

**MARINHA DO BRASIL  
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA  
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE ALEXANDRINO**

**CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM GUERRA ELETRÔNICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**AERONAVE UH-15 E SEUS RECURSOS DA GUERRA ELETRÔNICA**



**PRIMEIRO-TENENTE LEONARDO DA SILVA CORDEIRO**

Rio de Janeiro  
2023

PRIMEIRO-TENENTE LEONARDO DA SILVA CORDEIRO  
AERONAVE UH-15 E SEUS RECURSOS DE GUERRA ELETRÔNICA

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Alexandrino como requisito parcial à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Guerra Eletrônica.

Orientadores:

CT Sidney Freitas Pandini

CT Willian Sathler Lino Soares

CIAA  
Rio de Janeiro  
2023

PRIMEIRO-TENENTE LEONARDO DA SILVA CORDEIRO

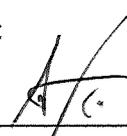
AERONAVE UH-15 E SEUS RECURSOS DE GUERRA ELETRÔNICA

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Alexandrino como requisito parcial à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Guerra Eletrônica.

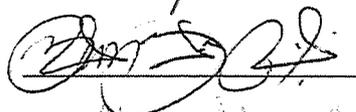
Aprovada em 23 de novembro de 2023

Banca Examinadora:

CF Alessandro Roberto dos Santos, DSc – CIAA



CT Sidney Freitas Pandini – ESQDHU - 41



CT Willian Sathler Lino Soares, MSc – CASOP



CIAA  
Rio de Janeiro  
2023

Dedico esse trabalho à minha noiva Mariana cujo apoio incondicional foi um dos pilares para que eu seguisse firme no objetivo. Obrigado pela compreensão em meus momentos de ausência. Te amo.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, quero agradecer a Deus e a São Judas Tadeu que regem minha vida e me dão saúde, sabedoria e fé para que eu não me perca no caminho frente aos desafios que a vida impõe, minha eterna devoção e agradecimento por suas bênçãos. À minha amada mãe e irmã, pilares de minha existência, agradeço por todo amor, apoio e confiança. Vocês são a razão pela qual persisto e busco sempre ser melhor, sem vocês não seria quem sou hoje. À minha noiva, com seu carinho e paciência inesgotáveis, agradeço por estar ao meu lado em cada passo, tornando esta jornada mais leve e cheia de amor, te amo. Um agradecimento especial ao meu orientador, cuja dedicação, paciência e orientação foram fundamentais para a realização deste trabalho. Seus conselhos moldaram não apenas este TCC, mas também minha trajetória acadêmica, obrigado. Por fim, mas não menos importante, agradeço ao meu amigo aviador naval Patuelli, sua generosidade em compartilhar conhecimentos e experiências enriqueceu imensamente esta pesquisa. A camaradagem e a paixão pela aviação que compartilhamos foram uma fonte inestimável de inspiração. Nossos esforços valeram a pena. A todos que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho, meu sincero agradecimento.

“Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim.”

Nikola Tesla

## AERONAVE UH-15 E SEUS RECURSOS DE GUERRA ELETRÔNICA

### **Resumo**

Em tempos de avanços tecnológicos, a Guerra Eletrônica vem ganhando cada vez mais espaço no cenário atual da guerra moderna, se mostrando fator determinante para o sucesso em conflitos de qualquer escala. Seus sensores tecnológicos abrem uma gama de possibilidades a quem dominar o Espectro Eletromagnético. Frente a isso, surge a necessidade de estar sempre atualizado perante o cenário mundial. Nesse contexto, O Ministério da Defesa elaborou um projeto para adquirir aeronaves de asas rotativas e de captação de tecnologia, e deste projeto a Marinha do Brasil recebeu a aeronave H225M para se manter atualizada no que diz respeito a aviação de combate e a sensores de Guerra Eletrônica. Este trabalho explora as capacidades da aeronave H225M, com foco em seus recursos de Guerra Eletrônica, destacando sua importância estratégica para a Marinha do Brasil, passando pela evolução da guerra eletrônica, definição de conceitos e a necessidade de aeronaves bem equipadas para manter a capacidade operativa da Marinha do Brasil para o cumprimento de diversas missões.

**Palavras- Chave:** Guerra Eletrônica; aeronave; H225M; aviação naval.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Amazônia Azul .....	11
Figura 2.1 – Interações eletromagnéticas no campo de batalha.....	13
Figura 2.2 – Ramificações da Capacidade de Guerra Eletrônica .....	15
Figura 2.3 – Sensores do Sistema IDAS 3 .....	17
Figura 2.4 – Sistema RWR.....	18
Figura 4.1 – Primeira Aeronave EC725 totalmente construída no Brasil recebida pela MB...24	
Figura 4.2 – Equipamentos disponíveis a frente do piloto.....	26
Figura 4.3 – Câmera FLIR da aeronave H225M.....	27
Figura 4.4 – Imagem da câmera FLIR.....	27
Figura 4.5 – Aeronave EC725 acionando Flares.....	28
Figura 4.6 – Sensores do IDAS 3 no H225M.....	29
Figura 4.7 – TDMS.....	30
Figura 4.8 – JDD.....	31
Figura 4.9– H225M operando junto com um Navio Patrulha.....	32

## LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAM	<i>Air – Air Missile</i>
AGE	Atividade de Guerra Eletrônica
CGE	Capacidade de Guerra Eletrônica
CSAR	Busca e Salvamento de Combate
EB	Exército Brasileiro
EEM	Espectro Eletromagnético
GE	Guerra Eletrônica
FAB	Força Aérea Brasileira
FFAA	Forças Armadas
FLIR	<i>Forward Looking Infra Red</i>
IDAS	<i>Integrated Defence Aid Suite</i>
IFF	<i>Identification Friend or Foe</i>
JDD	<i>Jet Dilution Device</i>
LWS	<i>Laser Warning System</i>
MAE	Medidas de Ataque Eletrônico
MAGE	Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministério da Defesa
MGE	Medidas de Guerra Eletrônica
MPE	Medidas de Proteção Eletrônica
MWS	<i>Missile Warning System</i>
PEM	Programa Estratégico da Marinha
PLS	<i>Personal locator System</i>
RCS	<i>Radar Cross Section</i>

RWR	<i>Radar Warning Receiver</i>
SAM	<i>Surface– Air Missile</i>
SAR	<i>Search and Rescue</i>
TDMS	<i>Tactical Data Mission System</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>1.1 Apresentação do Problema.....</b>	<b>10</b>
<b>1.2 Justificativa e Relevância.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Objetivos.....</b>	<b>12</b>
1.3.1 Objetivo Geral.....	12
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Contexto Histórico.....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Conceitos da Guerra Eletrônica.....</b>	<b>15</b>
2.2.1 Medidas de Guerra Eletrônica.....	15
2.2.1.1 Medidas de Guerra Eletrônica do H225M.....	16
2.2.1.1.1 Radar <i>Warning Receiver</i> .....	17
2.2.1.1.2 <i>Laser Warning System</i> .....	18
2.2.1.1.3 <i>Missile Warning System</i> .....	18
2.2.2 Medidas de Ataque Eletrônico.....	19
2.2.2.1 <i>Chaff</i> .....	20
2.2.2.2 Flares.....	21
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1 Classificação da Pesquisa.....</b>	<b>22</b>
3.1.1 Quanto aos fins.....	22
3.1.2 Quanto aos meios.....	22
<b>3.2 Limitações do Método.....</b>	<b>22</b>
<b>3.3 Coleta e Tratamento de Dados.....</b>	<b>23</b>
<b>4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Equipamentos eletrônicos da aeronave H225M.....</b>	<b>26</b>
4.1.1 <i>Forward Looking Infra Red (FLIR)</i> .....	26
4.1.2 Sistema IDAS 3.....	28
4.1.3 Radar APS 143.....	29
4.1.4 Equipamentos Adicionais.....	30
<b>4.2 Principais Missões Realizadas pela Aeronave.....</b>	<b>31</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Considerações Finais.....</b>	<b>33</b>

