



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

Cap Art CARLOS EDUARDO DE FARIA GUIMARÃES

**AS CAPACIDADES DO RADAR SABER M200
MULTIMISSÃO NO LEVANTAMENTO DE ALVOS EM APOIO
A ARTILHARIA DE CAMPANHA**

Rio de Janeiro

2021

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS

Cap Art CARLOS EDUARDO DE FARIA GUIMARÃES

**AS CAPACIDADES DO RADAR SABER M200 MULTIMISSÃO NO
LEVANTAMENTO DE ALVOS EM APOIO A ARTILHARIA DE CAMPANHA**

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

**Orientador: Cap Art RODRIGO SOUZA
REIS BRAGA**

**Rio de Janeiro
2021**

Cap Art CARLOS EDUARDO DE FARIA GUIMARÃES

**AS CAPACIDADES DO RADAR SABER M200 MULTIMISSION NO
LEVANTAMENTO DE ALVOS EM APOIO A ARTILHARIA DE CAMPANHA**

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

Aprovado em: ____/____/____

Comissão de Avaliação

GEDEEL MACHADO BRITO VALIN- TEN CEL
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Presidente

EGBERTO BEZERRA DA SILVA- Maj
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

i

RODRIGO SOUZA REIS BRAGA - Cap
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais do Exército
Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por tudo aquilo que já aconteceu na minha vida até este momento, até mesmo as dificuldades.

Aos meus pais que me criaram com total dedicação, sempre me incentivando a alcançar meus objetivos.

À minha esposa, que entendeu os poucos tempos de lazer e de esforço, em face da execução do trabalho de conclusão de curso.

Aos oficiais do curso de artilharia da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais pelo tratamento despendido aos capitães enquanto alunos e o profissionalismo em todos os momentos do ano de instrução.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo analisar as capacidades do radar SABER M200 MULTIMISSÃO no levantamento de alvos em apoio a Artilharia de Campanha. Durante o estudo foram levantadas as necessidades da Artilharia de Campanha na operação de busca de alvos, as peculiaridades envolvidas na execução dos fogos de contrabateria, a análise de radares de contrabateria atualmente em uso no mundo e o estudo das características do radar SABER M200 MULTIMISSÃO, junto aos responsáveis pelo projeto desse Produto de Defesa, em desenvolvimento pela indústria nacional. Através do levantamento dos aspectos e das informações obtidas, foi realizada a análise dos dados, alcançando o objetivo final do trabalho de verificar a viabilidade do emprego do radar SABER M200 MULTIMISSÃO na busca de alvos de contrabateria.

Palavras-chave: Radar, Alvos, Contrabateria

ABSTRACT

This work aimed to analyze the capabilities of the **SABER M200 MULTIMISSION** radar in the survey of targets in support of Field Artillery. During the study, the needs of the Field Artillery were raised in the target search operation, the peculiarities involved in the execution of the smuggler fires, the analysis of smuggler radars currently in use in the world and the study of the characteristics of the **SABER M200 MULTIMISSION** radar, together to those responsible for the design of this Defense Product, under development by the industry. Through the survey of aspects and information obtained, data analysis was carried out, reaching the final objective of the work, verifying the feasibility of using the **SABER M200 MULTIMISSION** Radar in the search for counter-battery targets.

KEYWORDS: Radar, Targets, Smuggling

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
1.1 PROBLEMA.....	09
1.1.1 Antecedentes do Problema	09
1.1.2 Formulação do Problema	10
1.2 OBJETIVOS.....	10
1.2.1 Objetivo Geral	10
1.2.2 Objetivos Específicos	10
1.3 QUESTÕES DE ESTUDO	11
1.4 METODOLOGIA.....	11
1.4.1 Objeto formal de estudo	12
1.4.2 Amostra	12
1.4.3 Delineamento da pesquisa	12
1.4.4 Procedimentos para revisão da literatura	13
1.4.5 Procedimentos Metodológicos	13
1.4.6 Instrumentos	14
1.4.7 Análise de dados	14
1.5 JUSTIFICATIVA.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 A ARTILHARIA DE CAMPANHA DO EXÉRCITO BRASILEIRO	16
2.2 O PRINCÍPIO DE EMPREGO NA BUSCA DE ALVOS	17
2.3 O EMPREGO DA CONTRABATERIA.....	19
2.4 CARACTERÍSTICAS DOS RADARES DE CONTRABATERIA	19
2.4.1 Radares de contrabateria empregados atualmente	20
2.4.2 Requisitos para aquisição do radar de contrabateria	23
2.5 AS CARACTERÍSTICAS DO RADAR SABER M200 MULTIMISSÃO	28
3. ANÁLISE E RESULTADOS	32
3.1 PONTOS DE SEMELHANÇA ENTRE OS REQUISITOS.....	32
3.2 PONTOS DE DIVERGÊNCIA ENTRE OS REQUISITOS.....	33
3.3 ENTREVISTA COM O INTEGRANTE DO GRUPO DE PROJETO ESPECIAL RADAR	35
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo realizar uma análise sobre as capacidades de emprego do radar SABER M200 MULTIMISSION no levantamento de alvos, visando o suporte necessário a busca de alvos a fim de apoiar a artilharia de campanha na execução de fogos de contrabateria.

Face a conjuntura político econômica presente nos dias atuais, o Brasil possui uma das economias mais desenvolvidas do hemisfério sul além de ser o país com a quinta maior extensão territorial do planeta. Sua fronteira faz limite com dez nações em um total de doze países presentes no subcontinente América do Sul, onde alguns países vizinhos por vezes não possuem alinhamento político ideológico com a estrutura brasileira e de seus aliados.

Dentro do vasto território brasileiro as regiões de fronteira, em especial norte e oeste, que compreendem a porção do pantanal e amazônica, são foco de grande preocupação por parte dos governantes brasileiros, onde o assunto a respeito de sua preservação é objetivo de diversas discussões em congressos e fóruns internacionais ligados a questões ambientais e sociais. Diante desse escopo, a integridade territorial das dessas porções do território nacional está vinculada diretamente a soberania nacional brasileira e em algumas situações está sendo questionada por países situados em diferentes partes do planeta.

Diante de tal questionamento ressoa o alerta sobre as capacidades de emprego das Forças Armadas brasileiras em uma possível hipótese de emprego.

Frente a tal possibilidade de emprego aparecem as necessidades ligadas a cada tipo específico de emprego nas diferentes áreas do combate, onde a utilização de tropas de artilharia de campanha seria inevitável. Tal necessidade de uso faz presente em questão de sua virtude em dissuadir o inimigo com sua capacidade de fogos, no entanto, o emprego da artilharia não seria exclusivo, sendo também utilizada pelas forças opositoras seu favor.

Nesse momento surge a necessidade de se aprimorar o emprego da artilharia, através da busca de alvos realizadas de maneira rápida e precisa de posições de alvos compensadores a serem batidos por fogos. Com esse objetivo cresce de importância o uso de equipamentos como radares com capacidade de detectar e apresentar informações, como as coordenadas, das posições de onde foram realizados os disparos.

Buscando junto a fontes de pesquisa na rede mundial de computadores e manuais estrangeiros foram observados que os radares capazes de realizar a busca de alvos possuem características semelhantes as encontradas no radar SABER M200 MULTIMISSION. Esse radar está em desenvolvimento pela industrial nacional, sendo um Produto de Defesa nacional e busca suprir algumas necessidades de emprego da Artilharia Antiaérea (AAAe) nas questões de controle e alerta.

Fruto das semelhanças presentes no equipamento, será apresentado durante a pesquisa as capacidades, peculiaridades e possibilidades de

emprego do radar SABER M200 MULTIMISSION, bem como os principais pontos de similaridade entre o SABER M200 MULTIMISSION e alguns radares de busca de alvos em utilização atualmente.

1.1 PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes do Problema

Nos conflitos armados o emprego de equipamentos e pessoal responsável por realizar ações de inteligência, como busca de possíveis alvos vem aumentando com o passar dos anos. A confiabilidade e a precisão nesse tipo de operação são fatores determinantes para o sucesso da missão, mas a rapidez no levantamento de informações influencia diretamente no sucesso da missão.

A utilização do observador avançado junto à tropa de vanguarda proporciona o emprego da artilharia de campanha em apoio aos elementos apoiados em suas necessidades ligadas especialmente as armas de tiro tenso e de curto alcance do inimigo. No entanto, o apoio de fogo a esses elementos carece de dados em momentos do combate onde o inimigo emprega fogos de artilharia e morteiro, capazes de atingir alvos a distâncias maiores, ficando condicionado a presença de meios capazes de buscar as posições das peças inimigas que estão desestabilizando o moral e causando baixas às tropas.

