



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP ART RODRIGO DOS SANTOS PEZZI

**AS POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO EMPREGO DO RADAR SABER
M60 NO COMBATE A AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS EM
GRANDES EVENTOS**

**Rio de Janeiro
2020**



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

CAP ART RODRIGO DOS SANTOS PEZZI

**AS POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO EMPREGO DO RADAR SABER
M60 NO COMBATE A AERONÁVES REMOTAMENTE PILOTADAS EM
GRANDES EVENTOS**

Trabalho acadêmico apresentado à
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais,
como requisito para a especialização
em Ciências Militares com ênfase em
Gestão Operacional.

**Rio de Janeiro
2020**



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

DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **Cap Art RODRIGO DOS SANTOS PEZZI**

Título: **AS POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO EMPREGO DO RADAR SABER M60 NO COMBATE A AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS EM GRANDES EVENTOS.**

Trabalho Acadêmico, apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito parcial para a obtenção da especialização em Ciências Militares, com ênfase em Gestão Operacional, pós-graduação universitária lato sensu.

APROVADO EM _____ / _____ / _____ CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída
RENATO MACEDO BIONE DA SILVA - Maj Cmt Curso e Presidente da Comissão	
DILSON AMADEM NEVES MARTINS - Cap 1º Membro	
RODRIGO SOUZA REIS BRAGA - Cap 2º Membro e Orientador	

RODRIGO DOS SANTOS PEZZI – Cap
Aluno

AS POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO EMPREGO DO RADAR SABER M60 NO COMBATE A AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS EM GRANDES EVENTOS

Rodrigo dos Santos Pezzi ¹
Rodrigo Souza Reis Braga ²

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar o emprego do radar SABER M60 na defesa antiaérea em grandes eventos internacionais, explorando suas principais possibilidades e limitações, considerando um vetor aéreo que represente uma nova modalidade de ameaça aérea: as aeronaves remotamente pilotadas. Para tanto, o autor discorre sobre as características de atividades terroristas no mundo, conceito de operações de não guerra, características das aeronaves remotamente pilotadas, Subsistema de Controle e Alerta e características do radar SABER M60. Dessa forma, busca-se contextualizar e ambientar o cenário onde ocorrem operações dessa natureza. Corroborando com as informações levantadas, foi realizado um questionário, o qual acrescentou informações importantes para o escopo do trabalho. Por fim, conclui-se que o radar SABER M60 é eficiente para realizar a vigilância do espaço aéreo de uma localidade onde esteja ocorrendo um grande evento internacional, no entanto possui limitações que o tornam ineficaz para detecção de aeronaves remotamente pilotadas, caso seja empregado sem nenhum outro meio auxiliar.

Palavras-chave: Radar. Aeronaves remotamente pilotadas. Grandes eventos. Operações de não guerra. Artilharia antiaérea.

ABSTRACT

This work aims to analyze the use of SABER M60 radar in anti-aircraft defense in major international events, exploring its main possibilities and limitations, considering an aerial vector that represents a new modality of aerial threat: remotely piloted aircraft. To this end, the author discusses the characteristics of terrorist activities in the world, the concept of non-war operations, the characteristics of remotely piloted aircraft, the Control and Alert Subsystem and the characteristics of the SABER M60 radar. Thus, it seeks to contextualize and set the scene where operations of this nature occur. Corroborating the information collected, a questionnaire was carried out, which added important information to the scope of the work. Finally, it is concluded that the SABER M60 radar is efficient to carry out the surveillance of the airspace of a location where a major international event is taking place, however it has limitations that make it ineffective for detecting remotely piloted aircraft, if used without no other auxiliary means.

Keywords: Radar. Remotely piloted aircraft. Big events. Non-war operations. Anti-aircraft Artillery.

¹ Capitão da Arma de Artilharia. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2010. Pós Graduado em Artilharia de Costa e Antiaérea pela Escola de Artilharia e Antiaérea (EsACosAAe) em 2016.

² Capitão da Arma de Artilharia. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2007. Pós Graduado em Ciências Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) em 2017.

1 INTRODUÇÃO

O emprego de vetores aéreos sempre foi fundamental para o sucesso nos conflitos do passado, comprovado há anos pela história. Tais vetores sofreram inúmeras atualizações e modernizações, porém uma delas destaca-se até os dias atuais como uma potente ameaça para os órgãos de defesa (OLIVEIRA, 2011).

Desde os tempos mais remotos, os comandantes buscam obter vantagem estratégica, buscando o máximo de informações sobre o dispositivo, o efetivo e a estratégia do inimigo (COSTA, 2007). Ao longo do século passado, as batalhas que em geral utilizavam aeronaves tripuladas, ganharam um novo vetor, caracterizado por ser uma plataforma aérea não tripulada, utilizada inicialmente com a finalidade de cumprir missões de reconhecimento aéreo, para posteriormente atuar realizando bombardeios, que se tornou um fator decisivo para o desenrolar das duas grandes guerras mundiais.

A utilização destas plataformas com o objetivo de atacar o inimigo foi observada pela primeira vez quando as tropas austríacas investiram contra a cidade italiana de Veneza, utilizando balões carregados com explosivos e espoletas tempo com o intuito de serem lançados sobre a cidade e, em seguida, explodirem suas cargas (NEVES, 2010).

Conhecidas atualmente como aeronaves remotamente pilotadas (ARP), essas novas ameaças assimétricas dominam o cenário mundial, sendo um elemento capaz de reduzir a quantidade de baixas em combate para quem os opera, devida à sua alta capacidade letal sem a necessidade do material humano presente em uma aeronave. No entanto, esse novo vetor também vem sendo empregado por organizações terroristas, o que se torna uma ameaça com grande potencial, já que muitos óbitos indesejáveis podem ocorrer, diante de um ataque exponencial.

Como consequência das modernizações dos vetores aéreos, o desenvolvimento da eletrônica e das comunicações trouxeram para defesa e controle desses vetores novos equipamentos, capazes de auxiliar na defesa aeroespacial. Neste segmento destaca-se a invenção do equipamento radar, que tornaram possíveis o alerta antecipado e o melhor emprego da defesa antiaérea (DA Ae).

Neste contexto, o Exército Brasileiro buscou aprofundar o estudo a respeito dos radares, desenvolvendo um sistema radar de baixa altura, em parceria com uma empresa nacional, buscando atender demandas necessárias

para a realização da defesa antiaérea em eventos de grande magnitude. Dessa forma, surgiu o radar SABER M60, destinado a integrar-se a um sistema de DA Ae de baixa altura, visando à proteção de infraestruturas críticas.

Considerando a importância do Brasil no cenário mundial, por ter sido o país sede de grandes eventos recentes, como a Rio +20 em 2012, Jornada Mundial da Juventude e Copa das Confederações em 2013, Copa do Mundo em 2014, Jogos Olímpicos e Paralímpicos em 2016, entre outros eventos internacionais, a ameaça de grupos terroristas deve ser levada em consideração, uma vez que esses grupos buscam visibilidade mundial de seus atos.

O radar SABER M60 já foi empregado em diversos eventos de grande magnitude, com o objetivo de aumentar a capacidade de detecção de ameaças aéreas. Porém, questiona-se ainda sobre a sua capacidade em detectar ameaças menores, como as aeronaves remotamente pilotadas. Sendo assim, o presente estudo pretende analisar as possibilidades e limitações do emprego do radar SABER M60 no combate a aeronaves remotamente pilotadas em grandes eventos, com a finalidade de ampliar os conhecimentos acerca do emprego do sistema de controle e alerta da artilharia antiaérea (AAAe) em operações de não guerra, especificamente durante grandes eventos de vulto internacional.

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes do Problema

Após o atentado terrorista ocorrido em 11 de setembro de 2001 nos EUA, o terrorismo ganhou grande destaque nas políticas de segurança dos países, tomando uma dimensão alarmante na história. O novo cenário apresentou ao mundo uma ameaça, na qual os sistemas de defesa aeroespacial não estavam preparados (OLIVEIRA, 2011).