<b>5.2 Sugestões para Futuros Trabalhos.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>35</b>

# **1 INTRODUÇÃO**

Durante esta literatura será exposto o que é a Guerra Eletrônica (GE) e seus campos. Logo após, vamos ver o início do uso das aeronaves de asas rotativas em conflitos e o motivo da aquisição das aeronaves UH-15, por meio do projeto H-XBR, onde inicialmente o helicóptero era denominado EC725 e com o passar do tempo a denominação alterou e atualmente se chama H225M. Com a aeronave contextualizada o trabalho prosseguirá falando de seus equipamentos de Guerra Eletrônica e suas principais capacidades operativas.

## **1.1 Apresentação do Problema**

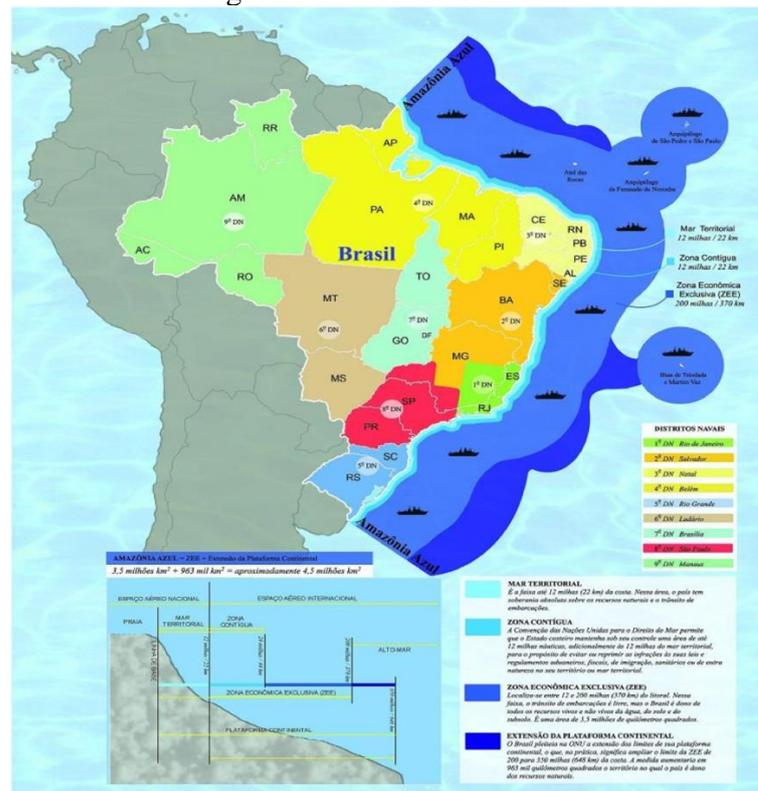
Com o passar dos anos, o avanço tecnológico é um fator determinante para o sucesso em qualquer conflito beligerante. A Guerra Eletrônica vem como principal foco destes avanços e estar bem equipado nesta área é de suma importância para um País de proporções continentais como o Brasil. A Aeronave UH-15 é equipada com diversos recursos de Guerra Eletrônica e aumenta em muito a nossa capacidade de superioridade no Espectro Eletromagnético (EEM).

Com as capacidades que serão expostas ao longo deste trabalho, quais seriam as possibilidades da aeronave para auxiliar os meios distritais em Patrulhas Navais e atividades de busca e salvamento?

## **1.2 Justificativa e Relevância**

Com a crescente do uso do EEM fica exposta a necessidade de se manter nivelado frente ao cenário mundial, visto a relevância das proporções e riquezas da Nação. É ilustrado na Figura 1.1 as proporções continentais da Amazônia Azul, a qual é de dever do Brasil de proteger.

Figura 1.1: A Amazônia Azul



Fonte: Marinha do Brasil (2022).

A aquisição da aeronave H225M mostra que o Ministério da Defesa está dando a devida atenção a evolução da Guerra Eletrônica, porém cabe a Marinha do Brasil empregar a aeronave de forma a explorar todas as suas capacidades.

A Marinha do Brasil (MB) possui em andamento o PEM 2040 (Programa Estratégico da Marinha até o ano de 2040), um documento de alto nível estratégico que visa fornecer diretrizes e objetivos para o desenvolvimento e modernização da Marinha ao longo das próximas décadas, culminando em 2040.

É relevante levantar a questão de que, analisando o programa estratégico da MB, fica claro que a visão de futuro da Marinha é dispor de meios e sistemas modernos e tecnologicamente atualizados para a condução das tarefas do Poder Naval nos ambientes da guerra naval moderna, buscando elevado nível de preparo e prontidão, no que tange à doutrina, organização, pessoal, ensino, material, adestramento, infraestrutura e interoperabilidade.

Apesar das restrições orçamentárias, a MB vem em busca da independência tecnológica, algo que é indispensável à Força Naval, que visa defender um país de dimensões continentais, para que desta forma defenda os interesses nacionais e respalde à política externa. Em síntese, observa-se que independente das questões financeiras, o Brasil e a MB devem

definir objetivos e prioridades mais específicos no que diz respeito a superioridade no EEM, que se torna, cada vez mais, um fator preponderante para ter segurança e liberdade.

### **1.3 Objetivos**

Neste tópico irei dissertar sobre o que será abordado durante a pesquisa e quais os tópicos que serão aprofundados.

#### **1.3.1 Objetivo Geral**

No decorrer deste trabalho, será observada uma explanação sobre a Guerra Eletrônica e seus campos específicos, onde em particular serão analisados os recursos de GE incorporados nas aeronaves UH-15 da Marinha do Brasil e explorar suas capacidades o que habilitam esta aeronave a ser um dos principais atores da MB no que diz a atuação no campo do espectro eletromagnético.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Para alcançar o objetivo Geral este trabalho irá passar pelos seguintes objetivos específicos:

- i. Abordar a Aeronave H225M quanto aos seus sensores no campo no EEM.
- ii. Analisar os Recursos de guerra eletrônica da Aeronave em questão.
- iii. Explicar a principal missão na qual o helicóptero opera atualmente.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Com a rápida evolução tecnológica, a Guerra Eletrônica (GE) é um campo da guerra moderno que é de grande relevância na defesa das nações. Mas o que é Guerra Eletrônica? de acordo com publicação que rege a doutrina Básica da nossa Marinha, se conceitua Guerra Eletrônica como:

Conjunto de ações que visam a explorar as emissões do inimigo, em toda a faixa do espectro eletromagnético, com a finalidade de conhecer a sua ordem de batalha, intenções e capacidades e, também, utilizar medidas adequadas para negar, reduzir ou prevenir o uso efetivo dos seus sistemas, enquanto se protege e utiliza, com eficácia os seus próprios sistemas. (BRASIL, 2003)

Na Figura 2.1 pode-se observar um pouco de como estão avançadas as interações eletromagnéticas no cenário atual, onde a maioria dos sistemas de armas utilizam as emissões Eletromagnéticas:

Figura 2.1: Interações eletromagnéticas no campo de batalha.