Diante dos aspectos abordados, rapidez no levantamento de informações e capacidade de apoio em profundidade na busca de alvos inimigos, pode ser observado em BRASIL (1978, pg. 3-4) que o emprego de radares contramorteiros e contrabateria está previsto para realização da atividade de busca de alvos.

1.1.2 Formulação do Problema

A partir da carência na capacidade de controle e alerta por parte da AAAe, teve início o desenvolvimento do radar SABER M200 MULTIMISSION. Suas características e capacidades de emprego se assemelham em alguns aspectos a radares de contrabateria, surgindo assim a seguinte questão, é possível o emprego do radar SABER M200 MULTIMISSION em missões de busca de alvos de contrabateria?

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a possibilidade de emprego do radar SABER M200 MULTIMISSÃO quanto a sua capacidade em apoiar os elementos de artilharia de campanha em atividades de busca de alvos de contrabateria.

1.2.2 Objetivos Específicos

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

- a) Analisar os requisitos de emprego do radar SABER M200 MULTIMISSÃO na busca de alvos e contrabateria;
- b) Levantar as necessidades de emprego da busca de alvos no emprego de contrabateria; e
- c) Analisar a viabilidade do uso conjunto do radar SABER M200 MULTIMISSÃO entre a Artilharia Antiaérea e a Artilharia de Campanha, a fim de mitigar custos e pessoal.

1.3 QUESTÕES DE ESTUDO

Algumas questões de estudo podem ser formuladas no entorno desta problemática.

- a) Quais são as características dos radares utilizados na busca de alvos de contrabateria?

- b) Quais as características técnicas do radar SABER M200 MULTIMISSÃO são compatíveis com os radares contrabateria?
- c) Qual a probabilidade de emprego dual do radar SABER M200 MULTIMISSÃO em operações de na busca de alvos de contrabateria e de vigilância do espaço aéreo?

As respostas aos questionamentos apresentados balizarão o presente trabalho, orientando de uma forma mais didática o problema apresentado.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Objetivo formal de estudo

Na busca em analisar a viabilidade de emprego do radar SABER M200 MULTIMISSÃO na busca de alvos em apoio a artilharia de campanha, a pesquisa levou em consideração informações doutrinárias, empregadas atualmente pelo Exército Brasileiro, e dados técnicos, referentes a radares utilizados com os mesmos propósitos de emprego.

Após a realização dessas análises a pesquisa constatou a real capacidade e a viabilidade de emprego do produto de defesa na busca de alvos.

1.4.2 Amostra

O trabalho foi dimensionado no âmbito dos meios utilizados em busca de alvos empregados atualmente. Representando o que há de mais moderno no contexto tecnológico até a presente data.

1.4.3 Delineamento da pesquisa

A confecção do trabalho foi através de pesquisas realizadas em manuais que abordam o assunto contrabateria e busca de alvos. Seguindo por esse rumo, não foram esquecidos ou ser deixados de lado as formas de

emprego de um Grupo de Artilharia de Campanha em sua concepção de Reconhecimento, Escolha e Ocupação de Posição (REOP) de uma Bateria de Obuses sendo base para um estudo mais preciso na busca de alvos de contrabateria.

No tocante ao radar SABER M200 MULTIMISSION, o levantamento de informações sobre o emprego de radares e equipamentos destinados a busca de alvos de contrabateria foi o principal método de estudo. As informações sobre o radar SABER M200 MULTIMISSION serão obtidas junto à equipe responsável pelo desenvolvimento do projeto, uma vez que o equipamento ainda se encontra em fase final de desenvolvimento.

1.4.4 Procedimentos para revisão da literatura

A revisão da literatura ocorreu através de pesquisas na Biblioteca Digital do Exército, por manuais e trabalhos relacionados aos objetivos da pesquisa.

Na parte referente aos materiais empregados por outros países à utilização de sites de busca na internet foi a principal fonte de consulta.

1.4.5 Procedimentos Metodológicos

1.4.5.1 Critério de Inclusão

Para a realização do presente trabalho, foram estabelecidos como critérios de inclusão, os parâmetros elencados a seguir:

- Trabalhos Acadêmicos, obras literárias e manuais de campanha relacionados ao emprego de radares contrabateria e busca de alvos, como meios auxiliares em operações militares;
- Sites de relevância relacionados a temas militares, contendo publicações sobre o emprego de radares de contrabateria e busca de alvos; e
- Publicações em idioma português, espanhol ou inglês relacionadas às condicionantes citadas nos tópicos anteriores.

1.4.5.2 Critério de Exclusão

Para a realização do presente trabalho, foram estabelecidos como critérios de exclusão, os parâmetros elencados a seguir:

- Publicações, manuais, obras literárias e trabalhos acadêmicos em idiomas que não sejam português, espanhol e inglês;

1.4.5.3 Coleta de Dados

Na sequência do aprofundamento teórico a respeito do assunto após a pesquisa bibliográfica inicialmente realizada, o delineamento da pesquisa ocorreu por meio da coleta de dados através de entrevista com desenvolvedores do radar SABER M200 MULTIMISSÃO.

1.4.6 Instrumentos

No intuito de viabilizar a mensuração da variável dependente (“as capacidades do radar SABER M200 MULTIMISSÃO no levantamento de alvos em apoio à artilharia de campanha”), este trabalho realizou entrevistas e coleta documental como instrumentos de obtenção de dados.

1.4.7 Análise de Dados

O processo de análise dos dados ocorreu de modo contínuo e progressivo através de pesquisas em manuais, trabalhos científicos e sites de relevância relacionados a temas militares. Como forma analisar dados e informações sobre o radar SABER M200 MULTIMISSÃO, o trabalho realizou uma entrevista com um membro da equipe de desenvolvimento do projeto uma vez que não há material de pesquisa oficial para coleta de dados haja visto que o desenvolvimento do radar SABER M200 MULTIMISSÃO ainda não foi concluído.

1.5 JUSTIFICATIVA

A obtenção da localização de alvos no campo de batalha constitui uma importante ferramenta capaz de influenciar decisivamente no combate. Diante do cenário atual o emprego de equipamentos de última geração com capacidade de captar informações, processar e difundir dados de maneira rápida e precisa, possui grande relevância nos rumos do combate moderno.

O desenvolvimento do radar SABER M200 MULTIMISSÃO, destinado ao emprego da artilharia antiaérea aumenta a capacidade de defesa antiaérea brasileira em virtude de sua capacidade de ser um radar de vigilância aérea. O estudo da possibilidade de emprego desse material antiaéreo como radar de busca de alvos voltado para artilharia de campanha é capaz de proporcionar elevados ganhos a nação.

Diante do apresentado, esse estudo se justifica, ao busca contribuir no aumento da capacidade da artilharia de campanha, em um dos sistemas de busca de alvos previstos em manual como no descrito no capítulo 3, do manual C 6-121, A Busca de Alvos na Artilharia de Campanha, em vigor desde sua publicação em 1978.

Através da pesquisa foram elencadas as vantagens e desvantagens de emprego do radar SABER M200 MULTIMISSION, na busca de alvos de contrabateria, onde a análise de capacidades indicou a viabilidade de adquirir ou não o radar SABER M200 MULTIMISSION como um ProDe essencial ou não para realizar essa missão.

Pretende-se, ainda, obter, como contribuição, a redução custos de desenvolvimento e aquisição, haja visto que com a possibilidade de emprego do radar SABER M200 MULTIMISSION na busca de alvos de contrabateria, o processo de aquisição será mais rápido e barato uma vez que o equipamento em seu formato original em seu encontra-se em fase de testes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A revisão de literatura foi realizada com o intuito de reunir dados e analisar de forma sucinta, dentro daquilo que interessa ao presente trabalho, O emprego da artilharia de campanha nas operações, característica e peculiaridades de busca de alvos, o emprego de fogos de contrabateria e os tipos e as características dos radares empregados na busca de alvo atualmente.

2.1 A ARTILHARIA DE CAMPANHA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

O Exército Brasileiro é composto por armas, quadros e serviços, sendo uma das quatro armas a artilharia. Dividida em artilharia de campanha e artilharia antiaérea, atua em diferentes tipos de missões a fim de apoiar o movimento e manobra das armas base (infantaria e cavalaria) através das funções de combate apoio de fogo e proteção, respectivamente.

A artilharia de campanha é considerada o principal meio de apoio de fogo da força terrestre (F Ter), conforme descrito em BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro EB20-MC-10.206 Fogos. A artilharia de campanha está imersa na função de combate fogos, que por sua vez é empregada em atividades específicas como o planejamento do apoio de fogo, execução do fogo e a integração dos meios disponíveis.

