

# O EMPREGO DE SISTEMAS DE AUTOPROTEÇÃO DE GUERRA ELETRÔNICA NAS AERONAVES DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO<sup>1</sup>

## THE USE OF ELECTRONIC WARFARE SELF-PROTECTION SYSTEMS ON ARMY AVIATION AIRCRAFT

Daniel Lucas de Freitas da Silva<sup>2</sup>

### RESUMO

Diante de um ambiente de combate cada vez mais dinâmico e hostil, esse trabalho visa a verificar a capacidade de autoproteção de guerra eletrônica (APGE) das aeronaves empregadas pela Aviação do Exército Brasileiro. Para isso, foi feita uma pesquisa bibliográfica exploratória com uma abordagem qualitativa a fim de levantar dados sobre a defesa antiaérea e a ameaça que ela representa à aviação, sobre a autoproteção, seu conceito e seus meios de proteção e seu emprego nos helicópteros do Exército. Com isso, foi possível realizar um panorama das principais ameaças antiaéreas, como mísseis e radares e dos principais sistemas que tem por objetivo combatê-las, como os sistemas de alerta radar, laser e de míssil, e as medidas de ataque eletrônico, com o uso de *chaff* e *flare*. Após essa visão geral e a compreensão da importância do assunto para aumentar as chances de sobrevivência das aeronaves em combate, o artigo passa a analisar os modelos da frota da Aviação do Exército sob a ótica da autoproteção. Ao final, conclui-se que, em se tratando da APGE, há um desequilíbrio entre os helicópteros utilizados: dos cinco modelos em serviço, apenas um possui tecnologia de ponta, enquanto os demais apresentam pouca ou nenhuma estrutura de autoproteção.

**Palavras-chave:** autoproteção de guerra eletrônica; aviação do exército; ameaças antiaéreas.

### ABSTRACT

Given an increasingly dynamic and hostile combat environment, this study aims to verify the electronic warfare self-protection (EWSP) capability of the aircraft employed by the Brazilian Army Aviation. To this end, an exploratory bibliographic research with a qualitative approach was carried out to gather data on air defense and the threat it poses to aviation, on self-protection, its concept and means of protection, and its employment in Army helicopters. This allowed for an overview of the main anti-aircraft threats, such as missiles and radars, and of the main systems aimed at combating them, such as radar, laser, and missile warning systems, and the electronic countermeasures system, using chaff and flare. After this general overview and understanding of the importance of the subject to increase the chances of aircraft survival in combat, the article goes on to analyze the models of the Brazilian Army Aviation fleet from the perspective of self-protection. In conclusion, it is concluded that, regarding EWSP, there is an imbalance among the helicopters used: of the five models in service, only one has state-of-the-art technology, while the others have little or no self-protection structure.

**Keywords:** electronic warfare self-protection; army aviation; anti-aircraft threats.

---

<sup>1</sup> Artigo apresentado em 07 de outubro de 2024 ao Centro de Instrução de Aviação do Exército, tendo como Orientador o Major Edgar Costa de Moraes.

<sup>2</sup> 1º Tenente do Exército Brasileiro, Aluno do Curso de Gerência de Manutenção de Aviônicos. Centro de Instrução de Aviação do Exército (CIAvEx). E-mail: dluucas.freitas@eb.mil.br

## 1 INTRODUÇÃO

A concepção de um objeto voador que pudesse planar e realizar voos verticais é antiga e remonta ao início da Idade Moderna, quando o polímata renascentista Leonardo da Vinci desenhou seu famoso aeroplano em forma de espiral. Cinco séculos depois, o esboço transformou-se na ideia do helicóptero e saiu do papel.

Desenvolvidos num período de guerras, tão logo começaram a ser produzidos, já foram empregados em diversos conflitos armados devido a sua capacidade de aeromobilidade: na 2ª Guerra Mundial, em 1944, de modo ainda incipiente; na Guerra da Coreia, na década de 50, onde foi amplamente empregado para operações de evacuação e resgate médico de feridos, transporte de material e de tropa; na Guerra do Vietnã, em 1967, o helicóptero também passou a ser empregado como meio de ataque, com sistemas de armas e mísseis embarcados (HEIKELL, 2005). Durante esses e outros conflitos, as aeronaves desenvolveram-se cada vez mais, tornando-se mais confiáveis, mais robustas e mais tecnológicas.