Fonte: Operações Militares 2019.

### 2.1 Contexto Histórico

Atualmente, a Batalha Naval de Tsushima, que ocorreu em 1905 e foi travada entre a Marinha Imperial Japonesa e a Marinha Russa, é considerada como o início da guerra eletrônica (SOARES, 2023) e mesmo que de forma rudimentar já se mostrou um importante campo que se explorado corretamente, pode dar ampla vantagem sobre seu oponente. Nesta ocasião, os japoneses interceptaram comunicações russas e consequentemente conseguiram

obter a posição da Esquadra oponente.

Com o passar dos anos a Guerra Eletrônica foi se mostrando cada vez mais presente nos principais conflitos e se mostrando um dos principais fatores para o sucesso, onde podemos citar:

- i. Primeira Guerra Mundial: quando se começou a utilizar sinais de comunicação sem fio para transmitir mensagens entre as linhas de frente, tendo sido desenvolvidos os primeiros sistemas de guerra eletrônica para detectar, interceptar e interferir nessas comunicações inimigas (SOARES, 2023).
- ii. Segunda Guerra Mundial: nessa ocasião ocorreu a primeira aparição dos sistemas eletromagnéticos de detecção de aviões, quais sejam, os radares, e através do trabalho realizado pela equipe de criptógrafos em Bletchley Park, no Reino Unido, foi possível quebrar o código da máquina Enigma utilizada pelos alemães (SOARES, 2023).
- iii. Guerra do Vietnã: quando surgiu o conceito de aeronaves *wild weasel*, que são aeronaves de ataque ou caças ‘biplace’ instrumentados para a Guerra Eletrônica (SOARES, 2023).
- iv. Guerra das Falklands: nesta circunstância a Guerra Eletrônica ficou em evidência pelo confronto das avançadas capacidades nesse quesito por parte do Reino Unido e da modesta capacidade de GE da Argentina, como observado na utilização dos sensores aéreos por parte do Reino Unido (SOARES, 2023).

Atualmente está ocorrendo um conflito entre a Rússia e Ucrânia, onde podemos observar diariamente a evolução tecnológica no campo de batalha e como a Guerra Eletrônica vem se tornando cada vez mais crucial, podendo ser constatado na crescente utilização de *drones* e sistemas de interferência eletrônica (SOARES, 2023). Dada a natureza complexa e multifacetada das operações militares contemporâneas, fazendo com que as nações envolvidas não busquem apenas vantagem no campo de batalha convencional, mas também busquem o domínio do espectro eletromagnético para garantir uma vantagem estratégica significativa. Dentre as vantagens frente ao oponente que estamos observando no conflito citado podemos citar como as principais (SOARES, 2023):

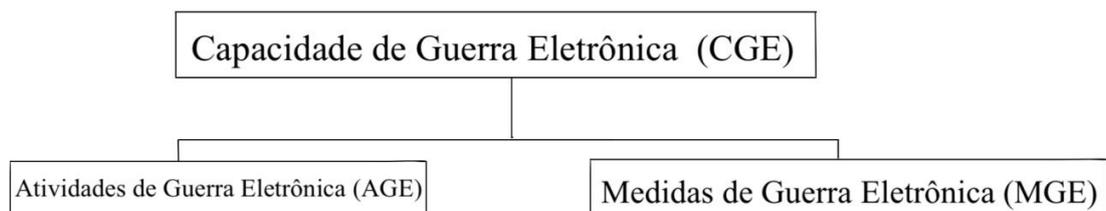
- i. Interrupção das comunicações inimigas;
- ii. Interferência nos sistemas radar e navegação;
- iii. Sistemas de armas guiados eletronicamente;

- iv. Guerra psicológica através de mensagens de texto a tropa inimiga; e
- v. Largo uso de *drones* para diversas funções como: ataque de ponto, interceptação de comunicações, esclarecimento de terreno e etc.

## 2.2 Conceitos da Guerra Eletrônica

Para seguir a compreensão do que é a Guerra Eletrônica e sobre suas ramificações vamos passar pela Capacidade de Guerra Eletrônica (CGE) que é o somatório de meios e recursos de toda ordem que permita ao Poder Naval empreender eficazmente ações de GE em proveito de suas operações (SOARES, 2023). Essa por sua vez se ramifica em duas: Atividades de Guerra Eletrônica (AGE) e Medidas de Guerra Eletrônica (MGE). A Figura 2.2 ilustra a divisão acima citada.

Figura 2.2: Ramificações da Capacidade de Guerra Eletrônica



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

### 2.2.1 Medidas de Guerra Eletrônica

De acordo com o Manual de Guerra Eletrônica da Marinha do Brasil (2003) as MGE são definidas como: “As Medidas de Guerra Eletrônica (MGE) reúnem as ações que caracterizam o emprego de uma capacidade de GE em apoio direto a uma operação de guerra naval” (BRASIL, 2003).

Com enfoque nas MGE, estas englobam as ações de GE efetivamente realizadas o decorrer de uma operação de guerra naval. Sua natureza é exclusivamente tática e seu emprego eficaz deve estar amparado por um planejamento cuidadoso e pela capacidade dos equipamentos e das táticas utilizadas (Brasil, 2003).

As Medidas de Guerra Eletrônica se dividem em:

i. Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica:

Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE) que é o conjunto de ações visando busca, interceptação, identificação e localização eletrônica das fontes de energia eletromagnética irradiada no ambiente eletrônico de uma força e/ou unidade a fim de permitir a análise, o imediato reconhecimento de uma ameaça e/ou sua posterior exploração (Brasil, 2003).

ii. Medidas de Ataque Eletrônico:

Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) que é o conjunto de ações tomadas para evitar ou reduzir o uso efetivo, por parte do inimigo, do espectro magnético bem como degradar, neutralizar ou destruir a sua capacidade de combate por meio de equipamentos e armamentos que utilizem o espectro este espectro. São divididas em destrutivas e não destrutivas (Brasil, 2003).

iii. Medidas de Proteção Eletrônica:

Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) que é o conjunto de ações tomadas para proteção de pessoal, instalações, meios e equipamentos a fim de assegurar o uso efetivo do espectro eletromagnético, a despeito do emprego de MGE por forças amigas e inimigas. São divididas em Anti-MAE e Anti-MAGE (Brasil, 2003).

### 2.2.1.1 Medidas de Guerra Eletrônica do H225M

Dentre as medidas de apoio a Guerra Eletrônica, este trabalho irá destacar as que se apresentam no Helicóptero H225M.