Os fogos terrestres cabem, primordialmente, à artilharia de campanha que, para prestar o apoio de fogo aos elementos de manobra, bate os escalões avançados da força inimiga, executa a contrabateria dentro da faixa de alcance de suas armas e dá profundidade ao combate, atuando sobre alvos como instalações de comando, logísticas, reservas e outras situadas na zona de ação da força apoiada. (BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro **EB20-MC-10.206 Fogos**, 1ª Edição, 2015, p.2-1).

Fundamental ao combate, a artilharia de campanha é capaz de atuar nos três níveis: estratégico, operacional e tático, sendo o último o foco do estudo. Dessa forma está descrito em BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro EB20-MC-10.206 Fogos, pg 2-3, “A finalidade do fogo consiste em facilitar a própria manobra e diminuir a capacidade de combate do inimigo, quebrando-lhe o moral e reduzindo o seu poder de combate.”

Assim pode ser verificado que o emprego da artilharia em especial do Exército Brasileiro, possui grande importância no combate. Diante do exposto observa-se que durante o curso das operações ofensivas e defensivas o apoio de fogo é fundamental para que o objetivo seja alcançado.

O emprego da artilharia de campanha é marcado por fogos cinéticos que por sua vez são registrados pelo emprego de armas que lançam granadas, mísseis e foguetes. Sendo fundamental o planejamento e a coordenação de atividades na busca pelo grau máximo de sucesso no emprego desses artefatos.

Frente a aplicação dos fogos se fazem necessárias aplicações de conceitos e fases conforme expostos abaixo:

O planejamento e a coordenação dos fogos englobam:

- a busca de alvos (aquisição, seleção e análise de alvos);
- as medidas de coordenação do apoio de fogo;
- o apoio de fogo propriamente dito;
- as medidas contra ameaças aéreas e balísticas;
- a interdição das capacidades do inimigo;
- os ataques estratégicos; e
- a avaliação de danos de ataque.

(BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro **EB20-MC-10.206 Fogos**, 1ª Edição, 2015, p.2-3)

Ao realizar uma rápida análise no extrato do manual acima, pode ser observado que a busca de alvos é composta por três fases, a aquisição do alvo, a seleção do alvo e a análise do alvo. Sem a realização de uma busca correta e precisa os passos seguintes da operação seguem incompletos e imprecisos, podendo chegar ao ponto de inviabilizar o emprego do apoio de fogo.

2.2 O PRINCÍPIO DE EMPREGO NA BUSCA DE ALVOS

O sistema de apoio de fogo não se resume somente a realização do disparo de granadas por armamentos que possuem grande alcance a fim de destruir ou incapacitar alvos. Esse sistema é complexo, envolvendo diferentes trabalhos imprescindíveis ao cumprimento das missões de tiro.

Diante do exposto em BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro EB20-MC-10.206 Fogos, pg 4-1:

A busca de alvos compreende um subsistema cujo objetivo é obter dados que venham a permitir a aplicação de fogos precisos e oportunos sobre instalações, tropas, áreas ou outros objetivos que possam ser batidos pelos diversos sistemas de fogos.

A capacidade de realizar uma busca de alvos rápida e precisa, pode ser considerada um fator decisivo durante o curso das operações. Ao adquirir essa capacidade a FTer torna-se capaz de realizar contra-ataques mais rápidos e eficazes causando instabilidade ao inimigo, que por sua vez busca limitar o emprego de seu AP F no combate.

Com responsabilidade por realizar essas buscas, os Grupos de Busca de Alvos (GBA) são constituídos por três baterias de busca de alvos, sendo diretamente ligado a um Corpo de Exército. No âmbito das Artilharias Divisionárias, existem as Baterias de Busca de Alvos (Bia BA), tendo ambos a missão principal de fornecer a Art Cmp dados sobre alvos.

Em ambos os escalões há o emprego de diferentes sistemas a fim de realizar a detecção, identificação e localização dos alvos.

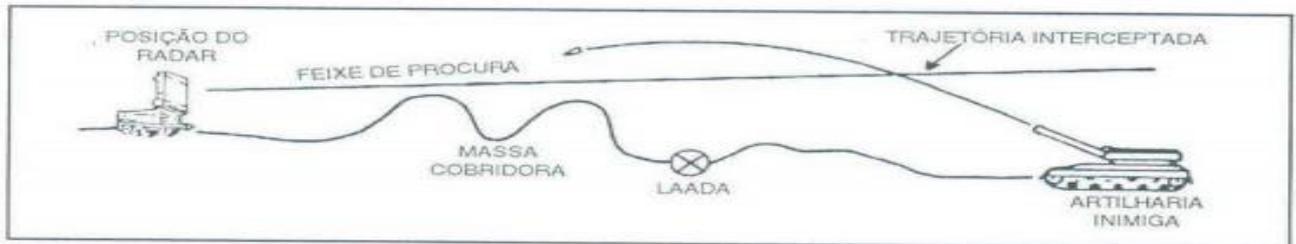
O radar de contrabateria localiza as peças de artilharia e os arrebitamentos de granadas, pela determinação da origem ou término

da trajetória de um projétil através de cálculos e gráficos baseados nas observações do radar sobre a trajetória. (BRASIL. Ministério do Exército. Exército Brasileiro C 6-121 **A Busca de Alvos Artilharia de Campanha**, 1ª Edição, 1978, p.3-7).

O emprego de radares, em especial de contrabateria proporciona um levantamento mais preciso, com informações indispensáveis para a realização do tiro de contrabateria. Sendo assim cada Bia BA do GBA possui uma seção de Localização pelo Radar.

Figura 1: Detecção radar

Fonte: BRASIL, 1994, p. 5-10



2.3 O EMPREGO DA CONTRABATERIA

O emprego dos meios de artilharia em atividades de contrabateria, proporcionam aos elementos de manobra, infantaria e cavalaria, e aos elementos de apoio, artilharia e engenharia, um aumento substancial relacionado à segurança quanto aos fogos de artilharia inimigos. A contrabateria tem por finalidade localizar, identificar e atacar posições de artilharia sejam elas de tubo, foguetes, mísseis e morteiros inimigos.

Diante do exposto observa-se a dependência da capacidade de busca de alvos para as atividades de contrabateria. Após o levantamento dos alvos a execução dos fogos de contrabateria podem ou não ser realizados dependendo das ordens determinadas pelo escalão superior.

2.4 CARACTERÍSTICAS DOS RADARES DE CONTRABATERIA

O emprego dos radares de contrabateria durante o combate é de fundamental importância no contexto das operações. Com a capacidade de analisar a trajetória que os projéteis inimigos estão realizando, esse equipamento de detecção identifica a munição no ar e realiza cálculos estimando a posição de lançamento e o possível ponto de impacto da granada, míssil ou foguete inimigo, a fim de possibilitar a resposta pelo fogo aos ataques sofridos

O princípio de operação dos radares é basicamente o mesmo, onde é necessário que a onda emitida pelo transmissor seja refletida em algum obstáculo e retorne em forma de eco ao receptor na antena do radar. Esse processo de emissão de ondas é contínuo e proporciona ao equipamento radar analisar se o alvo que refletiu está parado ou em movimento.

Relacionado diretamente a capacidade de detecção de cada radar está a seção reta radar, conhecida como RCS (radar cross section). A RCS "é a

capacidade de determinado alvo refletir a energia de volta ao radar.” conforme descrito em BRASIL. Ministério do Exército. Exército Brasileiro EB60-ME-23.XXX (MINUTA) Manual de Ensino Princípios Básicos de Radar, 1ª Edição, 2019, p. 21. (não publicado)

Quanto maior a superfície de reflexão do alvo, maior será a quantidade de energia retransmitida. A RCS de um alvo varia com certos fatores, quais sejam: tamanho; aspecto; composição material (incluindo pintura, revestimento e acabamento); frequência de transmissão do radar em questão; e polarização da onda incidente.(BRASIL. Ministério do Exército. Exército Brasileiro EB60-ME-23.XXX (MINUTA) Manual de Ensino Princípios Básicos de Radar, 1ª Edição, 2012, cap 8, pg. 21) (não publicado)

Conforme descrito acima, a capacidade de reflexão varia de acordo com alguns fatores. A capacidade de captar o eco da onda refletida diferencia cada radar conforme seu emprego. Conforme a tabela abaixo podemos verificar a RCS de alguns alvos.

Exemplos de RCS em Microondas (m²)	
Míssil convencional de cruzeiro	0,5 m ²
Anv monomotor pequena	1 m ²
Anv de caça pequena	2 m ²
Anv de caça grande	6 m ²
Anv bombardeiro médio e Anv comercial média	20 m ²
Anv bombardeiro grande e Anv comercial grande	40 m ²

Tabela 1: Exemplos de RCS em micro-ondas

Fonte: (EB60-ME-23.XXX, cap 9, pg.20) (não publicado)

2.4.1 Radares de contrabateria empregados atualmente

A necessidade de se contrapor aos fogos de artilharia inimigos torna necessário o desenvolvimento ou aquisição de equipamentos com alta capacidade de detecção e identificação das posições de onde foram executados os disparos, proporcionando assim uma resposta rápida aos ataques inimigos. Atualmente existem alguns produtos desenvolvidos para esse fim, como o GIRAFFE 4A MULTI MISSION FLEXIBILITY, o ELM-2084MMR e o AN/TPQ-37.