Este atentado tinha o objetivo de atingir militarmente, politicamente e economicamente a maior potência mundial, buscando atingir alvos específicos, como o Pentágono, o World Trade Center e a Casa Branca. No entanto, ao executar tal ação, milhares de vidas inocentes foram perdidas, causando enorme impacto em todo o mundo.

Além da preocupação com os voos comerciais, novos tipos de ameaças assimétricas modernas vem ganhando espaço em um ambiente já bastante conturbado: as aeronaves remotamente pilotadas. Em 2019, uma estação petrolífera da Arábia Saudita foi atacada por drones, interrompendo seu funcionamento. E a modernização desses equipamentos estão proporcionando

ataques não somente a instalações, mas também a seres humanos específicos, como ocorreu em janeiro de 2020, com a execução do militar iraniano Qasem Soleimani, morto após um ataque de aeronaves remotamente pilotadas.

Baseando-se nestes acontecimentos recentes, nota-se um crescimento alarmante de ameaças aéreas, podendo ser entendidas como vetores aéreos inimigos, que visam atacar determinados alvos terrestres. Neste contexto, cabe salientar o crescimento de grupos terroristas, especialmente no que tange à utilização de meios aéreos que se caracterizam como ameaças assimétricas. Tais grupos estão cada vez mais inseridos em áreas urbanas e descaracterizados no meio da população civil, utilizando-se de adaptações das técnicas, táticas e procedimentos em uso pelos Exércitos.

Dessa forma, os terroristas não visam apenas o combate convencional e buscam atrair as atenções, provocando grandes efeitos colaterais na população e utilizando principalmente situações de grande vulto que causem grande impacto negativo para o mundo.

1.1.2 Formulação do Problema

O Brasil é considerado mundialmente como uma potência emergente e vem conquistando mais espaço no cenário político e econômico. Isto pode ser comprovado pelo grande número de grandes eventos internacionais que tiveram o Brasil como país sede.

Eventos de grande magnitude como esses exigem que o Estado proporcione um sistema de defesa aeroespacial eficiente, visando assegurar a soberania do espaço aéreo e contrapor-se às diversas ameaças aéreas existentes.

Um dos sistemas mais importantes na contribuição para uma adequada defesa aeroespacial é o sistema de artilharia antiaérea. E para que este sistema funcione adequadamente, existe a necessidade de um efetivo subsistema de controle e alerta, a fim de garantir a vigilância do espaço aéreo e o alerta antecipado de ameaças aéreas que venham a comprometer a integridade da população e do patrimônio.

Com o objetivo de alcançar tais demandas e exigências, o Exército Brasileiro vem evoluindo constantemente, buscando soluções que atendam aos requisitos operacionais necessários a diversos tipos de operações. Entre os anos de 2006 a 2010, o Exército Brasileiro desenvolveu, juntamente com a empresa nacional Bradar, um equipamento radar com uma tecnologia mais

moderna, sendo denominado radar SABER M60 (Sensor de Acompanhamento de Alvos Aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência).

Diante do exposto, pode-se problematizar a seguinte questão para pesquisa: O radar Saber M60 é adequado para a detecção de aeronaves remotamente pilotadas em operações de grandes eventos internacionais?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O presente estudo pretende analisar as possibilidades e limitações do emprego do radar Saber M60 na detecção de aeronaves remotamente pilotadas em grandes eventos.

1.2.2 Objetivos Específicos

A fim de viabilizar a consecução do objetivo geral de estudo, foram formulados objetivos específicos, de forma a encadear logicamente o raciocínio descritivo apresentado neste estudo.

- a. Caracterizar as atividades terroristas;
- b. Caracterizar as operações de não guerra;
- c. Caracterizar as aeronaves remotamente pilotadas;
- d. Apresentar a forma de emprego do Subsistema de Controle e Alerta em grandes eventos;
- e. Analisar as características técnicas do radar SABER M60, suas possibilidades e limitações; e
- f. Analisar o emprego da AAAe do EB durante os grandes eventos no Brasil.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

As Forças Armadas, além da defesa da pátria, de assegurar a integridade do território nacional e garantir a soberania da nação, tem a oportunidade de elevar a imagem do Brasil perante ao mundo durante a realização de eventos de grande vulto, o que pode trazer benefícios políticos e econômicos ao país.

É notório o crescimento de atentados terroristas pelo mundo. Assim, a modernização dos vetores aéreos faz com que as forças de segurança tenham que se especializar e se modernizar, a fim de contrapor-se às novas ameaças.

Buscando atender tais exigências, o Exército Brasileiro buscou modernizar sua DA Ae, em parceria com uma empresa nacional, desenvolvendo um equipamento radar com características específicas para atender as demandas necessárias a realização da defesa aeroespacial em grandes eventos.

Desde então, o radar SABER M60 vem sendo, recentemente, adaptado e empregado nas diversas regiões do Brasil, em diversos tipos de operações, sendo um elemento essencial no subsistema de controle e alerta da artilharia antiaérea.

Neste sentido, o presente estudo justifica-se por promover uma discussão embasada em um tema atual, que é a segurança em grandes eventos, abordando um material de suma importância para a AAe brasileira, visando sempre a manutenção da soberania do espaço aéreo brasileiro.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa do tipo aplicada, tendo como objetivo gerar conhecimentos para aplicação prática em processos relacionados ao emprego do radar SABER M60 em grandes eventos, valendo-se para tal do método indutivo, considerando assim o conhecimento baseado na experiência, de forma a viabilizar uma melhor compreensão e solução acerca do problema de pesquisa.

Trata-se de um estudo que, para sua consecução, terá por método a leitura exploratória e seletiva do material de pesquisa, assim 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.

A seleção das fontes de pesquisa será baseada em publicações de autores de reconhecida importância no meio acadêmico, artigos veiculados, sítios da internet, relatórios de simpósios e questionários para uma amostra com vivência profissional relevante sobre o assunto.

O delineamento de pesquisa contemplará as fases de levantamento e seleção da bibliografia, leitura analítica, coleta dos dados, crítica dos dados, argumentação e discussão dos resultados.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

A doutrina empregada nesta pesquisa se utiliza, principalmente, do Manual de Defesa Antiaérea, Manual de Campanha de Defesa Antiaérea nas Operações, Manual de Campanha de Operações em Ambientes Interagências, Manual de Fundamentos de Doutrina Militar Terrestre, manuais técnicos da AAAe, relatório do Simpósio “O Legado da Artilharia Antiaérea nos Grandes Eventos”, publicações estrangeiras em língua inglesa, trabalhos acadêmicos, outras publicações oficiais que constam nas referências bibliográficas deste trabalho. Os manuais de campanha elucidam as questões doutrinárias de emprego da AAAe e das Operações de não guerra. Outras publicações civis e militares, complementam as informações dos manuais de campanha, contribuindo para os conhecimentos apresentados na pesquisa.

2.1.1 A atividade terrorista

O terrorismo é a forma de ação que consiste no emprego da violência, física ou psicológica, por indivíduos ou grupos armados, apoiados ou não por Estados, com a intenção de coagir determinada população, governo ou autoridade a adotar determinado comportamento. Pode ser motivado por razões políticas, ideológicas, econômicas, religiosas ou psicossociais (BRASIL, 2017).

Baseando-se em dados históricos de atentados terroristas passados, percebe-se que as organizações terroristas planejam suas ações visando alcançar maior visibilidade na mídia. Assim, deve-se considerar eventos de grande magnitude como uma ocasião muito propícia a atrair as atenções dessas organizações terroristas.