A Aeronave em questão dispõe do sistema IDAS 3 (Saab, 2023), que nada mais é que um conjunto de equipamentos para medidas de proteção eletrônica da aeronave utilizado pelas Forças Armadas Brasileiras, como descrito abaixo:

“O IDAS é um sistema de autoproteção de guerra eletrônica produzido pela Saab que integra sensores capazes de alertar a tripulação de uma aeronave sobre ameaças e acionar, de maneira automática contramedidas defensivas como os lançadores *Chaff & Flare*. O sistema é instalado pela Helibras nas aeronaves militares que operam na Marinha, Exército e Força Aérea Brasileira (Saab, 2023)”

Esse sistema possui subsistemas que em conjunto fazem a proteção da aeronave em ambientes hostis, são eles: RWR, LWS, MWS e por estarem integrados os sensores trabalham em conjunto e podem acionar automaticamente as contramedidas eletrônicas *Chaff* e *Flare*, caso necessário (Saab, 2023). Na figura 2.3 pode-se ver todos os sensores que compõem o sistema desenvolvido pela empresa Sueca Saab:

Figura 2.3: Sensores do Sistema *IDAS 3*.

## Technical data

### IDAS-3 Physical and Power Consumption Characteristics

Unit	Dimensions (mm)	Mass/Unit (kg) – typical	Quantity	28 V DC Power Consumption/Unit (W) - typical
EW Controller (EWC300)	193x359x124	10.0	1	100
RWS-300 Dual Front End Receiver	170x40x220	2.5	2	30
RWS-300 0.7-40 GHz Spiral Antenna	110x110x67.5	0.5	4	5
LWS-310 Sensor	115x90x76	1.0	4	4
MAW-300 Sensor	134x130x130	2.0	4	8.4
TDCU (Optional)	128x127x120	2.0	1	28
BOP Series <sup>3</sup>	236x128x60 <sup>2</sup>	<2 <sup>1</sup>	Up to 32	14

### CIDAS Physical and Power Consumption Characteristics



IDAS-3 system

Fonte: Saab Technologies (2013).

### 2.2.1.1.1 Radar *Warning Receiver*

*O Radar Warning Receiver (RWR)* é um sistema de interceptação eletrônica com a finalidade de detecção, classificação e alerta de ameaças. Este sistema eletrônico desempenha um papel crucial na defesa da plataforma na qual é instalado. Ele é caracterizado pelo baixo custo e relativa simplicidade e desempenha a função de classificar e alertar sobre potenciais ameaças (SOARES, 2023).

Ainda sobre o RWR, seu funcionamento permite rastrear a presença de radares por meio de análise de emissões eletromagnéticas, provenientes das plataformas atacantes, como por exemplo: dados como largura de pulso, frequência e intervalo de repetição de pulso os quais são comparados com os dados armazenados previamente na biblioteca do equipamento, quando é feita a identificação do tipo da ameaça e sua marcação, após isso, caso necessário, é dado um alarme apropriado, este alarme pode ser visual ou sonoro e dá, ao operador da plataforma defendida pelo sistema, a possibilidade de executar manobras defensivas com a antecedência necessária (SOARES, 2023).

Esta tecnologia é amplamente utilizada em aeronaves militares, sendo composta por um conjunto de quatro antenas dispostas de forma a estarem defasadas de  $90^{\circ}$  que quando juntas fazem uma cobertura em 360 graus da plataforma. Na Figura 2.4 abaixo pode-se ver um exemplo de RWR.

Figura 2.4: Sistema RWR.



Fonte: Northrop Grumman (2020).

### ***2.2.1.1.2 Laser Warning System***

O *Laser Warning System* (LWS), é um sistema que possui a capacidade de prover um alarme ao operador da plataforma defendida caso esta esteja recebendo radiação laser. Com a sua finalidade específica de prover identificação rápida e conseqüentemente alarmar o operador, para que este obtenha a direção da fonte do feixe laser pelo qual está sendo atacado (AFSS).

Sendo um sistema com sua característica principal em ser passivo, tipicamente possui 3 subsistemas de processamento: óptico, de detecção e processamento, onde quando o laser é detectado pelo processador óptico, então é transmitido em um sinal digital partindo do subsistema de detecção para o subsistema de processamento o qual é comparado com as informações contidas no banco de dados de assinaturas previamente carregado com informações de possíveis hostis e a partir deste ser gerada um aviso ao operador da plataforma defendida ou para um sistema automático de defesa com a classificação da ameaça para que seja acionada a contramedida mais apropriada para o tipo de ameaça (SOARES, 2023).

### ***2.2.1.1.3 Missile Warning System***

O *Missile Warning System* (MWS) é um sistema passivo que visa detectar, rastrear e alertar sobre possíveis ameaças de mísseis com emissão infravermelha o qual é utilizado em aeronaves militares e possui alta sensibilidade à radiação ultravioleta ou infravermelha. O sistema foi criado para atuar visando detectar o rastro e emissão infravermelha do corpo de mísseis SAM (Surface– Air Missile), os quais são mísseis disparados de plataformas de superfície contra alvos aéreos, e misseis AAM (*Air – Air Missile*), que são misseis disparados

de plataformas aéreas contra alvos também aéreos (SOARES, 2023).

Assim como os sistemas de proteção citados anteriormente, este sistema ao detectar uma ameaça através dos sensores espalhados estrategicamente pela aeronave. Uma vez que a ameaça é identificada os sensores podem determinar a direção de aproximação do míssil, o que é crucial para o piloto decidir a melhor manobra evasiva a ser executada ou qual contramedida utilizar.

Vale ressaltar que dada a crescente ameaça de sistemas simples de mísseis terra-ar, em combates assimétricos, projetados para serem transportados e operados por uma pequena equipe ou até mesmo por uma única pessoa e tem a capacidade de atingirem uma aeronave em voo baixo e médio fazem com que o MWS torne-se um componente essencial para as aeronaves militares que podem vir a atuar em território hostil (Castro, 2023).

### **2.2.2 Medidas de Ataque Eletrônico**

Abordando as Medidas de Ataque Eletrônico (MAE), estas são o conjunto de ações tomadas para evitar ou reduzir o uso efetivo do EEM pelo oponente, bem como degradar, neutralizar ou destruir sua capacidade de combate por meio de equipamentos e armamentos que utilizem este espectro (BRASIL, 2003).

As MAE podem ser classificadas em duas categorias principais: Não-Destrutivas e Destrutivas. Essa distinção se baseia na natureza dos efeitos que essas medidas causam nos sistemas eletrônicos inimigos. Neste trabalho vão ser abordadas apenas as não destrutivas, as quais tem como finalidade interferir, perturbar ou negar temporariamente o funcionamento dos equipamentos inimigos sem causar danos, já as destrutivas visam danificar fisicamente os sistemas oponentes (BRASIL, 2003).

Abordando as MAE Não-Destrutivas, estas podem ser subdivididas em três categorias principais:

- i. Supressão Eletromagnética: Esta refere-se à aplicação de interferências eletromagnéticas direcionadas, com o objetivo de prejudicar, neutralizar ou degradar a capacidade do oponente de utilizar seus sistemas e dispositivos eletromagnéticos (BRASIL, 2003).
- ii. Despistamento Eletromagnético: Este visa ocultar, confundir, enganar ou induzir o ao erro os equipamentos eletrônicos do oponente. O Despistamento basicamente

cria ou modifica informações nas plataformas inimigas (BRASIL, 2003).