Desenvolvido pela empresa sueca SAAB, o GIRAFFE 4A engloba as capacidades de duas famílias de radares combinando o radar Arthur e o Giraffe AMB, destinados a artilharia de campanha e a artilharia antiaérea, respectivamente. Em virtude dessa junção destaca-se a flexibilidade do material, sendo denominado de multimissão.

Em sua função de vigilância aérea o GIRAFFE 4A é capaz de localizar mais de mil alvos aéreos em 360º graus, cobrindo todas as direções. Seu alcance nessa função é de 280 km.

Quando empregado na busca de alvos de contrabateria, o GIRAFFE 4A possui o alcance de 100km em uma faixa horizontal de 40° a 120°. Ao localizar os projéteis realiza cálculos identificando a posição de origem de onde foram realizados os disparos e o ponto de impacto.

O emprego multimissão do material proporciona elevada consciência situacional ao comando da operação, isso ocorre devido a possibilidade de operação simultânea nas duas capacidades de emprego. A operação do radar pode ocorrer no modo local com dois operadores em uma cabine blindada ou de maneira remota. Sua mobilidade e flexibilidade é demonstrada no tempo gasto em sua montagem e desmontagem sendo de 10min para montagem e de 5 min para desmontagem, além da possibilidade de transporte por aeronaves como o C-130.

Sensor capaz de oferecer proteção a tropas e civis, o GIRAFFE 4A detecta e avisa sobre a entrada de projéteis balísticos que entrem em sua área de atuação.



Figura 2: Giraffe 4A

Fonte: <https://www.defesaaereanaval.com.br/geopolitica/radar-saab-giraffe-4a-reduzindo-o-efeito-stealth?print=print>

Fabricado pela ELTA SYSTEMS LTD., uma subsidiária da empresa ISRAEL AEROSPACE INDUSTRIES LTD., o ELM-2084 é um equipamento multimissão destinado a defesa antiaérea e busca de alvos de contrabateria. Capaz de detectar projéteis de morteiros, canhões, foguetes e mísseis, realiza o cálculo do local de impacto desses projéteis e informa o local de disparo das armas.

Atuando com a elevação de -30° até +50° é capaz de varrer uma frente de 120° na função de radar de contrabateria e de 360° ou 120° na varredura de alvos aéreos, possuindo o alcance de 100km e 475km nessas funções respectivamente. Sua capacidade é de buscar até 200 alvos para localização de armas e de 1100 alvos na função de vigilância.

Sua mobilidade e flexibilidade são expressas pelo tempo gasto em sua entrada em posição sendo menor que 20 min e sua operação tendo a possibilidade

de realizada remotamente. Somando-se a isso o sistema tem a capacidade de ser transportado em uma aeronave C-130.



Figura 3 - ELM-2084

Fonte: <https://www.iai.co.il/p/elm-2084-mmr>

Prosseguindo no estudo dos radares empregados na atualidade, destaca-se o AN/TPQ-37. Esse é um radar destinado exclusivamente para busca de alvos de contrabateria. Desenvolvido pela ThalesRaytheonSystems, é capaz de localizar morteiros, artilharia e lançadores de foguetes, graças ao seu sistema de detecção que realiza varreduras de forma rápida ao longo do horizonte em uma área de 90° formando algo semelhante a uma cortina.

A detecção de qualquer alvo que ultrapasse aquela cortina, não interrompe o processo de vigilância, sendo capaz de localizar até 10 armas por segundo em alcance máximo de 50km. Aliado a essas capacidades o AN/TPQ-37 é capaz de corrigir e melhorar o fogo das armas aliadas através dos registros e ajuste de dados, uma vez ao detectar os projéteis hostis consegue identificar a localização das armas inimigas a fim de realizar os fogos de contrabateria.



Figura 4 - NA/TPQ-37 ©(Raytheon)

Fonte: <https://www.radartutorial.eu/19.kartei/04.battle/karte010.pt.html>

MODELO	TIPO DE EMPREGO	CAPACIDADES	ALCANCE
GIRAFFE 4A	multimissão	Vetores aéreos e granadas de artilharia	280km (AAAe) 100km (CBia)
ELM-2084MMR	multimissão	Vetores aéreos e granadas de artilharia	475km (AAAe) 100km (CBia)
AN/TPQ-37	contrabateria	contrabateria	50km

Tabela 2- Comparativo entre radares utilizados atualmente

Fonte: O autor

2.4.2 Requisitos para aquisição do radar de contrabateria

Diante dos materiais apresentados anteriormente, o Exército Brasileiro percebeu a necessidade em adquirir um equipamento com a capacidade de detectar alvos de contrabateria. Esse desejo é expresso pelo EB20-RTLI-04.014, Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais, Radar de Contrabateria do Sistema de Artilharia de Campanha, 1ª Edição, 2019. Nesse documento, são expostos os requisitos e características que devem estar presentes no radar a ser adquirido ou desenvolvido.

Dentre os requisitos existem os absolutos, os complementares, os desejáveis e os operacionais, onde causam influência direta nas características observadas. Os requisitos absolutos são indispensáveis e incontestáveis caso não o equipamento não alcance todos esses requisitos, o material se torna inaceitável pelo Exército. Em contrapartida os requisitos desejáveis e complementares indicam o desejo de evoluções futuras e na busca pela tecnologia necessária, respectivamente, com vistas a atingir um melhor desempenho do Sistema ou Material de Emprego Militar SMEM. O não atendimento a esses requisitos não implica em tornar o sistema ou material *como não conforme para o Exército Brasileiro.

Prosseguindo na obtenção de informações necessárias os requisitos se encaixam em duas categorias, os operacionais e os técnicos, sendo o primeiro voltado aos aspectos operacionais e o segundo a parte técnica. Assim o processo de obtenção de um novo material como o radar de contrabateria é disposto por diferentes requisitos operacionais e técnicos, que podem ser absolutos ou desejáveis.

Ao analisar o EB20-RTLI-04.014, pode ser observado que nos RTA 1 à 6, são abordadas as capacidades de detecção que o equipamento deve possuir.

RTA 1 - O Radar Contrabateria deve possuir probabilidade de detecção maior ou igual a 80% (oitenta por cento), para granadas de morteiro de menor calibre, à distância de até 10 km (dez quilômetros), em todos os modos de funcionamento aplicáveis, em visada direta, com tempo bom e claro. Referência para seção reta radar: morteiro de calibre a partir de 60 mm (sessenta milímetros).

Rfr: ROA 1 (Peso dez)

RTA 2 - O Radar Contrabateria deve possuir probabilidade de detecção maior ou igual a 80% (oitenta por cento), para granadas de morteiro de maior calibre, à distância de até 18 km (dezoito quilômetros), em todos os modos de funcionamento aplicáveis, em visada direta, com tempo bom e claro. Referência para seção reta radar: morteiro de calibre a partir de 120 mm (cento e vinte milímetros).

Rfr: ROA 3 (Peso dez)

RTA 3 - O Radar Contrabateria deve possuir probabilidade de detecção maior ou igual a 80% (oitenta por cento), para obuses de menor calibre, à distância de até 25 km (vinte e cinco quilômetros), em todos os modos de funcionamento aplicáveis, em visada direta, com tempo bom e claro. Referência para seção reta radar: obuses de calibre a partir de 105 mm (cento e cinco milímetros).

Rfr: ROA 1 (Peso dez)

RTA 4 - O Radar Contrabateria deve possuir probabilidade de detecção maior ou igual a 80% (oitenta por cento), para obuses de maior calibre, à distância de até 40 km (quarenta quilômetros), em todos os modos de funcionamento aplicáveis, em visada direta, com tempo bom e claro. Referência para seção reta radar: obuses de calibre a partir de 155 mm (cento e cinquenta e cinco milímetros).

Rfr: - (Peso dez)

RTA 5 - O Radar Contrabateria deve possuir probabilidade de detecção maior ou igual a 80% (oitenta por cento), para foguetes de menor calibre, à distância de até 45 km (quarenta e cinco quilômetros), em todos os modos de funcionamento aplicáveis, em visada direta, com tempo bom e claro. Referência para seção reta radar: foguetes SS-30.