No passado, as ameaças aéreas podiam ser associadas basicamente à aviação de combate, como aviões bombardeiros ou caças de combate. No entanto, nos dias atuais, a ameaça aérea se apresenta de inúmeras formas. Segundo o manual EB70-MC-10.231 (2017, p. 1-1):

1.2.2.1 O emprego da arma aérea possibilita ao oponente:

- a) o ataque a diversos alvos simultaneamente, empregando um número variável de aeronaves (Anv) e de outros engenhos aeroespaciais, como satélites, mísseis (Msl), aeronaves remotamente pilotadas (ARP) etc;
- b) a surpresa no ataque, exigindo um tempo de resposta extremamente curto;
- c) o emprego de várias táticas de ataque, usando armamento e munição diversificados, como: metralhadoras, canhões, foguetes, mísseis, bombas, dentre outros;

- d) a utilização de plataformas aeroespaciais como meio de inteligência e contrainteligência; e
- e) o emprego de variadas táticas e técnicas de guerra eletrônica (GE).

Diante disso, nota-se que o desenvolvimento acelerado das ameaças aéreas torna suas possibilidades muito mais abrangentes, principalmente quando se fala de ameaças assimétricas. Dentre elas, o cenário atual apresenta as aeronaves remotamente pilotadas, as quais suscitam debates que envolvem considerações relacionadas ao ramos operacional, técnico e industrial, bem como questões morais, éticas e legais que devem ser do conhecimento dos comandantes em todos os níveis (BRASIL, 2014).

Dessa forma, as aeronaves remotamente pilotadas podem ser consideradas vetores hostis com relevada importância, pois são o exemplo de uma evolução que permite, por parte daqueles que as utilizam, reduzir a quantidade de baixas em combate, pois não há necessidade do emprego do material humano na ação principal. No entanto, para quem se contrapõe a essa ameaça, enfrenta grandes dificuldades, principalmente no que tange a detecção e engajamento desses vetores aéreos, já que o seu pequeno porte diminuem a sua seção reta radar e seu tamanho dificulta o engajamento de determinados materiais de AAAe. Visando o combate desses vetores, novos materiais, táticas e doutrinas vem sendo estudadas para combater aquilo que é considerado por muitos como uma das mais difíceis ameaças a serem combatidas nos dias atuais.

2.1.2 Operações de não guerra

Na operação de não guerra, o poder militar é empregado de forma limitada, sem que se desenvolva um combate propriamente dito, pois não há exatamente duas forças constituídas em um conflito armado. (BRASIL, 2017)

Operações de não guerra são muito comuns na atualidade, obedecendo mais considerações políticas e possuindo regras de engajamento mais restritas. O insucesso de uma operação pode gerar muitas consequências negativas para uma nação. No entanto, uma operação bem sucedida pode demonstrar grande credibilidade perante à alianças amigas e transmitir a sensação de estabilidade do país no cenário mundial.

Dessa forma, este tipo de operação busca a dissuasão e a manutenção da paz, com o poder militar sendo empregado, normalmente, em ambiente interagências (BRASIL, 2017). Neste ambiente, são realizadas operações de

coordenação e controle, não envolvendo o combate propriamente dito, exceto em circunstâncias especiais. Uma dessas circunstâncias é a prevenção e combate ao terrorismo. Segundo o manual EB70-MC-10.223 (2017, p. 3-15):

A prevenção (antiterrorismo) constitui as ações para a proteção caracterizada pela presença ostensiva ou não, de caráter ativo ou passivo, com a principal finalidade de dissuadir possíveis ameaças. O combate (contraterrorismo) engloba as medidas ofensivas de caráter repressivo, a fim de dissuadir, antecipar, impedir ou limitar seus efeitos e responder às ações terroristas.

Os Grandes Eventos são aqueles originados por iniciativa do Poder público ou Organizações Não-Governamentais, caracterizados pela importância e pela diversidade de autoridades nacionais e internacionais participantes. Geralmente, promovem grande concentração de pessoas em ambientes diversos, com a promoção de eventos de grande repercussão nacional e internacional (BRASIL, 2013).

Segundo o Manual EB70-MC-10.223 (2017, p. 5-1), o emprego dos meios de AAAe neste tipo de operação possui como grande impulsor as ações terroristas com meios aeroespaciais não convencionais. Observa-se que a grande maioria dos eventos de grande magnitude apresentou uma demanda grande de defesa aeroespacial e conseqüentemente, de DA Ae.

2.1.3 Sistema de aeronaves remotamente pilotadas

Os conflitos atuais mostram que o desenvolvimento tecnológico tornou-se um grande aliado das grandes potências para conquista de seus objetivos. Neste contexto, o sistema de aeronaves remotamente pilotadas (SARP) surge como uma tecnologia capaz de executar diversas missões em benefício das tropas. Contudo, esta tecnologia também vem sendo utilizada por organizações criminosas, que por muitas vezes não avaliam as conseqüências que determinados materiais podem causar.

A aeronave remotamente pilotada (ARP) é um veículo aéreo em que o piloto não está a bordo, sendo controlada a distância a partir de uma estação remota de pilotagem para a execução de determinada atividade ou tarefa, ou podem executar perfis de voo de forma autônoma (BRASIL, 2020). São geralmente plataformas de baixo custo operacional, se comparadas a aeronaves tripuladas.

O SARP normalmente é subdividido em três subsistemas: veículo aéreo não tripulado (VANT), comando e controle, e lançamento e recuperação. O subsistema VANT é constituído pela plataforma aérea propriamente dita. O subsistema comando e controle pode ser composta por uma estação de controle terrestre, por uma unidade rastreadora automática ou por uma estação de controle portátil. Por fim, o subsistema lançamento e recuperação é responsável por lançar a ARP no ar e por recuperá-la, seja executando um pouso simples ou com a utilização de equipamentos adicionais, visando manter a integridade do material.

Atualmente, os SARP são capacitados a cumprir diversos tipos de missão, dentre as quais se destacam as missões de reconhecimento, inteligência, vigilância, busca de alvos, guerra eletrônica, comando e controle, designação de alvos e até mesmo bombardeio.

Além disso, os SARP apresentam algumas vantagens em relação a utilização de aeronaves tripuladas, como baixo peso e dimensão, economia de meios, volume pequeno para manuseio, capacidade de pouso em espaços exíguos e menor custo perante a aquisição de uma aeronave tripulada ou na formação do piloto. No entanto, a característica dos SARP que mais preocupa as tropas que realizam uma defesa aeroespacial é a pequena seção reta radar destes materiais.

Segundo a minuta do manual EB60-ME-23.018 – Princípios Básicos do radar (2014, p. 5-13), a seção reta radar ou “radar cross section” (RCS) é a capacidade de determinado alvo em refletir uma energia de volta ao radar. A RCS de um alvo pode variar de acordo com determinados fatores, como tamanho, aspecto, composição do material (pintura, revestimento e acabamento), e frequência de transmissão do radar. Assim, quanto maior a superfície de reflexão do alvo, maior será a quantidade de energia retransmitida.

Dessa forma, as pequenas dimensões de determinadas ARP, aliadas ao avanço de tecnologias que proporcionam a camuflagem das ARP às ondas eletromagnéticas, tornam estes materiais uma ameaça em potencial.

2.1.4 O Sistema de Artilharia Antiaérea

O funcionamento eficiente da AAAe depende incondicionalmente de uma busca do espaço aéreo, o mais distante possível, com o objetivo de fornecer um alerta antecipado para os órgãos de comando e controle. Isto proporcionará o

mais rápido processamento de dados e acionamento dos meios terrestres, permitindo o combate às ameaças aéreas em tempo hábil.

Contudo, existe a necessidade de que as informações transmitidas sejam obtidas de maneira precisa, para que os meios terrestres possam se preparar e atuar de maneira segura. Assim, uma variedade de radares foram criados para fornecer diferentes tipos de informações.