- iii. Armas de Energia Direcionada: São dispositivos que emitem e concentram energia eletromagnética de forma a degradar ou interromper temporariamente o funcionamento dos sistemas inimigos (BRASIL, 2003).

Com enfoque nas MAE`S disponíveis na aeronave H225M, este trabalho irá dar enfoque no campo das medidas de ataque eletrônico que visam o Despistamento Eletromagnético, onde se encontram o *Chaff* e o *Flare*.

### **2.2.2.1 Chaff**

O *Chaff* é uma técnica de despistamento mecânico, as quais possuem a característica de não requerer o uso ativo de emissões eletromagnéticas. O funcionamento do último consiste na criação de uma nuvem de alvos falsos para confundir os sistemas de detecção de inimigos. Este tem a capacidade de refletir a energia irradiada por radares inimigos e assim confundi-los.

O termo *chaff* refere-se a pequenas partículas metálicas ou materiais reflexivos que são dispersos no ar. Este possui um custo relativamente baixo e pode ser confeccionado por diversos materiais como: nylon revestido de prata e fibra de vidro revestida de alumínio (SOARES, 2023).

Em relação a como funciona o *chaff*, este quando liberado no ambiente, funciona como um refletor de ondas eletromagnéticas. Ao receber ondas eletromagnéticas provenientes de um emissor devolve as mesmas em direção a um receptor de forma que ao refletir as ondas forme alvos falsos de seção reta radar (RCS) semelhantes a uma aeronave real. Com múltiplos alvos falsos na tela radar, fica mais difícil identificar qual é o alvo real sobrecarregando os sistemas de detecção oponentes (SOARES, 2023).

Vale ressaltar que as partículas citadas anteriormente são projetas em um tamanho específico, preferencialmente com a metade do comprimento de onda do sinal emitido pelo radar-alvo (ADAMY, 2011, p. 32).

Atualmente, o *chaff* é considerada a MAE mais bem-sucedida, porém com a ressalva de que por ser lançada no ambiente, esta fica ao sabor das condições climáticas acabando por não ser seletiva logo podem afetar sensores amigos (SOARES, 2023).

Esta MAE possui três formas de lançamento que são comumente usados e são utilizados para situações diferentes, são eles (SOARES, 2023):

- i. Confusão: As nuvens de *chaff* são lançadas a 2km da posição de lançamento com a finalidade de despistar mísseis antes do lançamento, sistemas radar e operadores.
- ii. Distração: Utilizado enquanto o míssil ainda está em sua fase de busca, isto é, quando ainda está procurando o alvo.
- iii. Sedução: Este é utilizado quando o míssil já adquiriu o alvo e atua de duas maneiras diferentes: *centroide* que consiste em aumentar a seção reta radar do alvo espalhando o *chaff* próximo a plataforma defendida de forma que o míssil busque o centro da nuvem formada e *Dump* que consiste em desviar o míssil em direção a uma nuvem de *chaff* afastada da plataforma defendida.

### 2.2.2.2 Flares

Os *flares* são uma Medida de Ataque Eletrônico os quais são lançados por aeronaves a fim de confundir os sensores de mísseis guiados por infravermelho. Estes liberam uma fonte de calor intenso na medida correta para que se comportem como alvos falsos e atraiam os mísseis ou sistemas de rastreamento infravermelho (SOARES, 2023).

São utilizados principalmente contra mísseis guiados por infravermelho. Essa categoria de mísseis é considerada a de mais difícil detecção por não emitirem sinal radar e geralmente são lançados próximos e por trás da aeronave, o que diminui ainda mais o tempo para que o piloto possa tomar alguma medida (KOCH, 2006, tradução do autor).

Possuem características específicas para que realmente consigam atrair os mísseis, os quais estão cada vez mais evoluídos e vem apresentando proteções como sensores eletro-ópticos secundários que auxiliam na distinção entre *flares* e alvos (KOCH, 2006, tradução do autor).

## 3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido com o propósito de formular uma solução ao problema apresentado anteriormente. Nesta seção, será abordada a metodologia adotada, delineando o tipo de pesquisa realizada e destacando a abordagem exploratória empregada para tratar o tema. Além disso, este irá discorrer sobre os procedimentos técnicos utilizados na coleta

de dados, abordando as dificuldades enfrentadas durante a elaboração desta literatura. A Análise realizada visa proporcionar uma visão abrangente sobre o tema abordado neste trabalho.

### **3.1 Classificação da Pesquisa**

Neste tópico do trabalho será descrita o tipo de pesquisa abordada e os meios pelo qual o trabalho foi confeccionado.

#### **3.1.1 Quanto aos fins**

Este trabalho adotou uma abordagem de pesquisa explicativa e descritiva para explorar o tema. Por meio de uma pesquisa focada em expor o tema de maneira a trazer ao leitor uma visão sobre os sensores de Guerra Eletrônica da aeronave e quais missões estes proporcionam a aeronave. O conjunto das abordagens acima citadas proporciona uma rápida compreensão sobre o tema e proporciona uma visão geral ao leitor sobre as missões

#### **3.1.2 Quanto aos meios**

A presente pesquisa fundamentou-se em uma abordagem de revisão bibliográfica, caracterizada pela análise crítica e sistematizada de diversas fontes documentais

. A revisão se iniciou através da consulta de publicações da Marinha do Brasil especializadas sobre o tema, manuais, artigos científicos, livros sobre o assunto, de forma que permitiu que fosse feita uma análise aprofundada e segura sobre o tema.

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas. (GIL, 2002, p. 44)

### **3.2 Limitações do Método**

A condução da pesquisa ficou limitada quando o âmbito foi a Marinha do Brasil devido as publicações disponíveis estarem desatualizadas, algo que é notoriamente relevante, visto que um assunto como Guerra Eletrônica que está em constante atualização e

desenvolvimento. Para mitigar esta limitação foram utilizados livros, publicações e artigos do Exército Brasileiro (EB) e Força Aérea do Brasileira (FAB).

### **3.3 Coleta e Tratamento de Dados**

Na fase inicial deste estudo, procedeu-se com um abrangente levantamento da literatura pertinente ao tema, buscando fundamentar e contextualizar o leitor com conceitos e fundamentos da guerra eletrônica. Para isso foram utilizados: livros, publicações e artigos científicos confiáveis, o que reflete na essência a definição citada abaixo pela qual GERHARDT (2009) definiu coleta de dados.