Rfr: ROA 1 (Peso dez)

RTA 6 - O Radar Contrabateria deve possuir probabilidade de detecção maior ou igual a 80% (oitenta por cento), para foguetes de maior calibre, à distância de até 50 km (cinquenta quilômetros), em todos os modos de funcionamento aplicáveis, em visada direta, com tempo bom e claro. Referência para seção reta radar: foguetes SS-40.

Rfr: ROA 1 (Peso dez) (BRASIL, 2019, p.13)

Nos RTA apresentados acima pode ser visto que o radar de contrabateria almejado pelo Exército Brasileiro deve ser capaz de detectar granadas de 60mm até foguetes com Seção Reta Radar (RCS) do foguete SS-40 e que essa capacidade varia de detecção varia o alcance de acordo com o material a ser detectado.

Ao realizar uma ofensiva utilizando a artilharia, o oponente pode se valer de mais de uma tropa ou armamento, sendo assim o RTA 9 (BRASIL, 2019, p.14) aborda o assunto da seguinte forma “O Radar Contrabateria deve ser capaz de detectar 10 (dez) fogos de artilharia simultaneamente.”

Segundo o RTA 10 (2019, p.14), “O Radar Contrabateria deve ser capaz de detectar fogos de artilharia em um setor de, no mínimo, 80° (oitenta graus) em azimute.” Diante desse

requisito surge a obrigatoriedade de haver um azimute mínimo a ser varrido pelo equipamento.

RTA 11 - O Radar Contrabateria deve ter TLE 50% (erro de localização do alvo a cinquenta por cento) para coordenadas absolutas da posição estimada dos meios de lançamento de 0,35% (zero vírgula trinta e cinco por cento) da distância em que um obus foi detectado, ou de 35 m (trinta e cinco metros), o que for maior. Referência para obus: 155 mm (cento e cinquenta e cinco milímetros).

Rfr: ROA 6 (Peso dez)

RTA 12 - O Radar Contrabateria deve ter TLE 90% (erro de localização do alvo a noventa por cento) para coordenadas absolutas da posição estimada dos meios de lançamento de 0,90% (zero vírgula noventa por cento) da distância em que um obus foi detectado, ou de 90 m (noventa metros), o que for maior. Referência para obus: 155 mm (cento e cinquenta e cinco milímetros).

Rfr: ROA 6 (Peso dez)

RTA 13 - O Radar Contrabateria deve ter TLE 50% (erro de localização do alvo a cinquenta por cento) para coordenadas absolutas da posição estimada dos meios de lançamento de 0,40% (zero vírgula quarenta por cento) da distância em que um foguete foi detectado, ou de 70 m (setenta metros), o que for maior. Referência para foguete: SS-40.

Rfr: ROA 6 (Peso dez)

RTA 14 - O Radar Contrabateria deve ter TLE 90% (erro de localização do alvo a noventa por cento – ver siglas e definições) para coordenadas absolutas da posição estimada dos meios de lançamento de 1% (um por cento) da distância em que um foguete foi detectado, ou de 175 m (cento e setenta e cinco metros), o que for maior. Referência para foguete: SS-40.

Rfr: ROA 6 (Peso dez)

RTA 15 - O Radar Contrabateria deve ser capaz de exibir para o operador as coordenadas absolutas da posição estimada do meio de lançamento em até 2 s (dois segundos) após a detecção do fogo de artilharia.

Rfr: ROA 6 (Peso dez) (BRASIL, 2019, p.15)

Conforme descrito nos RTA 11 a 15, o radar de contrabateria deve possuir precisão suficiente para informar as coordenadas absolutas quanto a posição de lançamento das granadas ou foguetes. Frente a essas informações cabe ao equipamento radar ser apresentar essas informações em até 2 segundos após a detecção do fogo realizado pelo inimigo.

RTA 16 - O Radar Contrabateria deve ter TLE 50% (erro de localização do alvo cinquenta por cento) para coordenadas absolutas da posição estimada do ponto de impacto do fogo de artilharia de 35 m (trinta e cinco metros) ou 0,35% (zero vírgula trinta e cinco por cento) da distância em que um obus foi detectado. Referência para obus: 155 mm (cento e cinquenta e cinco milímetros).

Rfr: ROA 7 (Peso dez)

RTA 17 - O Radar Contrabateria deve ter TLE 90% (erro de localização do alvo cinquenta por cento) para coordenadas absolutas da posição estimada do ponto de impacto do fogo de artilharia de 90 m (noventa metros) ou 0,90% (zero vírgula noventa por cento) da distância em que um obus foi detectado. Referência para obus: 155 mm (cento e cinquenta e cinco milímetros).

Rfr: ROA 7 (Peso dez)

RTA 18 - O Radar Contrabateria deve ter TLE 50% (erro de localização do alvo cinquenta por cento) para coordenadas absolutas da posição estimada do ponto de impacto do fogo de artilharia de 70 m (setenta metros) ou 0,40% (zero vírgula

quarenta por cento) da distância em que um foguete foi detectado. Referência para foguete: SS-40.

Rfr: ROA 7 (Peso dez)

RTA 19 - O Radar Contrabateria deve ter TLE 90% (erro de localização do alvo cinquenta por cento) para coordenadas absolutas da posição estimada dos do ponto de impacto do fogo de artilharia de 175 m (cento e setenta e cinco metros) ou 1% (um por cento) da distância em que um foguete foi detectado. Referência para foguete: SS-40.

Rfr: ROA 7 (Peso dez)

RTA 20 - O Radar Contrabateria deve ser capaz de exibir para o operador as coordenadas absolutas da posição estimada do ponto de impacto em até 2 s (dois segundos) após a detecção do fogo de artilharia.

Rfr: ROA 7 (Peso dez) (BRASIL, 2019, p.16)

Conforme descrito nos RTA 16 a 20, o radar de contrabateria deve possuir precisão suficiente para informar as coordenadas absolutas quanto a posição de impacto das granadas ou foguetes detectados. Sendo assim o equipamento radar deve ser capaz de apresentar esses dados em até 2 segundos após a detecção dos projeteis inimigo.

Prosseguindo no levantamento dos requisitos é observado que no RTA 21 o relator vislumbra a necessidade de haver uma classificação dos alvos detectados.

RTA 21 - O Radar Contrabateria deve ser capaz de classificar os alvos detectados com taxa de acerto de, pelo menos, 80% (oitenta por cento) entre, pelo menos, as seguintes classes:

- a. morteiro;
- b. obuseiro;
- c. foguete; e
- d. outros.

Rfr: ROA 8 (Peso dez) (BRASIL, 2019, p.17)

Devido a sua capacidade dissuasória em operações, o radar de contrabateria deve possuir mobilidade, sendo capaz de ser transportado para a diferentes regiões conforme explicito no RTA 45.

RTA 45 - O Radar Contrabateria deve ser transportável, em um único traslado, incluindo seus acessórios e plataforma de transporte, em, no máximo, 1 (uma) aeronave de transporte de carga da Força Aérea Brasileira (C-130 ou KC 390).

Rfr: ROA 25 (Peso dez) (BRASIL, 2019, p.20)

Com o emprego voltado a busca de alvos que por muitas das vezes encontra-se a grandes distâncias de sua posição e devido ao avanço e retraimento das tropas ser rápido e contínuo, os RTA 63 e 64 abordam a necessidade de tempo nas mudanças de condições do equipamento e da quantidade e pessoas envolvidas nos processos.

RTA 63 - O Radar Contrabateria deve poder transitar de uma condição em que está pronto para ser deslocado para uma condição totalmente operacional com todos os

sistemas energizados e funcionando num tempo inferior a 30 min (trinta minutos), sendo montado por, no máximo, 9 (nove) pessoas.

Rfr: ROA 37 e ROA 38 (Peso dez)

RTA 64 - O Radar Contrabateria deve poder transitar de condição totalmente operacional com todos os sistemas energizados e funcionando para uma condição em que está pronto para ser deslocado num tempo inferior a 15 min (quinze minutos), sendo desmontado por, no máximo, 9 (nove) pessoas.

Rfr: ROA 39 e ROA 40 (Peso dez) (BRASIL, 2019, p.23)

Desse modo a busca por um radar de contrabateria está pautada por 70 (setenta) requisitos técnicos absolutos, onde os mais relevantes para essa pesquisa foram abordados acima.

2.5 AS CARACTERÍSTICAS DO RADAR SABER M200 MULTIMISSÃO

Com o aumento da necessidade em fortalecer a artilharia antiaérea, o Brasil almejou desenvolver seu próprio radar de vigilância, busca e tiro a alvos de média altura. Sendo assim surgiu o projeto do radar SABER M200 MULTIMISSÃO, um radar capaz de realizar a vigilância e a busca no espaço aéreo e também fornecer informações precisas para a realização do tiro pelas armas alocadas ao sistema de defesa aeroespacial. A fim de nortear o projeto foram levantados diversos requisitos operacionais absolutos conforme descrito na minuta REQUISITOS OPERACIONAIS (RO) Sistema Radar de Média Altura – Multimissão (Sist Rdr MA - Mult), EB20-RO-XX.XXX, 1ª edição, 2017 (não publicado).