2.1.4.1 O Comando e Controle da AAAe

O Sistema de AAAe se divide em 4 Subsistemas: Subsistema de Armas, Subsistema de Apoio Logístico, Subsistema de Comunicações e Subsistema de Controle e Alerta. Tal estrutura sistêmica visa facilitar o Comando e Controle nas operações. Segundo o manual EB-70-10.235 (2017, p. 2-1):

O comando e controle (C2) é definido como o exercício da autoridade e da direção que um comandante tem sobre as forças sob o próprio comando, para o cumprimento da missão designada. Viabiliza a coordenação entre a emissão de ordens e diretrizes e a obtenção de informações sobre a evolução da situação e das ações desencadeadas.

O que se busca na estrutura de Comando e Controle para a DA Ae é apoiar o Comandante nas decisões, integrar os vários sistemas da estrutura de AAAe, receber e difundir o alerta antecipado, permitir o exercício do Comando e Controle de forma oportuna, atender às relações de tempo necessárias ao engajamento do inimigo aéreo e possibilitar rapidez, segurança e confiabilidade no recebimento, no processamento e na difusão de informações a despeito do inimigo (BRASIL, 2017).

O cumprimento dessas missões contribuirá para a manutenção da defesa aeroespacial, que possui como objetivos contribuir para dissuasão, preservar os meios militares, preservar as estruturas estratégicas nacionais e assegurar a sobrevivência nacional (BRASIL, 2017).

A defesa aeroespacial envolve o emprego extenso e variado de meios, que necessitam de coordenação para o funcionamento em harmonia. Para reunir todos esses meios, sem mudança de uma estrutura organizacional, foi criado o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA).

Para o Controle do Espaço Aéreo brasileiro, o SISDABRA compõe-se de um órgão central denominado Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE),

que poderá receber meios alocados pelas Forças Armadas ou outras forças. Este órgão orienta os órgãos e serviços através das Normas Operacionais do Sistema de Defesa Aeroespacial (BRASIL, 2017).

Essa estrutura de Defesa Aeroespacial no Território Nacional busca assegurar a soberania do Espaço Aéreo brasileiro. Segundo o Manual EB70-MC-10.231 (2017, p. 2-5):

2.3.3.1 O objetivo de manter a soberania do espaço aéreo brasileiro implica o uso do espaço aéreo com propósitos definidos, consistindo em exercer o direito e a capacidade de:

- a) conceder ou não autorização para qualquer sobrevoo do TN, segundo os interesses do país ou a presunção de prejuízos à segurança nacional;
- b) vigiar, fiscalizar e controlar toda penetração no espaço aéreo brasileiro e os sobrevoos do território nacional;
- c) interditar, parcial ou totalmente, o espaço aéreo brasileiro;
- d) coagir os infratores, a fim de sujeitá-los à aplicação de sanções legais; e
- e) neutralizar ou destruir vetores aeroespaciais que constituam ameaça à segurança nacional.

A realização da Defesa Aeroespacial é subdividida em dois meios: aéreos e antiaéreos. Dessa forma, a defesa aérea é realizada pelos meios da Força Aérea Brasileira (FAB) e da Marinha do Brasil (MB), e a defesa antiaérea é realizada pelos órgãos que são alocados ao SISDABRA.

2.1.4.2 O Subsistema de Controle e Alerta da AAAe

A missão do subsistema de controle e alerta é de realizar a vigilância do espaço aéreo sob a responsabilidade de determinado escalão de AAAe, receber e difundir o alerta da aproximação de incursões e acionar, controlar e coordenar a AAAe subordinada, a qual é constituída por três elementos: Os Centros de Operações Antiaéreas (COAAe), os Sensores de Vigilância e pelos Postos de Vigilância (P Vig) (BRASIL, 2017).

Dessa forma, a estrutura do sistema do subsistema de controle e alerta deve ser muito bem elaborada, de forma a distribuir os sensores, P Vig e COAAe de maneira correta.

Os sensores de vigilância são desdobrados de maneira que possam maximizar a área de cobertura em sua área de DA Ae. Esta maximização é

possível através da confecção de um analisador de cobertura radar (ACR). Possuem a finalidade de vigiar constantemente o espaço aéreo, garantindo o fornecimento do alerta antecipado aos órgãos de DA Ae (BRASIL, 2017). Detectado um vetor hostil, as informações necessárias são passadas ao COAAe.

O COAAe é o centro de controle da AAAe e tem por finalidade propiciar ao Comandante de cada escalão que o estabelece condições de acompanhar continuamente a evolução da situação aérea e de controlar e coordenar as DA Ae desdobradas (BRASIL, 2017, p. 2-5). É um órgão essencial para a manutenção do comando e controle, já que realiza as ligações necessárias para o cumprimento da missão da AAAe.

O Posto de Vigilância tem por finalidade complementar a vigilância das áreas que não são detectadas pelos sensores eletrônicos. Normalmente são posicionados a fim de complementar a detecção onde os radares apresentam deficiência ou de controlar acidentes capitais e pontos de decisão de extrema importância para o sucesso das operações antiaéreas (BRASIL, 2017). A confecção de um diagrama de cobertura proporciona a visualização de onde encontram-se as zonas de sombra, que são as áreas onde o radar não consegue cobrir. Isto auxiliará na disposição dos P Vig, de maneira a complementar a detecção dos radares. Dessa forma, caso os radares não possam detectar uma ameaça aérea devido a uma deficiência de cobertura, os P Vig ligam-se ao COAAe e alertam sobre a aproximação do inimigo em seu setor de observação.

2.1.5 Radar SABER M60: dados técnicos do material, conceitos básicos operacionais, possibilidades e limitações.

O radar SABER M60 destina-se a integrar um sistema de DA Ae de baixa altura visando a proteção de infraestruturas sensíveis. É capaz de integrar-se a sistemas de armas baseados em canhões e mísseis antiaéreos, bem como diferenciar aeronaves amigas ou inimigas (BRASIL, 2016).

Suas principais características são o peso reduzido, alta mobilidade e transportabilidade, logística simplificada, baixa probabilidade de interceptação, atualização simplificada e capacidade de classificação de alvos (BRASIL, 2016).

O Quadro 2 a seguir apresenta um resumo de alguns dados técnicos do material, conforme o Manual EB60-MT-23.401 (2016, p. 1-2):

Designação	Sensor de Acompanhamento d 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
Alimentação	
Alimentação da Rede Comercial	110 a 230 V – CA / 50 a 60 Hz
Gerador Externo	Toyama T4000CX com modificações feitas pela ORBISAT
Radar	
Alcance Útil	60 km (alvo de 20 m ²)
Alcance Mínimo	1750 m
Direção	6400°
Teto Máximo Aproximado	5000 m
Transmissor	
Tipo	Estado sólido - Pulso Doppler Coerente
Faixa de Frequência	Banda L
Nr de Canais de Frequência	40 canais
Banda	80 MHz
Receptor	
Tipo	Super-heterodino
Canais	02 Canais
Antena	
Tipo	Guia de Ondas com Fendas
Peso	64,25 kg
Largura	3,1 m
Processamento de Sinais	
<i>Moving Target Indicator (MTI)</i>	Digital
Intervalo de Detecção	1750 m e 60 km
Informações dos Alvos	3D (azimute, elevação e distância)
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 para Asa Fixa 36 km/h para Asa Rotativa
IFF	
Modos	1, 2, 3A e C
Alcance Máximo	82 km

QUADRO 1 – Quadro de características do radar SABER M60.

Fonte: Adaptação do Manual EB60-MT-23.401 (BRASIL, 2016, p. 1-2)

Além das características técnicas do radar SABER M60 apresentadas, outras possibilidades e limitações devem ser levadas em consideração após a utilização do material em diversas ocasiões.