A coleta de dados é a busca por informações para a elucidação do fenômeno ou fato que o pesquisador quer desvendar. O instrumental técnico elaborado pelo pesquisador para o registro e a medição dos dados deverá preencher os seguintes requisitos: validade, confiabilidade e precisão. (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

## 4 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Visando o desenvolvimento da indústria aeroespacial nacional para a produção de helicópteros, se deu o início do projeto H-XBR pelo Ministério da Defesa (MD) (BRASIL, 2003). O projeto inicial previa a construção de 50 helicópteros de médio porte, onde estava previsto o investimento de mais de 66 milhões de euros, os quais seriam divididos entre as Forças Armadas e para uso da Presidência da República (BRASIL, 2003). Para o desenvolvimento do projeto, foi formado um consórcio composto pela empresa francesa AIRBUS HELICOPTERS e pela Brasileira HELIBRAS, com o acordo sendo firmado em 2008 (BRASIL, 2003). A Divisão inicial para as aeronaves foi: 16 Aeronaves ao Exército, 16 Aeronaves a Marinha, 18 Aeronaves a Força Aérea e Duas Aeronaves a Presidência (BRASIL, 2003). A Figura 4.1 ilustra a primeira Aeronave do projeto, a qual foi totalmente produzida no Brasil e foi entregue a Marinha do Brasil em meados de 2014.

Figura 4.1: Primeira Aeronave EC725 totalmente construída no Brasil recebida pela MB.



Fonte: Ministério da Defesa (2014).

A Aeronave exibida na figura acima foi a Décima segunda entregue pelo projeto H-XBR. As onze primeiras foram produzidas inicialmente na França e finalizadas em solo Brasileiro (HELIBRAS, 2014). O projeto inicial não focava apenas na construção das aeronaves, mas também na integração dos armamentos específicos, logística do projeto,

formação e capacitação de recursos humanos, além da transferência da tecnologia (BRASIL, 2003). O Modelo é um biturbina podendo chegar ao peso de decolagem de até 11 toneladas, equipado com rotor de cinco pás com alcance de até 600MN. Atualmente é operada por 20 países ao redor do mundo em missões SAR (*Search and Rescue*) devido a seus recursos (AIRBUS, 2023). O H-225M foi desenvolvido para operar principalmente em missões como (BRASIL, 2003):

- i. Busca e Salvamento (SAR).
- ii. Busca e Salvamento de Combate (CSAR).
- iii. Transporte Tático de Tropas e de Cargas.
- iv. Esclarecimento e proteção de superfície e marítima.
- v. Transporte de autoridades.
- vi. Transporte aeromédico.

O H225M tem a capacidade de ser lançado tanto de aeródromos tanto como de helipontos em terra. A Marinha do Brasil recebeu 3 versões da aeronave em questão, todas já foram recebidas como previsto no projeto inicial, são elas:

- i. UH-15: É a versão mais básica dentre os três modelos disponíveis. Sua configuração, embora simples, torna-se mais leve em comparação aos outros modelos e assim fornece robusta capacidade de transporte sendo voltada principalmente para este fim obtendo papel crucial nas operações aéreas da Marinha.
- ii. UH-15A: A versão UH-15A da aeronave, por sua vez, representa uma versão mais evoluída em comparação ao modelo citado a cima, dispondo do pacote C-SAR que auxilia na Busca e Resgate em Combate além do EWS que auxilia nas proteções eletrônicas da aeronave.
- iii. AH-15B: Com a sua principal função sendo o esclarecimento e ataque esta é equipada com: o Radar APS 143 o qual possui a capacidade de monitorar simultaneamente até 200 contatos com um alcance de até 200MN, o console tático TDMS e pode ser equipada com o míssil *Exocet*.

A aeronave em questão destaca-se perante as outras por seus equipamentos eletrônicos, os quais fornecem grande vantagem na guerra moderna. Apesar da vantagem tecnológica a aeronave acaba se tornando complexa e conseqüentemente o piloto que conduz

esta aeronave necessita estar bem adestrado devido a gama de informações que fica a sua frente como ilustrado no Figura 4.2 abaixo.

Figura 4.2: Equipamentos disponíveis a frente do piloto



Fonte: O Autor.

## 4.1 Equipamentos eletrônicos da aeronave H225M

Esta parte do trabalho irá dissertar sobre os equipamentos de guerra eletrônica presentes na aeronave em estudo e falar sobre o que estes agregam em capacidade da aeronave.

### 4.1.1 *Forward Looking Infra Red (FLIR)*

Comumente conhecida como câmera FLIR ou no inglês “*Forward Looking Infra Red*” é uma câmera que detecta a radiação infravermelha, a qual é emitida por objetos que irradiem calor (ADAMY, 2015). Essa capacidade torna a FLIR extremamente útil para operações de busca, reconhecimento e operações noturnas. A câmera apresenta uma imagem em alta resolução e colorida a grandes distâncias, o está fixa em uma plataforma que consegue girar a câmera em 360 graus, como mostra a Figura 4.2 (AIRBUS HELICOPTERS, 2014):

Figura 4.3: Câmera FLIR da aeronave H225M.



Fonte: AIRBUS HELICOPTERS (2014).

Como a aeronave foi pensada para operações no mar, foi levada em consideração o balanço dos navios e do helicóptero, sendo assim, esta dispõe de um sistema de estabilização automática que proporciona a câmera acompanhar automaticamente os alvos para os quais ela está apontada, visando um conforto ao piloto para que este não precise ficar acompanhando o alvo manualmente (AIRBUS HELICOPTERS, 2014)

Vale ressaltar que a câmera FLIR possui 2 monitores de repetição de imagem, um para os pilotos da aeronave e outro que fica no console do *Tactical Data Mission System* (TDMS) o qual será comentado e ilustrado a frente. Para a apresentação da imagem nos referidos monitores a câmera dá a opção de exibir a imagem térmica ou a colorida para uma melhor avaliação do operador como exemplificado na figura 4.4.

Figura 4.4 – Imagem da câmera FLIR.



Fonte: O Autor.

### 4.1.2 Sistema IDAS 3

O Sistema IDAS (*Integrated Defence Aid Suite*) 3 foi projetado pela empresa Saab com o intuito de proteger aeronaves no ambiente da guerra moderna, onde a cada dia as ameaças eletrônicas estão mais desenvolvidas (Helibras, 2021).

O Sistema é composto por 3 sensores que já foram citados anteriormente, são eles: RWR, MAWS e LWS. Cada sensor possui seu conjunto de antenas e trabalham em conjunto para proteger a plataforma, são integrados com o sistema de disparo do *chaff* e *flare* para despistar mísseis guiados por radar e calor, como ilustrado na figura 4.5.

Figura 4.5 – Aeronave EC725 acionando *Flares*.



Fonte: Helibras (2013).

Os sensores do sistema de Guerra Eletrônica citado anteriormente ficam espalhados pela aeronave de forma que consiga fornecer uma proteção contra ameaças em todas as direções. Estes sensores ficam dispostos como ilustrado na Figura 4.6

Figura 4.6 – Sensores do IDAS 3 no H225M.



Fonte: O Autor.

#### 4.1.3 Radar APS 143

A Aeronave é equipada com o Radar APS-143, também conhecido como “*OceanEye*”, desenvolvido pela empresa Telephonics Corporation, foi projetado visando ser utilizado tanto em aeronaves de asa fixa quanto em de asas rotativas (TELEPHONICS, 2022).

A antena do radar fica abaixo do nariz da aeronave, algo que limita os locais de pouso do helicóptero devido a sensibilidade do equipamento, o que é levado em consideração para o planejamento das operações no qual é empregado.