Contudo, se por um lado, os meios aéreos se desenvolveram e se consolidaram como um importante vetor de combate, por outro, também foram criadas medidas de defesa antiaéreas para fazer frente a esse avanço. No decorrer do século XX, foram criados e aprimorados os armamentos antiaéreos (mísseis terra-ar e teleguiados) e os meios de não comunicações (radares e sensores) oferecendo condições de rastreamento e abate desse modal, tornando-o vulnerável no campo de batalha.

Segundo Macedo (2012), metade dos helicópteros perdidos até os últimos conflitos no Iraque e no Afeganistão foram abatidos por hostilidade de fogo e ameaças similares relacionadas à defesa antiaérea. A evolução dessas ameaças multiplicou-se de tal forma que, se antes o sucesso de uma missão era consequência exclusiva da habilidade do piloto em planejar uma rota de voo contornando zonas de radares e realizar manobras táticas para evitar o engajamento por mísseis, hoje, a sobrevivência das aeronaves em combate está diretamente ligada aos seus sistemas de autoproteção.

Dada a importância dos meios de contramedida contra mísseis e radares, esse trabalho tem como tema “a autoproteção de Guerra Eletrônica em helicópteros” e como objeto de pesquisa “a autoproteção de Guerra Eletrônica nas aeronaves empregadas na Aviação do Exército (Av Ex)”.

Diante da temática apresentada no objeto de pesquisa, o artigo científico terá como objetivo responder à seguinte questão norteadora: as aeronaves da Aviação do

Exército possuem sistemas de autoproteção capazes de fazer face às ameaças antiaéreas atuais?

Com vistas a responder a questão supracitada, este trabalho seguirá os objetivos listados a seguir.

O objetivo geral dessa pesquisa será verificar se há a existência dos sistemas de autodefesa de guerra eletrônica instalados a bordo dos helicópteros empregados no Exército Brasileiro.

Servindo como base para que se alcance o objetivo geral desta obra, foram elaborados os seguintes objetivos específicos:

- a) descrever as ameaças da defesa antiaérea;
- b) conceituar e descrever os meios de autoproteção de guerra eletrônica (APGE), e
- c) citar as aeronaves empregadas na Av Ex e identificar seus meios de autoproteção.

Com a escolha do tema, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o assunto em tela com a finalidade de ampliar a compreensão deste e já reunir dados para a realização da pesquisa, a qual será do tipo bibliográfica. Por meio de uma leitura exploratória em materiais já publicados sobre a autoproteção de aeronaves e de documentações sobre os helicópteros da Av Ex, as informações levantadas serão analisadas de maneira indutiva para que se responda a pergunta deste trabalho. A pesquisa será do tipo básica e terá uma abordagem qualitativa.

Na atualidade, o conflito armado entre a Rússia e a Ucrânia, que já dura mais de dois anos, evidencia a importância dos meios de autoproteção para o aumento da capacidade de sobrevivência dos meios aéreos em combate. Segundo Pereira (2023, p. 42) “a existência de meios de autoproteção eletrônica acabou sendo um diferencial importante para a sobrevivência das equipagens em missões de combate, de ambos os lados envolvidos na guerra. A disponibilidade de uso de *chaffs* e *flares*, fornece uma confiança para as tripulações”. Com isso, a relevância deste trabalho justifica-se por investigar se a Aviação do Exército possui essa capacidade em suas aeronaves. Caso não possua, o artigo também trará à luz essa vulnerabilidade, possibilitando debates e o desenvolvimento de soluções, visando aumentar a segurança, poupando vidas e meios em combates.

## **2 AMEAÇAS DA DEFESA ANTIAÉREA**

Para que se entenda melhor sobre a atuação e a importância dos sistemas de autoproteção instalados em aeronaves, é necessário conhecer quais são as ameaças das quais

eles se defendem. Para isso, ao longo desse capítulo, serão abordados os meios empregados pela Artilharia do Exército Brasileiro (EB) para a defesa antiaérea nacional.