Desde a sua criação, o radar SABER M60 tem sido testado em operações com o objetivo de avaliar o desempenho do material e habilitar a guarnição. Nessas oportunidades, o equipamento apresentou resultados satisfatórios, onde algumas possibilidades puderam ser confirmadas. Dentre essas possibilidades, podem ser elencadas as seguintes:

a. Indicadores visuais capazes de apresentarem as informações de maneira sintética, precisa e simplificada, facilitando a leitura de dados do alvo por parte do operador (OLIVEIRA, 2011);

b. Manter centros de controle de defesa antiaérea com as informações atualizadas de vetores, amigos e hostis, posicionados e correlacionados às medidas de coordenação e controle do espaço aéreo (OLIVEIRA, 2011);

c. Capacidade de transmitir dados de ameaça, em tempo real, para centros de controle, via rádio ou cabo (OLIVEIRA, 2011);

d. Detecção de alvos em todas as direções (6400°) (PORTO, 2018);

e. Alta mobilidade (PORTO, 2018), podendo o material ser dividido em módulos, acondicionado em caixas projetadas para facilitar o transporte, seja terrestre, marítimo, aéreo ou helitransportado; e

f. O fato do radar ser tridimensional, as zonas de sombra diminuirão à medida que a distância do radar ao obstáculo aumentar. Assim, pode superar imposições e limitações apresentadas por localidades edificadas nos centros urbanos (OLIVEIRA, 2011).

A principal limitação do radar SABER M60 se dá na detecção de aeronaves com baixa RCS. Isto pôde ser observado quando o radar SABER M60 foi empregado experimentalmente em operações de apoio ao Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON), em 2015. Nesta ocasião, conforme o Informativo Antiaéreo da 1ª Bda AAAe e da EsACosAAe (2018, p. 100), foi constatado o seguinte:

[...] o Radar SABER M60 apresentou uma limitação técnica crucial após ter sido testado com diversos SARP disponíveis nas Forças Armadas e demais órgãos governamentais: a não-detecção dos SARP devido à baixa Seção Reta Radar dos mesmos (quantidade de energia eletromagnética refletida em função da área reflexiva do vetor).

2.1.6 A AAAe do EB em grandes eventos no Brasil

Nos últimos anos, o Brasil foi palco de diversos eventos de grande magnitude, onde destacaram-se a Copa do Mundo em 2014 e os Jogos

Olímpicos e Paralímpicos (JOP) em 2016. Baseado nestes eventos, principalmente nos JOP 2016, foram realizadas reuniões, com a intenção de abordar os ensinamentos colhidos sobre o emprego da AAAe em grandes eventos, a fim de servirem como subsídios para um futuro emprego em novas operações.

Uma das principais reuniões foi o Simpósio “O Legado da Artilharia Antiaérea nos Grandes Eventos”, realizado na Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe) no ano de 2017. Tal evento foi realizado com os objetivos de promover o debate sobre os meios de DA Ae empregados nos grandes eventos, debater sobre implicações jurídicas, embasar atualizações doutrinárias do EB no emprego dos Produtos de Defesa (PRODE) em operações de não guerra e obter subsídios para atualização de manuais e publicações sobre o tema.

Percebe-se que nos JOP 2016, uma série de fatores foram fundamentais para o sucesso da operação. Entre eles, podem ser citados a atuação integrada da AAAe com os meios de coordenação e controle do espaço aéreo do Comando de Operações Aeroespaciais (COMAE), atuação do Subsistema de Controle e Alerta, o emprego da AAAe contra ameaças assimétricas, o acesso de SARP ao espaço aéreo brasileiro e o emprego de equipamento interferidor de radiofrequência em ações contra drones.

Com relação às medidas de coordenação e controle, a concepção da D Aepc dos JOP 2016 baseou-se no estabelecimento de áreas de exclusão. A Área Reservada, Restrita e Proibida garantiram a defesa do espaço aéreo e um fluxo de tráfego seguro e ordenado (PIRES, 2017). Os vetores aéreos que adentrassem sem autorização nas áreas de exclusão estariam sujeitos às medidas de policiamento do espaço aéreo. Tais áreas tinham horários pré-estabelecidos de ativação e regras de circulação em cada uma delas.

A conjuntura conturbada no cenário internacional à época dos JOP, em função das ameaças terroristas traziam um grande desafio no que tange ao combate de ameaças assimétricas por parte da AAAe. Dentre as ameaças citadas no Simpósio “O Legado da Artilharia Antiaérea nos Grandes Eventos” (PIRES, 2017), estão balões, dirigíveis, ultraleves e principalmente Drones, que deve ter atenção especial, pois além de ser comercializada no mercado, possui peculiaridades como baixa altitude de voo, furtividade aos radares e aos sistemas de mísseis antiaéreos. Para contrapor-se a esta ameaça, foram utilizados bloqueadores de radiofrequência, como o equipamento SCE 100, da

empresa paulistana IACIT, e também foram dispostos P Vig exclusivos para identificação de Drones. Apesar da flexibilidade do emprego de P Vig, notou-se a necessidade de aquisição de optrônicos multifuncionais para o melhor aproveitamento destes elementos.

O bloqueador de frequência SCE 100 atua basicamente utilizando sinais mais potentes que o do controle remoto do operador da ARP, além da possibilidade de suas antenas realizarem cobertura direcional e omnidirecional. (PIRES 2017). Cabe ressaltar que o feixe emitido pela antena direcional contribui para que não haja dano colateral em ambiente urbano, o que é normalmente uma demanda muito importante em grandes eventos. Segundo o Relatório do Simpósio “O Legado da Artilharia Antiaérea nos Grandes Eventos” (PIRES, 2017), uma solução encontrada pela empresa IACIT para bloquear possíveis ameaças de Drones foi o desenvolvimento do bloqueador de frequência SCE 100-D, sendo um equipamento robusto, portátil, passível de acionamento remoto ou manual, com flexibilidade de operação e permite a utilização de um conjunto de antenas com diferentes setores de cobertura. Além disso, o sistema desenvolvido também pode oferecer outras possibilidades, como sensor acústico, câmera de monitoração, sensor radar, sensor de rádio frequência e sistema de comando e controle, que permite integração dos sensores.

Em relação a utilização de SARP no espaço aéreo brasileiro, devem ser obedecidas as normas estabelecidas pelas Instruções do Comando da Aeronáutica (ICA), que regulam a circulação aérea geral e a circulação operacional militar. As operações com SARP no espaço aéreo brasileiro requerem registros na ANATEL, ANAC e DECEA, sob pena do indivíduo responder por seus atos com base na legislação brasileira, com as infrações variando desde multa até prisão e detenção (PIRES, 2017).

2.2 COLETA DE DADOS

2.2.1 Fontes de busca

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica, utilizando como fontes de busca manuais de ensino e de campanha, artigos científicos da Doutrina Militar Terrestre, Simpósios de artilharia antiaérea, publicações de caráter militar, livros e monografias da Biblioteca do Exército.

Para busca em bases de dados eletrônicos, foram utilizados os seguintes termos: artilharia antiaérea, radar SABER M60, grandes eventos no Brasil,

vetores aéreos assimétricos, aeronaves remotamente pilotadas, SARP, VANT, terrorismo e atentados terroristas.

2.2.2 Entrevistas

Com a finalidade de ampliar o conhecimento teórico e identificar experiências relevantes, foram realizadas entrevistas exploratórias com os seguintes especialistas, em ordem cronológica de execução:

Nome	Justificativa
KLAUS SANTIAGO KÜSTER – Cap EB	- Oficial Radar na Operação Rio +20 em 2012. - Oficial de Controle na Copa do Mundo de 2014.
RICARDO CAMPELLO DE ALCÂNTARA – Cap EB	- Oficial Radar nos JOP 2016
RODRIGO FALCI RODRIGUES – Cap EB	- Oficial Radar nos JOP 2016

QUADRO 2 – Quadro de Especialistas entrevistados

Fonte: O autor

2.2.3 Questionário

As opiniões e experiências de militares especialistas é um fator de grande relevância para mitigar as deficiências doutrinárias. A amplitude do universo foi estimada a partir do efetivo de militares possuidores do Curso ou Estágio de Artilharia Antiaérea para Oficiais ou Sargentos, que participaram de Operações de Grandes Eventos, devido à sua formação mais completa e com a especialização necessária para participar de uma operação envolvendo DA Ae.