Este funciona na banda X e possui um alcance de até 200 milhas náuticas, capacidade de acompanhar até 200 contatos simultaneamente e possui vários modos de busca como por exemplo: Busca MTI que consiste em apagar automaticamente alvos fixos, imagem de abertura sintética que gera uma imagem da superfície do terreno ou contato visando uma melhor identificação do alvo ou terreno, modo de varredura lateral, busca IFF (*Identification Friend or Foe*) esse modo de busca vai além de apenas identificar um alvo mas também através de pulsos específicos emitidos pela aeronave, fazer a classificação se o alvo é “amigo” ou “inimigo” e por fim a de busca de superfície (TELEPHONICS, 2022).

O Radar apresenta uma tela de visualização no TDMS, onde em 2 monitores o

operador consegue configurar para que junto com a imagem radar ele possa colocar a imagem do FLIR ou uma carta náutica, dependendo da missão. Na figura 4.7, pode-se ver o console do TDMS sendo operado.

Figura 4.7 – TDMS.



Fonte: O Autor.

#### 4.1.4 Equipamentos Adicionais

O H225M ainda dispõe de outros recursos para auxiliar a guerra eletrônica e o cumprimento das missões as quais se propõe a fazer. Como equipamento adicional pode-se citar o *Personal locator System* (PLS) que se faz necessário em missões CSAR devido a sua função de localizar algo em território inimigo através de um sinal criptografado transmitido por esse equipamento (AIRBUS, 2023)

Seguindo sobre outros equipamentos a aeronave é equipada com um *Jet Dilution Device* (JDD), um diluidor de calor o qual é instalado na saída dos gases do motor da aeronave e possui a função de diminuir a assinatura infravermelha do helicóptero, e desta forma diminuir a suscetibilidade a equipamentos que são guiados por infravermelho.

Figura 4.8 – JDD.



Fonte: O Autor.

## 4.2 Principais Missões Realizadas pela Aeronave

Atualmente, as principais missões realizadas pelo H225M são de busca e salvamento. Com seus equipamentos de busca como a câmera térmica e o radar de longo alcance a aeronave vem se destacando pela capacidade de localizar embarcações e pessoas desaparecidas no mar.

Com sua velocidade de deslocamento muito superior à dos navios, a utilização dessas aeronaves em atividades SAR aumenta em muito a possibilidade de salvar a vida humana, embora seja limitada pelo alcance da aeronave.

Para mitigar o problema do raio de atuação da aeronave, é necessária a operação conjunta entre navio e aeronave, onde o navio se desloca até a vítima e a leva até o alcance do helicóptero, fazendo o translado para que ele leve quem necessita de cuidados de forma mais rápida até o hospital, como comumente ocorre no Quarto Distrito Naval em Belém do Pará, conforme ilustrado na figura 4.8.

Figura 4.8 – H225M operando junto com um Navio Patrulha.



Fonte: O autor.

## **5 CONCLUSÃO**

Em um mundo onde a tecnologia e as ameaças eletrônicas avançam a um ritmo acelerado, a capacidade de domínio do espectro eletromagnético tornou-se vital para a soberania e a defesa de uma nação. A aquisição do H225M aumenta em muito a capacidade da Marinha do Brasil de manter a salvaguarda da vida humana no mar e patrulhar suas águas jurisdicionais.

A aeronave H225M, ao longo de nossa análise, demonstrou ser uma peça instrumental para a Marinha do Brasil no campo da Guerra Eletrônica. Esta aeronave, com sua avançada gama de sensores e sistemas defensivos, como o IDAS 3, representa o que há de melhor na marinha no campo da guerra moderna. A introdução e integração desta aeronave nas forças armadas do Brasil ilustram como a marinha segue preocupada em se manter atualizada frente ao cenário mundial, mantendo o compromisso de estar sempre preparada frente o cenário atual de conflitos e buscar o melhor para o país. Também vale ressaltar que a aeronave em questão não só agrega na parte da Guerra eletrônica, mas também em missões de transporte logístico de tropas e material.

### **5.1 Considerações Finais**

Ao longo deste trabalho, ficou claro que apesar do alto valor investido pelo ministério da defesa no projeto de aquisição da aeronave H225M, ao utilizar o helicóptero seja embarcado aumentando o raio de alcance da esquadra brasileira, seja em missões partindo de helipontos em terra, esta aeronave não só simboliza o compromisso da Marinha com a inovação tecnológica, mas também fica evidente que a Marinha do Brasil compreendeu a importância da superioridade no espectro eletromagnético.

Neste fito, durante o trabalho foram abordados diversos sensores que o H225M possui e em como eles aumentam a capacidade de domínio do espectro eletromagnético de quem possui esta aeronave em um cenário onde o avanço no campo da guerra eletrônica, conforme apresentado, não é apenas uma questão de defesa, mas também de inteligência, como ficou expresso já na batalha de Tsushima e ainda se mostra hoje na guerra da Ucrânia. Levando em consideração este cenário, a integração de tecnologias avançadas em uma única plataforma, como o H225M, o qual proporciona a Marinha do Brasil a uma gama de possibilidades no que diz o uso do EEM .

## **5.2 Sugestões para Futuros Trabalhos**

A Aeronave H225M é um assunto de alta complexidade, e grandes possibilidades para estudo. Sugere-se que os próximos trabalhos abordem temas como: um estudo comparativo com outras aeronaves não somente da MB mas também das outras FFAA e uma análise quantitativa com os pilotos, comparando a capacidade de identificação dos sensores da aeronave com os de navios distritais.

## REFERÊNCIAS

- ADAMY, David L. **Electronic Warfare Pocket Guide**. Raleigh: Scitech Publishing Inc., 2011.
- ADAMY, David L. **EW 101: A First Course in Electronic Warfare**. Norwood: Artech House, 2001.
- ADAMY, David L. **EW 104: EW Against a New Generation of Threats**. Norwood: Artech House, 2015.
- ADAMY, David L. **Introduction to Electronic Warfare: Modeling and Simulation**. Norwood: Artech House, 2003.
- AFSS. **Laser Warning Systems**. Disponível em: <https://aresfss.com/laser-warning-systems/>. Acesso em: 6 de Junho de 2023.
- AIRBUS HELICOPTERS. **H225M**. França. 2014. Disponível em: [https://www.helibras.com.br/website/docs\\_wsw/RUB\\_38/tile\\_173/H225M-BR-0515E.pdf](https://www.helibras.com.br/website/docs_wsw/RUB_38/tile_173/H225M-BR-0515E.pdf). Acesso em 07 jun 2023.
- AIRBUS. **The H225 is the choice of commercial operators and governmental agencies for its long range and all-weather search and rescue (SAR) capabilities. As a reference in its field, the H225's autopilot provides precision, stability, flight envelope protection, and pilot assistance – including dedicated search and rescue (SAR) upper modes**. Disponível em: <https://www.airbus.com/en/products-services/helicopters/civil-helicopters/h225>. Acesso em: 05 de Agosto de 2023.
- BRASIL. Comando de Operações Navais. **ComOpNav-521. Manual de Guerra Eletrônica**. Rio de Janeiro, 2003.
- BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-305 doutrina Básica da Marinha**. 2. Rev. Brasília, DF, 2014.
- BRASIL. Exército. 1º Batalhão de Aviação do Exército. **Manual de Manobras da Aeronave jaguar**. Taubaté, SP, 2016.
- BRASIL. Exército. 1º Batalhão de Aviação do Exército. **Manual de Manobras da Aeronave jaguar**. Taubaté, SP, 2016.
- BRASIL. Força Aérea Brasileira. **MCA 355-1 Manual de Defesa Antiaérea**. Brasília, DF, 2017.
- BRASIL. Marinha do. **PEM 2040**. (n.d.). Mil.Br. Retrieved October 21, 2023. Disponível em: [https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pem\\_2040/book.html](https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pem_2040/book.html). Acesso em: 19 de outubro de 2023.
- CASTRO, F. **Defesas contra mísseis guiados por infravermelho**. KC-390 sai do hangar para o mundo, [S. l.], n. 12, p. 62-89, 2014. 26 jun. 2023.