Ao iniciar a leitura é possível observar que o ROA 01 aborda sobre o número máximo de integrantes na guarnição e na operação do equipamento, sendo necessário o emprego de militar qualificado, “O Sist Rdr MA - Mult deve possuir guarnição de NO MÁXIMO 9 (nove) integrantes e Interface de Visualização e Controle que possibilite a sua utilização por apenas 1 (um) Operador, desde que tenha a qualificação militar correspondente.”

Imerso no sistema de DAAe, o radar SABER M200 MULTIMISSÃO segue os padrões doutrinários e de segurança exigidos a esse tipo de equipamento. Com a capacidade de se deslocar por meio rodoviário pois será montado em cima de viaturas sobre rodas, o equipamento deve atender aos requisitos de tempo máximo para mudança de uma condição de emprego para outra, como expresso no ROA 16:¹

ROA 16) O Sist Rdr MA - Mult deve ser capaz de transitar do Estado de Deslocamento Administrativo para o Estado Operacional, passando pelo Estado Desdobrado Não Energizado e pelo Estado Pronto Energizado, nesta ordem, assim como retornar para o Estado de Deslocamento Administrativo a partir do Estado Operacional passando pelo Estado Pronto Energizado e pelo Estado Desdobrado Não Energizado, nesta ordem, em um tempo menor que 2 h (duas horas). (peso dez) (BRASIL, 2017, p. 8)(não publicado)

O radar SABER M200 MULTIMISSÃO é um radar destinado ao emprego da AAAe que por sua vez realiza a vigilância do espaço aéreo, sendo assim os ROA 35 a 39 tratam sobre as necessidades de detecção do radar no modo vigilância. Nesses requisitos são abordados assuntos desde o tamanho mínimo dos alvos passando

pela distância de mínima de detecção até a quantidade de alvos e a taxa de atualização desses vetores.

ROA 35) O Rdr Primário do Sist Rdr MA - Mult executando a Missão Vigilância deve detectar e rastrear (*TWS*) vetores aéreos com *RCS* (*Radar Cross Section - RCS*) semelhante à de uma aeronave de carga de asas fixas ou rotativas, com alcance de detecção de ATÉ 200 km (duzentos quilômetros), voando ATÉ a velocidade de 250 m/s (duzentos e cinquenta metros por segundo), no teto de voo de ATÉ 20 km (vinte quilômetros), a partir de 30 km (trinta quilômetros) de alcance, ou menor. (peso dez)

ROA 36) O Rdr Primário do Sist Rdr MA - Mult executando a Missão Vigilância deve detectar e rastrear (*TWS*) vetores aéreos com *RCS* semelhante à de uma aeronave de ataque de asas fixas ou rotativas, com alcance de detecção de ATÉ 135 km (cento e trinta e cinco quilômetros), voando ATÉ a velocidade de 850 m/s (oitocentos e cinquenta metros por segundo), no teto de voo de ATÉ 10 km (dez quilômetros), a partir de 30 km (trinta quilômetros) de alcance, ou menor. (peso dez)

ROA 37) O Rdr Primário do Sist Rdr MA - Mult executando a Missão Vigilância deve detectar e rastrear (*TWS*) vetores aéreos com *RCS* semelhante à de um míssil, com alcance de detecção de ATÉ 75 km (setenta e cinco quilômetros), voando ATÉ a velocidade de 900 m/s (novecentos metros por segundo), no teto de voo de ATÉ 5 km (cinco quilômetros), a partir de 30 km (trinta quilômetros) de alcance, ou menor. (peso dez)

ROA 38) O Rdr Primário do Sist Rdr MA - Mult executando a Missão Vigilância deve ter a capacidade de rastrear (*TWS*), simultaneamente, 150 (cento e cinquenta) vetores aéreos. (peso dez)

ROA 39) O Rdr Primário do Sist Rdr MA - Mult executando a Missão Vigilância deve ter a capacidade de atualizar vetores aéreos detectados a cada 6 s (seis segundos), ou menos. (peso dez) (BRASIL, 2017, p. 9)(não publicado)

Conforme o próprio nome representa, o radar SABER M200 MULTIMISSION possui a mais de uma capacidade, sendo além da de vigilância a de busca por vetores aéreos. Assim nos ROA 42 a 46 as necessidades peculiares a essa capacidade são expostas.

ROA 42) O Rdr Primário do Sist Rdr MA – Mult, executando a Missão Busca, deve detectar e rastrear (*TWS*) vetores aéreos com *RCS* semelhante à de uma aeronave de carga de asas fixas ou rotativas, com alcance de detecção de ATÉ 120 km (cento e vinte quilômetros), voando ATÉ a velocidade de 250 m/s (duzentos e cinquenta metros por segundo), no teto de voo de ATÉ 20 km (vinte quilômetros), a partir de 15 km (quinze quilômetros) de alcance, ou menor. (peso dez)

ROA 43) O Rdr Primário do Sist Rdr MA – Mult, executando a Missão Busca, deve detectar e rastrear (*TWS*) vetores aéreos com *RCS* semelhante à de uma aeronave de ataque de asas fixas ou rotativas, com alcance de detecção de ATÉ 80 km (oitenta quilômetros), voando ATÉ a velocidade de 850 m/s (oitocentos e cinquenta metros por segundo), no teto de voo de ATÉ 10 km (dez quilômetros), a partir de 15 km (quinze quilômetros) de alcance, ou menor. (peso dez)

ROA 44) O Rdr Primário do Sist Rdr MA – Mult, executando a Missão Busca, deve detectar e rastrear (*TWS*) vetores aéreos com *RCS* semelhante à de um míssil, com alcance de detecção de ATÉ 40 km (quarenta quilômetros), voando ATÉ a velocidade de 900 m/s (novecentos metros por segundo), no teto de voo de ATÉ 5 km (cinco quilômetros), a partir de 15 km (quinze quilômetros) de alcance, ou menor. (peso dez)

ROA 45) O Rdr Primário do Sist Rdr MA – Mult, executando a Missão Busca, deve ter a capacidade de rastrear (*TWS*) simultaneamente 80 (oitenta) vetores aéreos, ou mais. (peso dez)

ROA 46) O Rdr Primário do Sist Rdr MA – Mult, executando a Missão Busca, deve ter a capacidade de atualizar vetores aéreos detectados a cada 1 (um) segundo, ou menos. (peso dez) (BRASIL, 2017, p. 10)(não publicado)

Ao executar a defesa antiaérea (DA Ae) de um ponto sensível ou cidade o radar que está realizando a varredura do espaço aéreo necessita de informações a fim de identificar ou tentar identificar a ameaça que se aproxima do seu volume de responsabilidade de defesa antiaérea (VRDA Ae). Sendo assim o ROA 54 determina as informações mínimas a serem apresentadas pelo equipamento ao controlador de modo que esse possua o maior número de informações possíveis para decidir qual unidade de tiro ou armamento em pregar no engajamento do alvo.

ROA 54) O Sist Rdr MA - Mult deve ser capaz de transmitir para, NO MÍNIMO, um COAAe ou OCOAM, via Interface de Comunicações de Dados, em tempo real, a Síntese Radar Própria, com os seguintes dados de cada vetor aéreo:

- a) posição: “distância”, “azimute” e “altitude absoluta”;
- b) velocidade;
- c) proa;
- d) Código *IFF*: “Modo 1”, “Modo 2”, “Modo 3/A” e altitude do “Modo C” (Rdr Secundário). (peso dez) (BRASIL, 2017, p. 11)(não publicado)

Segundo o escopo abordado acima, cabe ao radar realizar a classificação de vetores aéreos como asa fixa ou rotativa, auxiliando o controlador em suas decisões. No entanto faz-se necessário a possibilidade do operador classificar manualmente os vetores aéreos, conforme descrito nos ROA 103 e 104.

ROA 103) O Sist Rdr MA - Mult deve permitir ao operador do radar classificar manualmente, por iniciativa própria, os vetores aéreos detectados pelo Rdr Primário nas seguintes categorias:

- a) Aeronaves de asas fixas;
- b) Aeronaves de asas rotativas;
- c) Veículos Aéreos Não Tripulados;
- d) Mísseis;
- e) Dirigíveis e balões; e
- f) *Chaff* - Bloqueio mecânico. (peso dez)

ROA 104) O Sist Rdr MA - Mult deve ser capaz de classificar automaticamente os vetores aéreos detectados pelo Rdr Primário em, NO MÍNIMO, as seguintes categorias:

- a) Aeronaves de asas fixas (utilizar como referência a Aeronave F-5); e
- b) Aeronaves de asas rotativas (utilizar como referência o Helicóptero HM-3). (peso dez) (BRASIL, 2017, p. 17)(não publicado)

Equipamento com grande capacidade de emprego estratégico o radar SABER M200 MULTIMISSION, possui requisitos físicos condizentes com suas capacidades. Assim nos ROA 144 e 145 as questões logísticas de transporte e deslocamento são apresentadas.