Os armamentos antiaéreos do EB incluem mísseis antiaéreos e sistemas de canhões autopropulsados e de canhões rebocados, além dos radares (GONÇALVES, 2019).

## 2.1 RADAR

O radar (*Radio Detection And Ranging*) é um sistema baseado na emissão de ondas de rádio e na análise dos sinais refletidos. Através da medição do tempo entre a emissão do sinal e seu retorno, o radar é capaz de determinar a posição de um objeto e com base na variação de frequência das ondas refletidas, um fenômeno conhecido como efeito Doppler, ele consegue calcular a velocidade do alvo. Dessa forma, é amplamente usado na identificação, na detecção e no rastreamento de objetos à distância (FONTANA; LAURO, 2022). Os radares são classificados conforme suas missões, que serão descritas a seguir.

### 2.1.1 Radar de Vigilância

São empregados para monitorar grandes áreas e identificar potenciais ameaças aéreas, marítimas ou terrestres (FONTANA; LAURO, 2022). Um exemplo desse tipo de equipamento utilizado pelo EB são os radares SABER M60, que é um radar de busca e vigilância em três dimensões desenvolvido para defesa antiaérea de baixa altura e o SABER M200 Multimissão e Vigilante (GONÇALVES, 2019).

O SABER M60 possui um alcance de 60 km de distância (aproximadamente 32,4 nm) e um teto de 5 km de altura (aproximadamente 16.400 ft). O M200, por sua vez, abrange a defesa de média altura, com um alcance de 200 km e um teto de 20 km (aproximadamente 108 mn e 65.600 ft, respectivamente) (COSTA; CARVALHO, 2020).

### 2.1.2 Radar de Rastreamento

De acordo com Fontana e Lauro (2022) os radares de rastreamento são focados em seguir alvos específicos em tempo real, fornecendo informações contínuas sobre sua posição e velocidade. Como exemplificação desse tipo de radar, pode-se citar novamente os radares SABER M60 e M200 Multimissão, os quais realizam tanto a busca quanto a vigilância do espaço aéreo (GONÇALVES, 2019).

### 2.1.3 Radar de Guiamento de Mísseis

São utilizados para guiar sistemas de armas, fornecendo dados de trajetória exatos para que o míssil atinja seu alvo. O guiamento pode ser feito por dois métodos: guiamento semiautomático (SARH), no qual um radar externo ilumina o alvo, e o míssil segue o sinal refletido até o impacto e o guiamento por radar ativo, quando o míssil possui seu próprio radar, tornando-o mais autônomo e eficaz em longas distâncias (FONTANA; LAURO, 2022).

## 2.2 CANHÕES AUTOPROPULSADOS E REBOCADOS

Outro meio de defesa antiaérea são os canhões autopropulsados e os rebocados. No Brasil, há o emprego do sistema de artilharia antiaérea autopropulsado Gepard M1A1, equipado com canhões de 35mm, e os canhões rebocados de 35mm (GDF-001) e 40mm (L70) (GONÇALVES, 2019).

Esses sistemas são eficazes em baixas e médias alturas e têm grande probabilidade de acerto, pois além do tempo de reação reduzido, possuem alta precisão nos comandos de tiro devido à capacidade de detecção e engajamento de alvos em virtude do radar e do sistema de controle de tiro embutidos nos sistemas tanto de 35mm, quanto de 40mm (FRANÇA, 2010).

## 2.3 MÍSSEIS

Segundo França (2010), um míssil é um engenho autopropulsado e não tripulado, cuja rota pode ser alterada após o lançamento, com o objetivo de causar o maior dano possível no alvo. Um exemplo desse tipo de armamento empregado na artilharia antiaérea brasileira são os mísseis 9K38 Igla e o RBS-70 (GONÇALVES, 2019).