DEFENSE UPDATE. **Missile Approach Warning Systems (MAWS)**. Disponível em: <https://www.defense-update.com>. Acesso em: 19 de outubro de 2023.

DEFESA. Ministério da. **Exército Recebe Primeira Aeronave Ec725**. Disponível em: [https://www.eb.mil.br/web/midia-imprensa/o-que-vai-pela-forca/-/asset\\_publisher/FPJORbAA3k44/content/exercito-recebe-primeira-aeronave-ec725?inheritRedirect=false](https://www.eb.mil.br/web/midia-imprensa/o-que-vai-pela-forca/-/asset_publisher/FPJORbAA3k44/content/exercito-recebe-primeira-aeronave-ec725?inheritRedirect=false). Acesso em: 03 de Abril de 2023.

DEFESA. Ministério da. **Projetos estratégicos**. Outubro de 2020. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/industria-de-defesa/copy\\_of\\_cartilha\\_projetosestrategicos\\_pt\\_final\\_site.pdf](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/industria-de-defesa/copy_of_cartilha_projetosestrategicos_pt_final_site.pdf). Acesso em: 01 de Junho de 2023.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa**. 1. ed.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GRUMMAN. Northrop. **AN/APR-39 Digital Radar Warning Receiver Family**. Disponível em: [https://www.northropgrumman.com/what-we-do/air/an-apr-39-digital-radar-warning-receiver-family#:~:text=The%20AN%2FAPR%2D39D\(V\)2%20is%20a,all%20onboard%20sensors%20and%20countermeasures](https://www.northropgrumman.com/what-we-do/air/an-apr-39-digital-radar-warning-receiver-family#:~:text=The%20AN%2FAPR%2D39D(V)2%20is%20a,all%20onboard%20sensors%20and%20countermeasures). Acesso em: 17 de Agosto de 2023.

HELIBRAS. **Helibras apresenta o primeiro H225M Naval armado**. 26 outubro 2016. Disponível em: [https://www.helibras.com.br/website/po/press/Helibras-apresenta-o-primeiro-H225M-Naval-armado\\_415.html](https://www.helibras.com.br/website/po/press/Helibras-apresenta-o-primeiro-H225M-Naval-armado_415.html). Acesso em: 03 de outubro de 2023.

HELIBRAS. **Helibras entrega primeiro EC725 produzido no Brasil**. 13 Junho 2014, Disponível em: [https://www.helibras.com.br/website/po/press/Helibras-entrega-primeiro-EC725-produzido-no-Brasil\\_86.html](https://www.helibras.com.br/website/po/press/Helibras-entrega-primeiro-EC725-produzido-no-Brasil_86.html). Acesso em: 18 de Junho de 2023.

HELIBRAS. **Helibras realiza entrega da primeira versão Operacional do H225M à Marinha do Brasil**. Disponível em: [https://www.helibras.com.br/website/po/press/Helibras-realiza-a-entrega-da-primeira-vers%C3%A3o-Operacional-Naval-do-H225M-%C3%A0-Marinha-do-Brasil\\_562.html](https://www.helibras.com.br/website/po/press/Helibras-realiza-a-entrega-da-primeira-vers%C3%A3o-Operacional-Naval-do-H225M-%C3%A0-Marinha-do-Brasil_562.html) Acesso em 23 ago 2023.

IAI. **Missile Approach Warning Systems (MAWS)**. Disponível em: <https://www.iai.co.il/p/elm-2160-flight-guard#:~:text=The%20MAWS%20detects%20all%20types,dozens%20of%20aircraft%20and%20helicopters>. Acesso em: 19 de outubro de 2023.

ISTEC. **Laser Warning System (LWS)**. Disponível em: <https://www.istec.co.uk/product/laser-warning-system-lws/>. Acesso em: 05 de Maio de 2023.

KOCH, E.-C. **Pyrotechnic Countermeasures: II. Advanced Aerial Infrared Countermeasures**. Weinheim: Wiley-VCH, 2006.

MACEDO. Cap. Rodrigo do Valle. **Possibilidades de Emprego de Sistemas de Autoproteção de Guerra Eletrônica nas Aeronaves da Aviação do Exército.** Disponível em: <https://ciavex.eb.mil.br/pegasus/pegasus17/sma.html>. Acesso em: 03 de Julho de 2023.

NICOLACI, ANGELO. **H225M – Saab fará a manutenção do sistema IDAS no Brasil.** Acesso em 10 jun 2023. Disponível em: <https://www.brasildefesa.com.br/2023/h225m-saab-fara-a-manutencao-do-sistema-idas-no-brasil/>

OPERAÇÕES MILITARES. **Guerra Eletrônica – Generalidades.** Abril de 2019. Disponível em: <http://operacoesmilitaresguia.blogspot.com/2012/09/guerra-eletronica-introducao.html>. Acesso em: 02 de Dezembro de 2023.

SAAB. SAAB em foco Brasil passa a realizar manutenção do IDAS. 2023. Disponível em: [https://www.saab.com/globalassets/markets/brazil/5.-saab-em-foco/2023/saabemfoco01\\_2023#:~:text=O%20IDAS%20%C3%A9%20um%20sistema,como%20os%20lan%C3%A7adores%20Chaff%20%26%20Flare](https://www.saab.com/globalassets/markets/brazil/5.-saab-em-foco/2023/saabemfoco01_2023#:~:text=O%20IDAS%20%C3%A9%20um%20sistema,como%20os%20lan%C3%A7adores%20Chaff%20%26%20Flare). Acesso em: 02 de dezembro de 2023.

SOARES, W. S. L. **Introdução a Guerra Eletrônica.** Rio de Janeiro, 2023. Notas de Aula.

SOARES, W. S. L. **Medidas de Ataque Eletrônico.** Rio de Janeiro, 2023. Notas de Aula.

SUITE. Sirius Airborne Ew. **Integrated defensive aids suites.** Disponível em: <https://www.saab.com/contentassets/51ecf1ff8a0948ffa2b188e373a61e9d/idas>. Acesso em: 05 de outubro de 2023.

TELEPHONICS. **APS-143C(V)3 OceanEye.** Nova York. 2022. Disponível em: <https://www.telephonics.com/product/aps-143cv3-oceaneye>. Acesso em 28 jul 2023.