ROA 144) O Sist Rdr MA - Mult deve possuir dimensões físicas, incluindo os acessórios, que permita a todos os seus subsistemas serem transportados e operados em configurações móveis e/ou transportáveis montado(s) em:

- a) NO MÁXIMO, 3 (três) Plataformas de Transporte terrestres;
- b) Plataforma(s) de Transporte terrestres que lhe confira(m) mobilidade e tração compatíveis com o peso do Sist Rdr MA - Mult; e
- c) viatura(s) de, NO MÁXIMO, 15 Ton (quinze toneladas) que circule(m) por rodovia de acordo com a legislação em vigor. (peso dez ROA 145) Os módulos e partes componentes do Sist Rdr MA - Mult devem ter dimensões compatíveis que permitam seu transporte em aeronaves Anv C-130 e KC-390. (peso dez) (BRASIL, 2017, p. 21)(não publicado)

Finalizado o levantamento dos ROA mais expressivos ao estudo realizado dentre os 160 (cento e sessenta) descritos, pode ser visto que o projeto do radar SABER M200 MULTIMISSION conta com a AAAe em todas as suas necessidades.



Figura 5 - Radar SABER M200 MULTIMISSION, unidade radar

Fonte: Acervo CTEEx

3 ANÁLISE E RESULTADOS

Após o término da reunião de dados bibliográficos em sites de pesquisa na internet e documentos referentes ao assunto em questão, o presente trabalho buscou comparar as necessidades do Exército Brasileiro com o desenvolvimento ou aquisição de um radar de contrabateria e os requisitos empregados no desenvolvimento do radar SABER M200 MULTIMISSION.

Diante das pesquisas realizadas nesse trabalho, foram levantados diversos requisitos obrigatórios para ambos os projetos. Como resultado das pesquisas foram observados pontos em comum entre os radares e pontos de divergência que influenciariam direta ou indiretamente nos resultados.

3.1 PONTOS DE SEMELHANÇA ENTRE OS REQUISITOS

Ao analisar os RTA 63 e 64 do radar de contrabateria, pode ser observado que é deve ser empregado no máximo 9 (nove) pessoas para montagem e

desmontagem do equipamento. No ROA 01 do radar SABER M200 MULTIMISSÃO, é impositivo que a guarnição do radar deve ser de no máximo 9 militares.

Analisando o RTA 21 do radar de contrabateria e o ROA 103 do MULTIMISSÃO, é possível verificar uma semelhança na capacidade de classificação automática dos equipamentos. Considerando a diferença entre as finalidades de emprego e as missões, ambos os radares devem ser capazes classificar de maneira automática os alvos detectados.

3.2 PONTOS DE DIVERGÊNCIA ENTRE OS REQUISITOS

Analisando os diversos requisitos impostos nos documentos tratados nesse estudo, surgem divergências entre as necessidades e capacidades dos equipamentos, visto que suas finalidades de emprego são diferentes mesmo ambos sendo radares destinados a artilharia.

De acordo com os RTA 1 a 6 no radar de contrabateria, o equipamento deve possuir a probabilidade de detecção acima de 80% em todos os calibres descritos nos RTA. No entanto, devido a variação de calibres descritos o radar deve possuir capacidades diferentes para cada um conforme a tabela abaixo.

Calibre	RCS correspondente	Alcance de detecção
Granada menor calibre	Granada Mtr a partir de 60mm	10 km
Granada maior calibre	Granada Mtr a partir de 120mm	18 km
Obus menor calibre	Obus de calibre a partir de 105mm	25 km
Obus maior calibre	Obus de calibre a partir de 155mm	40 km
Foguete menor calibre	Foguetes SS-30	45 km
Foguete maior calibre	Foguetes SS-40	50 km

Tabela 3- Capacidades desejadas para o radar de contrabateria

Fonte: O autor

Conforme descrito nos ROA 35 a 37 e 42 a 44, o radar SABER M200 MULTIMISSÃO deve com seu radar primário ser capaz de detectar e rastrear vetores aéreos nos modos de operação vigilância e busca, respectivamente, com diferentes dimensões a distâncias distintas, conforme exposto abaixo.

Função	RCS correspondente	Alc min	Alc max	Teto
Vigilância	Aeronave de carga de asas fixas ou rotativas	30 km	200 km	20 km
Vigilância	Aeronave de ataque de asas fixas ou rotativas	30 km	135 km	10 km
Vigilância	Míssil	30 km	75 km	5 km
Busca	Aeronave de carga de asas fixas ou rotativas	15 km	120 km	20 km
Busca	Aeronave de ataque de asas fixas ou rotativas	15 km	80 km	10 km
Busca	Míssil	15 km	40 km	5 km

Tabela 4- Capacidades previstas para o radar SABER M200 MULTIMISSÃO

Fonte: O autor

Analisando as tabelas acima pode ser visto que a única RCS que possui semelhança em ambos os radares é a do foguete SS-40 e do míssil. No entanto, o alcance mínimo para detecção do alvo com RCS semelhante ao do foguete SS-40 é de 50 km enquanto na função busca do SABER M200 o alcance mínimo é de 15 km e o máximo é de 40 km.

Prosseguindo na análise dos dados levantados no capítulo anterior, outro fator que vem de conflito nos requisitos é a necessidade do modo de transporte dos equipamentos. De acordo com o RTA 45, o radar de contrabateria deve ser transportado em um único traslado como um todo, em no máximo uma aeronave da Força Aérea.

Observando o ROA 144 do radar SABER M200 MULTIMISSÃO, é dito que deve ser respeitado o número máximo de 3 plataformas de transporte, sendo elas limitadas a 15 toneladas cada, pois devem ser compatíveis com o equipamento transportado. Assim ao analisar esse assunto verifica-se que não há compatibilidade entre os volumes dos equipamentos, tendo o equipamento do radar SABER M200 MULTIMISSÃO um volume superior ao requerido descrito como requisito absoluto para o radar de contrabateria.

Conforme abordado anteriormente, o emprego de ambos os radares é distinto devido as suas capacidades e necessidades. O radar de contrabateria necessita de uma maior mobilidade enquanto o de DAAe permanece por longos períodos em uma mesma posição em virtude de seu grande alcance. Assim pode ser observado nos RTA 63 e 64 que o radar de contrabateria deve ser capaz de alterar sua condição de pronto para ser deslocado para condição totalmente operacional e funcionando em menos de 30 min e realizar o procedimento inverso em tempo menor que 15 min. Em contrapartida o radar SABER M200 MULTIMISSÃO tem descrito no ROA 16 que não é aceitável passar de 2h para sair do estado de deslocamento administrativo para o estado operacional ou realizar o procedimento inverso.

3.3 ENTREVISTA COM O INTEGRANTE DO GRUPO DE PROJETO ESPECIAL RADAR

Na busca em aprofundar a pesquisa a respeito do radar SABER M200 MULTIMISSÃO, foi realizada uma entrevista com o Maj Eng Mil Heraldo Cesar Alves Costa, integrante do Grupo de Projeto Especial Radar, do Centro Tecnológico do Exército (CTEx). Durante a entrevista foram abordadas questões sobre as capacidades e necessidades do radar SABER M200 MULTIMISSÃO na detecção de alvos descritos no EB20-RTLI-04.014, Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais, Radar de Contrabateria do Sistema de Artilharia de Campanha, 1ª Edição, 2019.

Ao ser perguntado ao entrevistado sobre a capacidade do radar SABER M200 MULTIMISSÃO em detectar granadas de artilharia ou de morteiro, o entrevistado respondeu que não foram realizados testes nesse sentido pois o radar não foi desenvolvido para esse fim. No entanto, há uma estimativa de que o radar de busca consiga detectar essas granadas entre 18 e 40 km de distância do radar, dependendo do armamento, com taxa de atualização de 1 segundo.

Ao ser perguntado ao entrevistado sobre a capacidade do radar SABER M200 MULTIMISSÃO em detectar os foguetes SS-30 e SS-40, o entrevistado respondeu

que não foram realizados testes nesse sentido pois o radar não foi desenvolvido para esse fim. No entanto, estima-se que o radar de busca consiga detectar os foguetes SS-30 e SS-40 a uma distância de 30 a 60 km e 40 a 70 km do radar, respectivamente, com taxa de atualização de 1 segundo.

