, ao menos local, para a segurança das operações durante o embarque da tropa, equipamentos e suprimentos. Para tanto tomaremos como base o manual EB-MC-10.235 Defesa Antiaérea nas Operações:

1. **Fase da preparação:** As tropas, os equipamentos e suprimentos são reunidos nas áreas de estacionamento e nas proximidades do ponto de embarque, tornando-se alvos vulneráveis aos vetores aéreos hostis. O inimigo poderá interditar os aeródromos de partida e dificultar o carregamento e embarque.
2. **Fase do movimento aéreo:** Caberá a Força Aérea prover segurança à operação, realizando a missão de escolta.
3. **Fase das ações táticas iniciais:** Lançado com o escalão precursor, será necessário prover de imediato, a DA Ae da zona de lançamento e de aterragem antes do lançamento do escalão de assalto. Concluído o assalto ou a incursão, precisam de DA Ae, especialmente para as operações de assalto aeroterrestre: zona de lançamento, zona de reunião, regiões de passagens, artilharia de campanha, instalações de comando e controle, a reserva e as tropas que se deslocam e conquistam os objetivos.
4. **Fase das ações táticas subsequentes:** Novas necessidades surgem em função das características das operações (de junção ou de retraimento) e das possibilidades e da atuação do inimigo aéreo. (2017, p. 9-3).

Dentre as quatro fases que demandam defesa antiaérea, cabe destaque a “fase das ações táticas iniciais” em que os elementos da AAAe, dotados de mísseis portáteis, devem ser lançados juntamente com o escalão precursor para que possam realizar DA Ae durante o assalto aeroterrestre.

Findo o assalto aeroterrestre cabe à 21ª Bia AAAe Pqdt as tarefas de DA Ae das zonas de reunião, regiões de passagens, artilharia de campanha, postos de comando, reserva e outros objetivos.

O desdobramento dos sensores de vigilância é realizado durante o assalto e normalmente não há manobra dos sensores. O volume de responsabilidade é classificado como sobrevoo restrito e estado de ação de fogo restrito, além disso, são estabelecidos corredores de segurança para a segurança das aeronaves em apoio a missão.

Conclui-se que as medidas de coordenação e controle dos fogos exigem equipamentos adequados e pessoal extremamente treinado, pois um erro pode comprometer toda uma operação de grande vulto. Sabiamente o Exército introduziu uma OM especializada em DA Ae responsável por cumprir a principal missão da AAAe que é a de negar o uso do espaço aéreo pelo oponente e dar liberdade de manobra as tropas terrestres.

7. CONCLUSÃO

As ameaças aéreas evoluíram vertiginosamente em tão pouco tempo. Aeronaves velozes e furtivas, mísseis balísticos intercontinentais, mísseis de cruzeiro, satélites artificiais, foguetes, bombas inteligentes e SARP, tudo isso, conjugado ao largo emprego da guerra eletrônica demanda da defesa antiaérea constantes atualizações face às ameaças.

Percebe-se nos conflitos recentes a busca pela superioridade aérea como o primeiro passo a ser alcançado. Com armamentos inteligentes, as aeronaves aumentam o nível de eficácia do ataque e diminuem o risco de serem abatidas.

Tanto no combate convencional quanto em operações de não guerra a AAAe mostra-se necessária, com a finalidade de proteger infraestruturas críticas, pontos sensíveis, usinas e eventos de grande envergadura.

A utilização do radar como equipamento de guerra tem seu emprego consagrado na 2ª Guerra Mundial com duas vertentes de desenvolvimento: uma na detecção de aeronaves e outra no controle e direção dos tiros das armas.

Em 1995, o Brasil adquiriu o míssil antiaéreo portátil IGLA 9K38 de origem russa, flexível e de extrema mobilidade, ideal para as tropas estratégicas de Ação Rápida. Naquele momento, acreditava-se que o próprio elemento de manobra poderia realizar a autodefesa antiaérea. Porém, logo se viu a complexidade do espaço aéreo e a necessidade de coordenação e integração aos meios disponibilizados pela FAB. Como consequência, tais armamentos passaram a fazer parte da AAAe. No entanto, os mísseis continuaram a não dispor de sistema de controle e alerta, o que comprometia o tempo de reação da guarnição.

Foi então que em 2006 o Brasil decidiu investir em pesquisa e desenvolvimento do projeto radar SABER M60 de tecnologia nacional, com intuito de reduzir gastos com aquisição de radares estrangeiros, além do fortalecimento da indústria nacional de defesa. Consiste em um radar de elevada mobilidade, de fácil transporte e modular; indicado para operações no continente sul-americano, defesa externa, GLO e em operações de paz. Por se tratar de um radar de busca, é usado tanto como radar de vigilância quanto de tiro, seu raio de 60 km fornece o alerta antecipado e ao mesmo tempo integrar-se ao sistema de armas, ideal para ampliar a

capacidade de utilização do míssil IGLA, que até então dependia dos P Vig para localização dos alvos.