Dessa forma, utilizando os dados obtidos em relatórios de operações e em consultas à EsACosAAe e à 1ª Brigada de Artilharia Antiaérea, foram consultados 38 militares, entre oficiais e sargentos, com experiência e conhecimento em AAAe.

A amostra foi selecionada em diferentes Organizações Militares, de maneira a não haver interferência de respostas em massa ou influenciadas por episódios específicos. Não houve necessidade de invalidar nenhuma resposta por preenchimento incorreto ou incompleto.

Foi realizado um pré-teste com 5 capitães-alunos da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), que atendiam aos pré-requisitos para integrar a amostra proposta no estudo, com o objetivo de identificar possíveis falhas no instrumento de coleta de dados. Ao final do pré-teste, não foram observados erros que justificassem alterações no questionário e, portanto, seguiram-se os demais de forma idêntica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para consubstanciar o trabalho em questão, serão apresentados os resultados obtidos por meio da entrevista, questionário e revisão da literatura, com o propósito de atingir os objetivos da pesquisa e solucionar o problema do radar SABER M60 na detecção de aeronaves remotamente pilotadas.

3.1 RESULTADOS DA REVISÃO DE LITERATURA

Com a revisão de literatura, foi possível responder a objetivos específicos definidos nesta pesquisa, contribuindo para a consolidação dos resultados pretendidos com o objetivo geral do trabalho. No quadro a seguir, serão apresentados os resultados obtidos aos objetivos específicos propostos:

Objetivos Específicos	Resultados
Caracterizar as atividades terroristas	Item 2.1.1 (p. 6)
Caracterizar as operações de não guerra	Item 2.1.2 (p. 8)
Caracterizar as aeronaves remotamente pilotadas	Item 2.1.3 (p. 9)
Apresentar a forma de emprego do Subsistema de Controle e Alerta em grandes eventos	Item 2.1.4 (p. 10)
Analisar as características técnicas do radar Saber M60, suas possibilidades e limitações	Item 2.1.5 (p. 13)
Analisar o emprego da AAAe do EB durante os grandes eventos no Brasil	Item 2.1.6 (p. 15)

QUADRO 3: Respostas aos objetivos específicos conforme a revisão de literatura.

Fonte: O autor

3.2 RESULTADOS DOS INSTRUMENTOS DE PESQUISA

3.2.1 Resultados encontrados por meio de entrevistas

Por ocasião da entrevista com 3 militares que já exerceram a função de Oficial Radar em grandes eventos, foram obtidas respostas significativas, que contribuíram com o presente trabalho.

Na Operação Rio +20, o Cap Klaus Santiago Küster recebeu a zona de ação de Jacarepaguá, no Rio de Janeiro – RJ. Em relação ao emprego e distribuição do Sistema de Controle e Alerta, o Cap Klaus respondeu que nesta operação, o Subsistema de Controle e Alerta ficou prejudicado, pois houve uma imposição para o desdobramento de todos os órgãos na região do antigo Autódromo de Jacarepaguá (Rio de Janeiro – RJ), o que limitou a dispersão e a cobertura radar da operação.

Já na Copa do Mundo de 2014, o Cap Klaus disse que o ponto sensível defendido foi o estádio Arena Castelão, em Fortaleza - CE. O radar SABER M60 e o COAAe foram desdobrados na Base Aérea de Fortaleza e os P Vig em

prédios na cidade. Pelo fato da cidade não apresentar grandes obstáculos naturais, a cobertura radar foi plena.

O Cap Ricardo Campello de Alcântara ficou incumbido de realizar a cobertura radar do Maracanã, no Rio de Janeiro – RJ, nos JOP 2016. Nesta ocasião, conseguiu posicionar o radar SABER M60 no ponto mais alto do prédio da Petrobrás, próximo ao Maracanã, o COAAe no Colégio Militar do Rio de Janeiro e os P Vig desdobrados dentro e fora do Maracanã. Dessa forma, obteve uma detecção bastante avançada, com a visão de quase todas as aeronaves com RCS detectável e as medidas anti-saturação minimizavam a ocorrência de alvos falsos.

O Cap Rodrigo Falci Rodrigues recebeu a missão de realizar a cobertura radar na região de Copacabana, no Rio de Janeiro – RJ. O radar SABER M60 foi posicionado na parte mais alta do Forte do Leme, o COAAe ficou posicionado no Centro de Estudos de Pessoal (CEP), próximo às instalações do Centro de Operações, que se encontrava no interior do quartel. Quando ocorria alguma competição em Copacabana, Leme e arredores, eram mobiliados P Vig nesses bairros, com contato rádio diretamente com o COAAe. Dessa forma, conseguiu obter ampla cobertura radar e obtendo eficácia, ainda que não tenham ocorrido muitos incidentes na região.

Quando questionados sobre as principais possibilidades do radar SABER M60, todos os entrevistados enfatizaram a capacidade do material na detecção com alcance elevado e a grande capacidade de se conectar em tempo real com outras equipes que operavam simultaneamente, o que ampliava a consciência situacional do Centro de Operações. Os Cap Klaus e Alcântara enfatizaram ainda a capacidade do radar SABER M60 de se conectar ao COAAe via rádio e internet, com cabo e rede 4G. Outro aspecto positivo destacado pelo Cap Alcântara foi a instalação de uma quantidade considerável de repetidoras nas proximidades da zona de ação, o que melhorava a qualidade da internet, facilitando a ligação do radar ao COAAe.

Ao serem questionados sobre as principais dificuldades encontradas nas operações e limitações do material, todos foram unânimes em dizer que o radar SABER M60 possui dificuldades na detecção de aeronaves com baixa RCS, como por exemplo as aeronaves remotamente pilotadas. O Cap Klaus levantou ainda que existe uma dificuldade em afastar o radar do COAAe, caso não haja uma internet estável. Em sua opinião, a conexão via rádio e internet aumenta de maneira considerável a capacidade de desdobramento do Subsistema de

Controle e Alerta. Foi levantado ainda que a não utilização de “Palm Top” pelos P Vig e pelas Unidades de Tiro (U Tir) faziam com que os alertas fossem transmitidos somente via rádio, o que aumentava o tempo do ciclo decisório. Também foi levantado pelo Cap Falci que, apesar da alta mobilidade do material, podendo ser subdividido em módulos, houve dificuldade para carregar o material por espaços exíguos, com pouco pessoal empregado. Relatou ainda que o rádio Falcom III, utilizado na operação, tinha dificuldades para se conectar com o COAAe, mesmo estando bem próximo, o que atrasava as comunicações, e que os computadores do COAAe eram empregados quase que diuturnamente, o que sobrecarregava o material, que não possui um outro substituto. Outra dificuldade citada pelo Cap Alcântara foi a quantidade de interferências sofridas pelo material, devido à grande quantidade de construções e antenas em sua zona de ação, o que atrapalhava por vezes a detecção de possíveis alvos reais.

Como sugestões de oportunidades de melhoria para as limitações na detecção de ARP ou outras limitações, todos foram unânimes em dizer que o radar SABER M60 necessita de outros meios para detecção de aeronaves com RCS reduzida. Além disso, o Cap Alcântara disse que o interferidor "anti-drone" SCE 0100-D da empresa IACIT, obteve êxito quando foi empregado e auxiliou bastante o Subsistema de Controle e Alerta. O Cap Klaus sugeriu uma modernização do radar SABER M60 e o emprego de “smartphones” e “tablet” integrados ao sistema, o que agilizará o alerta antecipado para as U Tir. O Cap Falci afirmou que a missão depende muito de um bom desdobramento dos P Vig no local do grande evento. Em diversas ocasiões, foram observadas aeronaves remotamente pilotadas de pequeno porte pelos P Vig.