Após abordar a capacidade do radar SABER M200 MULTIMISSION em detectar granadas e foguetes, foram abordadas questões a respeito da capacidade do equipamento em questão fornecer dados referentes a posição de lançamento e de impacto das munições. Sendo assim o Maj Alves respondeu que o radar SABER M200 MULTIMISSION não possui tais funcionalidades pois para estimar o ponto de partida ou de impacto do projétil, sendo necessário possuir um algoritmo específico para esse fim, além de ter uma forma adequada de apresentar essa informação ao usuário, uma vez que o radar foi desenvolvido para atender a Defesa Antiaérea. No entanto, por ser um radar multimissão definido por software, é possível adicionar uma missão contrabateria ao radar com essa funcionalidade. Para isso, seria necessária a pesquisa e desenvolvimento dos algoritmos de estimação da posição de partida e de impacto alterando o software de interface com usuário, não sendo necessário realizar alteração de hardware para esse fim.

Ao abordar sobre as necessidades de radar em operar com suas três viaturas, o entrevistado respondeu que é necessário a utilização de duas viaturas, sendo elas a do radar e do gerador, podendo ser suprimida a viatura do operador dependendo do tipo da missão. Seguindo pelas necessidades do radar SABER M200 MULTIMISSION, foi ao ser perguntado sobre a necessidade de utilização de alguma viatura centro de comando e controle, o entrevistado respondeu que é necessário haver algum sistema com capacidade para receber as informações do radar. Não sendo necessário que esse sistema esteja em um COAAe

Finalizando a entrevista foi perguntado ao Maj Alves que se caso as capacidades do radar SABER M200 MULTIMISSION em realizar a detecção dos fogos de contrabateria sejam satisfatórias, quais seriam as distâncias mínima e máxima de emprego desse radar em uma possível utilização como radar de contrabateria. Em sua resposta o entrevistado respondeu que O SABER M200 MULTIMISSION, com as missões previstas atualmente, não é capaz de ser empregado como radar de contrabateria. No entanto, caso seja implementada uma missão de contrabateria nesse radar, com base na missão busca existente hoje, estima-se que a distância mínima e máxima de detecção seriam, 16 e 70 km. Com alteração de parâmetros, é possível reduzir a distância mínima, mas isso implica ou em redução da distância máxima ou em piora da taxa de atualização dos alvos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES

Diante do cenário atual as Forças Armadas brasileiras buscam manter-se na vanguarda do preparo e emprego de suas tropas. Desse modo investem na aquisição, pesquisa e desenvolvimento de equipamentos e conhecimentos em diferentes áreas de emprego.

Diretamente ligado aos objetivos do país, apresentam-se duas necessidades da Força Terrestre capazes de alavancar seu poder de combate. Essas necessidades são expressas na ausência de um radar de média altura, capaz de realizar a vigilância e busca de aeronaves, voltado ao emprego da artilharia antiaérea e a deficiência na realização da busca de alvos de contrabateria por não possuir um radar de contrabateria.

Buscando suprir a necessidade de um equipamento que atenda as lacunas da AAAe no tocante a média altura, teve início o processo de desenvolvimento do radar SABER M200 MULTIMISSÃO. Balizado por diversos requisitos operacionais o radar tem como objetivo realizar as missões de vigilância, busca e de tiro, em um só equipamento.

Ao realizar a análise dos requisitos pode ser observado que o radar SABER M200 MULTIMISSÃO é um equipamento capaz de realizar a vigilância do espaço aéreo em todas as direções cobrindo uma grande área graças ao seu alcance de utilização. Aliado à sua versatilidade está o requisito mobilidade, sendo o equipamento montado em 3 (três) viaturas sobre rodas, podendo ser transportado por aeronaves como o C-130 e o KC 390, proporcionando seu transporte a fim de atuar em todos os pontos do território nacional em pouco tempo.

Seguindo pelo caminho de necessidade de materiais, a artilharia de campanha carece da capacidade de realizar busca de alvos de contrabateria. Sendo assim foi publicado em 2019 o EB20-RTLI-04.014, Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais, Radar de Contrabateria do Sistema de Artilharia de Campanha, com o objetivo de orientar sobre a aquisição de um radar de contrabateria.

A análise dos requisitos presentes no documento acima citado, expõe os parâmetros a serem alcançados através da compra ou desenvolvimento do equipamento destinado a busca de alvos de contrabateria. Podem ser citados os requisitos onde é impositivo que o equipamento deve ser transportado como um todo em uma aeronave C- 130 ou KC 390, que seu tempo de entrada em posição deve ser de no máximo 30 min e sua saída de posição em até 15 min, além de ser capaz de detectar os pontos de partida e impacto de diferentes calibres de morteiros, obuseiros e lançadores de foguete.

Sendo assim, foi verificado através da coleta de dados que o radar SABER M200 MULTIMISSÃO não atenderia as necessidades impostas pelos requisitos previstos no EB20-RTLI-04.014, com sua atual composição. Seu desenvolvimento foi voltado a atender as necessidades da artilharia antiaérea, fornecendo informações e dados dedicados as necessidades da defesa antiaérea.

Diante dessa questão, o radar SABER M200 MULTIMISSÃO não atende as necessidades de cumprir as imposições previstas pelos requisitos de um radar de contrabateria uma vez que:

- o tempo necessário para entrada e saída de posição é superior ao imposto;
- a RCS detectadas pelo radar SABER tem valores maiores que as impostas;
- o radar não é capaz de realizar o cálculo estimado da posição de lançamento e de impacto de projéteis detectados;
- o equipamento radar não classifica os projéteis como granadas e foguetes; e
- sua composição em três viaturas ultrapassa as necessidades de transporte por aeronaves impostas no EB20-RTLI-04.014.

Diante das análises realizadas através da coleta de dados em documentos e da realização de entrevista com um membro da equipe responsável pela pesquisa e desenvolvimento do radar SABER M200 MULTIMISSÃO, foram verificadas semelhanças entre os radares em questão. Assim foi abordado que há possibilidade de realizar alterações de hardware e software no projeto atual do radar SABER M200 MULTIMISSÃO, possibilitando capacitar esse equipamento a realizar atividades como radar de contrabateria.

Ao realizar o presente trabalho atingiu seu objetivo principal de responder aos questionamentos levantados a respeito do emprego do radar SABER M200 MULTIMISSÃO no levantamento de alvos de contrabateria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro **EB20-MC-10.206 Fogos**, 1ª Edição, 2015.

- BRASIL. Ministério do Exército. Exército Brasileiro. **C 6-121: Busca de alvos na artilharia de campanha**. 1. ed. Brasília, DF, 1978

- BRASIL. Ministério do Exército. Exército Brasileiro. **C 6-21: Artilharia da Divisão de Exército**. 1. ed. Brasília, DF, 1994

- BRASIL. Ministério do Exército. Exército Brasileiro EB60-ME-23.XXX (MINUTA) Manual de Ensino Princípios Básicos de Radar, 1 ed. Brasília, DF, 2019.

- BRASIL. Ministério da Defesa. **Manual de Guerra Eletrônica para Emprego em Operações Combinadas. MD32-M-02**, 2007.

- BRASIL, Estado-Maior do Exército. EB20-RO-XX.XXX(MIUTA):REQUISITOS OPERACIONAIS (RO) Sistema Radar de Média Altura – Multimissão (Sist Rdr MA – Mult), ed. Brasília, DF, 2017

- BRASIL, Estado-Maior do Exército **EB20-RTL-04.014, Requisitos Técnicos, Logísticos e Industriais, Radar de Contrabateria do Sistema de Artilharia de Campanha**, ed. Brasília, DF, 2019.

- _____(a). _____. **Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica (MAGE)**. Brasília, DF: Comando-Geral de Operações Aéreas, COMGAR, 2012

- _____(b). _____. **Medidas de Proteção Eletrônica (MPE)**. Brasília, DF:Comando-Geral de Operações Aéreas, COMGAR, 2012

- Acervo do Centro Tecnológico do Exército (CTEx)

- THALES RAYTHEON SYSTEMS. **AN/TPQ-37 - Firefinder Weapon Locating System**. Massy Cedex France, 2003.

- O Radar SAAB GIRAFFE 4A, reduzindo o efeito “Steth” DEFESA AÉREA E NAVAL, 2016. Disponível em

:<<https://www.defesaaereanaval.com.br/geopolitica/radar-saab-giraffe-4a-reduzindo-o-efeito-stealth?print=print> > Acesso em: 2 ABRIL DE. 2021

-Israel Aerospace Industries. **ELM-2084 MMR. Disponível em:**
<https://www.iai.co.il/p/elm-2084-mmr> > Acesso em: 26 ABRIL DE. 2021