Por fim, tem-se a Bda Inf Pqdt que atua como força de ação rápida estratégica do Exército, com atuação abrangente no território nacional em até 24 horas. Para garantir sua proteção antiaérea e assegurar o cumprimento de sua missão, a Brigada dispõe da 21ª Bia AAe Pqdt, uma OM vocacionada para a DA Ae que permite a liberdade de manobra aos elementos de emprego, dotada de meios compatíveis (míssil IGLA e radar SABER M60). Tanto o míssil quanto o radar são de fácil transporte, podendo acessar qualquer terreno. O radar de busca associado ao míssil IGLA promove a detecção de aeronaves o mais distante possível. Outro aspecto inovador é o IFF que classifica as aeronaves de acordo com o banco de dados fornecido, evitando o erro humano dos P Vig e um possível engajamento de aeronave amiga.

Conclui-se diante do estudo apresentado, que o radar SABER M60 atende ao fundamento da flexibilidade e integra-se perfeitamente ao míssil portátil IGLA. Como consequência, a Brigada de Infantaria Paraquedista tem maior capacidade de proteção contra vetores aeroespaciais, dando ao seu comandante liberdade de manobra.

8. REFERÊNCIAS

AIRPOWER JOURNAL. Rio de Janeiro: Edição Brasileira, 2º trimestre 1999.

BRASIL. Ministério da Defesa. **EB60-N-23.018 Princípios Básicos de Radar**. Edição 2014.

_____. Ministério da Defesa. **EB60-MT-23.401 Manual Técnico Operação do Radar Saber M60**. 1ª Edição, 2016.

_____. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.231 Manual de Campanha Defesa Antiaérea**. 1ª Edição, 2017.

_____. Ministério da Defesa. **EB70-MC-10.235 Manual de Campanha Defesa Antiaérea nas Operações**. 1ª Edição, 2017.

GARCIA, Nelson Felipe Augusto. **O emprego do radar saber M60 nas baterias de artilharia antiaérea**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea no programa de pós-graduação *latu sensu* como requisito parcial para a obtenção do certificado em Ciências Militares com ênfase na especialização em Artilharia Antiaérea, em 2010.

HOGG, Ian V. **Canhões: 1939 – 45 a arma poderosa**. Rio de Janeiro: Editora Renes Ltda, 1975.

INFORMATIVO ANTIAÉREO. Rio de Janeiro: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea e 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea, 01/2011.

_____. Rio de Janeiro: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea e 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea, 08/2013.

_____. Rio de Janeiro: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea e 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea, 11/2018.

INFORMATIVO DO DEPARTAMENTO E CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. Rio de Janeiro, outubro 2011.

JENKINS, Ryan. **World War 2: air battles: the famous air combats that defined WWII**. EUA: Success Publishing, 2014.

LACERDA, Paulo Henrique Barbosa; SAVIAN, Elonir José. Manual escolar de História Militar Geral. 3ª Ed. Resende: AMAN, 2011.

MENEZES, Raphael. **Histórico**. Disponível em: <
<http://www.bdainfpqdt.eb.mil.br/historico.html> > Acesso: 05/08/2019.

MORTON, Louis. **As grandes decisões estratégicas**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército - Editora, 1977.

VINHOLES, Thiago. **A corrida pelo primeiro caça com motor a jato**. Disponível em: <https://airway.uol.com.br/corrida-pelo-primeiro-caca-jato/> > Acesso: 8 junho 2019.

_____. **Aviões da FAB: BEM E-99, os olhos do Brasil no céu**. Disponível em: <
<https://airway.uol.com.br/avioes-da-fab-emb-e-99-os-olhos-do-brasil-no-ceu/> >
 Acesso: 30 maio 2019.

_____. **Quando o avião virou arma**. Disponível em: <
<https://airway.uol.com.br/quando-o-aviao-virou-arma/> > Acesso: 20 maio 2019.

REVISTA DO EXÉRCITO BRASILEIRO. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, Volume 140 – 3º quadrimestre 2003.

_____. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, Volume 146 – 2º quadrimestre 2009.

_____. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, Volume 146 – 3º quadrimestre 2009.

_____. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, Volume 147 – 3º quadrimestre 2011.

RUSSIAN DEFENCE EXPORT. Russia: IGLA-S Sistema Portátil de Mísseis antiaéreos, 2015.

SHOO, Elizabeth. **What is an intercontinental ballistic missile?** Disponível em: < <https://www.dw.com/en/what-is-an-intercontinental-ballistic-missile/a-39534486-0> > Acesso: 10/05/2019

TOFFOLI, Leopoldo. **Bomba atômica.** Disponível em: <<https://www.infoescola.com/fisica/bomba-atomica/>> Acesso: 22 junho 2019.

WIKIPÉDIA. **MIRV.** Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/MIRV> >. Acesso em 20 de maio de 2019.

WURTS, Eric Julius. **A identificação amigo-inimigo nativa do Brasil: perguntas e respostas.** Disponível em < <http://www.scielo.br/pdf/jatm/v2n3/2175-9146-jatm-02-03-0371.pdf> > Acesso: 02/05/2019.