3.2.2 Resultados encontrados por meio de questionário

O questionário foi aplicado dentro da população de militares possuidores do Curso ou Estágio de Artilharia Antiaérea para Oficiais ou Sargentos, que participaram de Operações de Grandes Eventos, sendo estes especialistas indagados acerca de características, possibilidades e limitações do radar SABER M60; seu emprego em Operações de Segurança de Grandes Eventos e aeronaves remotamente pilotadas.

Ao serem perguntados se as aeronaves remotamente pilotadas são consideradas ameaças em potencial em grandes eventos, foi respondido unanimemente que **sim**.

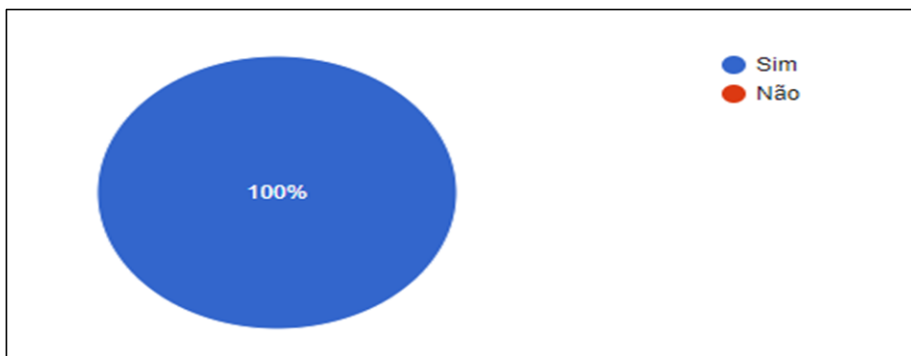


GRÁFICO 1: ARP consideradas ameaças em potencial em grandes eventos.
Fonte: O autor

Foi perguntado sobre as possibilidades mais importantes do radar SABER M60, e foram obtidas as seguintes respostas:

Possibilidade	Percentual
Capacidade de transmissão de dados de ameaças, em tempo real, para centros de controle	88,1%
Capacidade de acompanhamento de alvos simultaneamente	81%
Capacidade e interoperabilidade com sistemas de comando e controle do Exército Brasileiro e do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA)	64,3%
Capacidade de classificação de alvos (asa fixa ou rotativa) e de identificação amigo-inimigo, evitando fratricídio	61,9%
Elevado alcance de detecção (60 Km)	42,9%
Baixo peso, elevada mobilidade e transportabilidade	38,1%
Informações tridimensionais sobre os alvos	35,7%
Baixa probabilidade de interceptação	26,2%
Logística simplificada	26,2%
Fácil reconfiguração e atualização	19%
Facilidade de manutenção em todos os escalões	14,3%
Não possui conhecimento sobre as características do Radar	2,4%

QUADRO 4: Possibilidades mais importantes do radar SABER M60.
Fonte: O autor

Ao ser perguntado se o radar SABER M60 é eficaz na detecção de aeronaves remotamente pilotadas, a maioria respondeu que não.

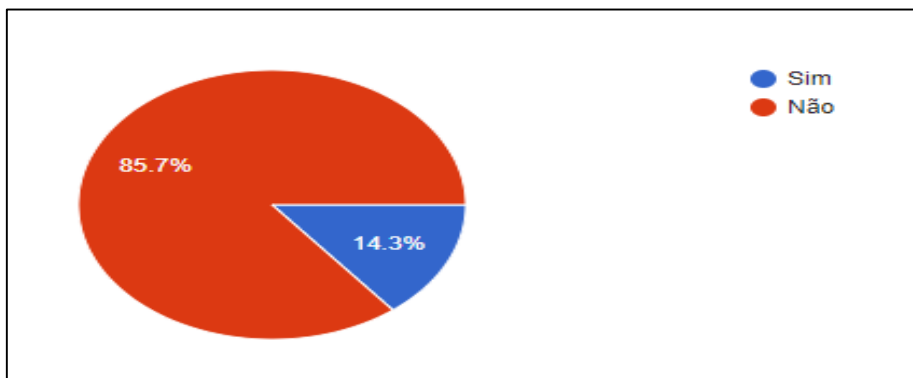


GRÁFICO 2: Eficácia do Radar SABER M60 na detecção de ARP.

Fonte: O autor

Após isto, foi pedido para que o entrevistado justificasse sua resposta. As principais respostas foram relacionadas à baixa RCS das aeronaves remotamente pilotadas, conforme o quadro abaixo:

<i>“Baixa RCS por parte dos SARP, o que torna o radar ineficaz contra esses tipos de ameaças”</i>	<i>“A seção reta radar de uma ARP não possibilita a detecção precisa por parte do Radar SABER M 60”</i>
<i>“Devido a estas aeronaves possuírem, em sua grande maioria, BAIXO RADAR CROSS SECTION (RCS), o que dificulta, não só ao Radar SABER M60, mas a qualquer radar que não tenha tamanha capacidade de dissociação de alvos”</i>	<i>“O Radar SABER M60, nominalmente, tem capacidade de detectar um alvo de RCS de 20m² a 60 km. Dessa forma, a detecção de ARP de categorias 0 e 1 não podem ser detectados pelo radar”</i>

QUADRO 5: Eficácia do Radar SABER M60 na detecção de ARP.

Fonte: O autor

Foi perguntado quais as principais limitações do radar SABER M60 em grandes eventos. As respostas mais significativas foram relacionadas ao alcance de detecção reduzido do radar SABER M60, dificuldade de detecção de aeronaves com baixa RCS em baixa altitude e quantidade de zonas de sombra em áreas edificadas.

<i>“Dificuldade do radar na detecção quando próximo do alcance útil de 60 km e o Radar apresenta interferência em dias de chuva”</i>	<i>“Pouca sensibilidade no Radar primário”</i>
<i>“Difícil detecção de ARP muito pequenos. Distância máxima de detecção relativamente baixa”</i>	<i>“Grande quantidade de zonas de sombra e pequena seção reta radar”</i>

<i>“Devido à grande quantidade de equipamentos eletrônicos na área do Evento (mídia, equipamentos urbanos e espectadores) a detecção torna-se prejudicada”</i>	<i>“O problema do sítio mínimo. Quando o radar saber é colocado no topo de um prédio, ele só consegue olhar para baixo até determinado ângulo. E geralmente, são nesses espaços que os drones circulam”</i>
<i>“Elevado número de zonas de sombras e de interferência eletromagnética, devido aos inúmeros prédios e equipamentos eletrônicos operantes neste ambiente operacional”</i>	<i>“Dificuldade de detecção de alvos com pequena RCS e pouca eficácia de detecção da antena primária”</i>

QUADRO 6: Limitações do Radar SABER M60 em grandes eventos.

Fonte: O autor

Foi perguntado quais soluções seriam eficazes para suprir as deficiências do radar SABER M60. Dentre as principais respostas, as que mais se destacaram foram as relacionadas à distribuição de P Vig, a utilização de outro equipamento radar e a associação do radar SABER M60 a um sistema de detecção anti-drone, como por exemplo o SCE 0100–D (IACIT).

<i>“Utilizar Posto de Vigilância”</i>	<i>“Utilização radar SABER M200”</i>
<i>“P Vig nas zonas de sombra e a aquisição de um radar de vigilância mais preciso para vetores com seção reta radar pequeno”</i>	<i>“Utilização de interferidor anti-drone”</i>
<i>“Utilização de mais equipamentos, de modo a reduzir as chances de haver áreas de sombra, bem como a utilização de frequências específicas para a detecção dos ARP”</i>	<i>“O radar SABER poderia ser associado a um outro sistema de detecção, como os sistemas de contramedidas eletrônicas (SCE-0100D), além do posicionamento de P Vig no entorno do P Sen”</i>
<i>“Complementar com PVig e radares como o SENTIR”</i>	<i>“Aquisição de uma família de sensores próprias para a detecção de ARP, para integrá-las ao SCE 0100 IACIT”</i>

QUADRO 7: Soluções para deficiências do Radar SABER M60 em grandes eventos.

Fonte: O autor

Por fim, foi perguntado se há necessidade de aquisição de um radar específico para o combate à ARP e foi obtido a seguinte resposta:

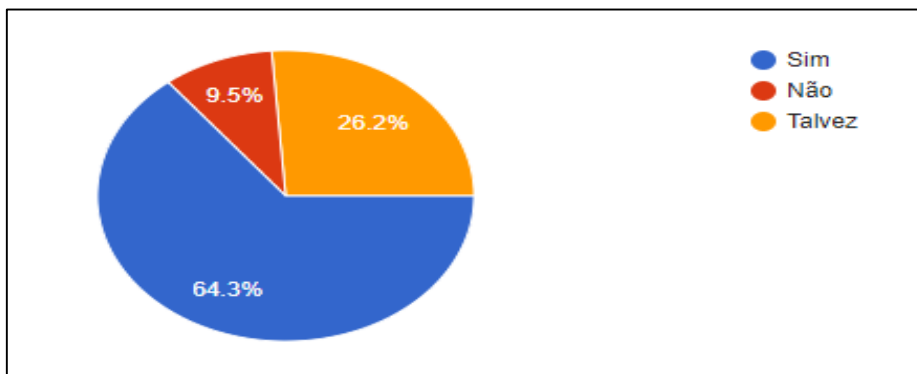


GRÁFICO 3: Necessidade de aquisição de um novo radar.

Fonte: O autor

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise das questões de estudo e objetivos propostos no início deste trabalho, conclui-se que a realização de grandes eventos internacionais no país é uma realidade constante. Aliado a estes eventos, cresce cada vez mais a preocupação com as organizações terroristas, que se utilizam da surpresa para causar atos que tenham grande repercussão na mídia. Tais ações podem empregar pessoal com armamentos em transportes públicos, ataques à órgãos públicos ou privados com grande importância para a nação ou podem utilizar vetores aéreos, geralmente de origem civil, contra instalações ou pessoal.

No entanto, a presença de ameaças modernas, como as aeronaves remotamente pilotadas, exigem uma adaptação de material e pessoal para se contrapor às ameaças iminentes. Tais aeronaves são consideradas ameaças em potencial, que podem causar grandes prejuízos para uma nação. Observa-se que o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro possui capacidade para fazer frente às novas ameaças, aliando a defesa aérea e a defesa antiaérea.

A revisão de literatura, juntamente com as entrevistas e questionário realizado, possibilitaram analisar, de uma maneira geral, a inserção do radar SABER M60 no contexto de uma DA Ae em grandes eventos. Dessa forma, foi possível analisar o Subsistema de Controle e Alerta e as características do radar Saber M60, bem como suas possibilidades e limitações.

Nota-se que para um bom desempenho do radar SABER M60, deve haver um bom trabalho de desdobramento dos órgãos do Subsistema de Controle e Alerta, caso contrário, haverá limitação na dispersão e cobertura radar. Outra necessidade observada é que se tenha uma internet de boa qualidade, que proporcione a ligação entre o radar e o COAAe.

Dentre as possibilidades do material elencadas no presente trabalho, destacam-se a alta mobilidade, a capacidade de transmissão de dados de

ameaças, em tempo real, para centros de controle, a capacidade de interoperabilidade com Sistemas de Comando e Controle do Exército Brasileiro e do SISDABRA, a capacidade de conexão com o COAAe via rádio ou internet, a capacidade de fornecer informações tridimensionais sobre até 40 alvos simultaneamente no alcance de 60 Km, a capacidade de classificar aeronaves em asa fixa ou asa rotativa e possuir um sistema de identificação amigo-inimigo (IFF).

Como principal limitação, tem-se a dificuldade na detecção de aeronaves com baixa RCS, característica presente em grande parte das ARP. Além disso, pode ser citado que é possível que ocorram interferências em situações de chuva, o radar apresenta dificuldade de detecção quando o alvo encontra-se a grandes distâncias, apresenta interferências eletromagnéticas quando opera na proximidade de muitos equipamentos eletrônicos e possui dificuldade de detecção em zonas de sombra.

Diante do exposto, conclui-se que o radar SABER M60 não é eficaz na detecção de aeronaves remotamente pilotadas em grandes eventos. No entanto, não há necessidade de dispensar o seu emprego de imediato, uma vez que algumas soluções podem suprir as deficiências do material. Dentre as soluções levantadas no presente trabalho, podem ser citados o emprego de P Vig que cubram as zonas de sombra do radar; o emprego de sensores anti-drones, como o SCE 0100-D IACIT ou até mesmo o desenvolvimento de algum material que possa complementar as funções já existentes no atual radar SABER M60.

REFERÊNCIAS

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

- BRASIL.Exército.**EB20-MF-10.102: Doutrina Militar Terrestre**. 1. ed. Brasília, DF, 2014.
- BRASIL.Exército.**EB70-MC-10.231: Defesa Antiaérea**. 1. ed. Brasília, DF, 2017
- BRASIL.Exército.**EB70-MC-10.235: Defesa Antiaérea nas Operações**. 1. ed. Brasília, DF, 2017.
- BRASIL.Exército.**EB60-MT-23.401: Operação do radar SABER M60**. 1. ed. Brasília, DF, 2016.
- BRASIL.Exército.**EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos da Força Terrestre**. 2. ed. Brasília, DF, 2020.
- BRASIL.Exército. **Grandes Eventos**. 1. ed. Brasília, DF, 2018.
- _____.**EB60-N-23.018: Princípios Básicos de Radar (Minuta)**. 1. ed. Brasília, DF, 2014b.
- ALCÂNTARA, Ricardo Campello de. **O radar SABER M60 nos Jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio 2016**. 2016. Artigo Científico, Praia Grande, SP.
- PIRES, Rafael Dellane de Amorim. **O legado da Artilharia Antiaérea nos Grandes Eventos**. 2017. Simpósio, Rio de Janeiro, RJ.
- PORTO, Alexandre de Almeida. **Informativo de Antiaéreo**. 2018. Publicação Científica, Rio de Janeiro, RJ
- SILVA, Rodrigo de Almeida. **O emprego do Sistema de Armas da Artilharia Antiaérea nos Jogos Olímpicos 2016**. 2016. Monografia, EsACosAAe, Rio de Janeiro, RJ.
- COSTA, Carlos Eduardo dos Santos. **O Veículo Aéreo não Tripulado (VANT) empregado em missões de reconhecimento no campo de batalha, suas possibilidades e limitações**. 2007. Monografia, EsACosAAe, Rio de Janeiro, RJ.
- NEVES, Antônio Celso Fernandes. **Vant de Combate: uma nova ameaça no cenário aeroespacial**. 2010. Monografia, EsACosAAe, Rio de Janeiro, RJ.
- DE OLIVEIRA, Adriano Pereira. **O emprego do Radar SABER M60 em grandes eventos internacionais: possibilidades e limitações**. 2011. Monografia, EsACosAAe, Rio de Janeiro, RJ.

ASSIS, Gustavo Uchôas de Oliveira. **O alerta antecipado em proveito de uma Seção de Artilharia Antiaérea Paraquedista na Defesa Antiaérea de uma Força-tarefa Batalhão de Infantaria Paraquedista, por ocasião da reorganização da tropa, em operação de conquista de Cabeça de Ponte Aérea, no assalto Aeroterrestre.** 2019. Mestrado, EsAO, Rio de Janeiro, RJ.

EUA dizem que drones que atacaram a Arábia Saudita vieram do Irã.
<https://veja.abril.com.br/mundo/eua-dizem-que-drones-que-atacaram-a-arabia-saudita-partiram-do-ira/> - acesso em: 07 mar 2020.

Exército Brasileiro se prepara para o Rio 2016.
<<http://www.defesanet.com.br/eventos/noticia/19502/Exercito-Brasileiro-se-prepara-para-a-Rio-2016/>> - acesso em: 07 mar 2020.