Tais artefatos representam uma das principais ameaças para aviação, sobretudo a de asa rotativa, pois se tratam de um míssil do tipo superfície-ar (SAM) e que se destinam a “engajar aeronaves voando a baixa altura, em rota de aproximação ou afastamento”. Além disso, são de fácil utilização e podem ser disparados em solo ou em viaturas ou embarcações em movimento. São do tipo “atire e esqueça”, com seu guiamento realizado por meio do calor emitido pela aeronave. (BRASIL, 2000, p. 1-1; MACEDO, 2012).

## 3 AUTOPROTEÇÃO DE GUERRA ELETRÔNICA EM AERONAVES

A autoproteção de guerra eletrônica (APGE), do inglês *Electronic Warfare Self-Protection* (EWSP), refere-se ao conjunto de ações e sistemas embarcados nas aeronaves para

aumentar sua capacidade de sobrevivência em ambientes hostis. A guerra eletrônica (GE) é uma área militar que visa explorar o espectro eletromagnético para obter vantagem sobre o inimigo, ao mesmo tempo em que protege as próprias forças das ameaças oriundas do uso desse espectro. No contexto das aeronaves, a autoproteção eletrônica busca minimizar a vulnerabilidade de helicópteros e aviões em operações de combate, aumentando sua resiliência contra mísseis, radares, e outras ameaças guiadas por sinais eletromagnéticos ou infravermelhos (MUNIZ, 2021).

A Guerra Eletrônica divide-se em três vertentes principais: Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE), Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) e Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) (BRASIL, 2019, p. 2-5).

As Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE) visam a coletar e examinar informações a partir das emissões eletromagnéticas geradas pelo adversário. Para alcançar esse objetivo, são realizadas as seguintes atividades: interceptação, monitoramento, localização eletrônica, além do registro e análise em contextos de Guerra Eletrônica (BRASIL, 2019, p. 2-6).

As Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) visam eliminar, neutralizar ou enfraquecer a capacidade de combate do inimigo, de modo que ele não consiga usar o espectro eletromagnético de forma eficaz. Isso é realizado por meio de radiação, reirradiação, reflexão, modificação ou absorção intencional de energia eletromagnética, além da destruição física dos sistemas eletrônicos adversários, através de ações ofensivas específicas e especializadas. Essas ações se dividem em duas categorias: não destrutivas, que incluem bloqueios e despistamentos, e destrutivas, que envolvem a emissão de energia direcionada e o guiamento de armas para atingir os alvos (BRASIL, 2019, pp. 2-6 e 3-8).

As Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) consistem em um conjunto de ações defensivas que visam a garantir o uso seguro e eficaz das próprias emissões eletromagnéticas, independentemente das ações ofensivas da Guerra Eletrônica (GE), seja do inimigo ou de aliados, ou de outras fontes de interferência não intencionais. Essas medidas se dividem em ações anti-MAGE, cuja finalidade é impedir que o oponente tenha sucesso nas suas buscas, interceptações, monitoramento e localização eletrônica das emissões amigas, e ações anti-MAE, cuja finalidade é anular ou mesmo reduzir o efeito causado pelas MAE oponente (BRASIL, 2019).

Os helicópteros e outras aeronaves podem ser equipados com uma série de sistemas dedicados à autoproteção contra ameaças antiaéreas. A seguir, destacam-se os principais sistemas e equipamentos empregados para esse fim.

### 3.1 SISTEMAS DE ALARME

Os sistemas de alarme são dispositivos passivos, cujo papel é alertar as tripulações de possíveis ameaças, como a detecção de sinais radar ou a aproximação de mísseis. Esses sistemas têm evoluído significativamente, passando de tecnologias simples para sistemas integrados e altamente sofisticados, como o *Radar Warning Receiver (RWR)*, *Laser Warning Receiver (LWR)*, e o *Missile Approach Warning System (MAWS)* (MUNIZ, 2021). Cada um desses sistemas é projetado para alertar sobre diferentes tipos de ameaças.

#### 3.1.1 *Radar Warning Receiver (RWR)*

O sistema de alerta radar (RWR) detecta emissões de radares inimigos, avisando a tripulação quando a aeronave é rastreada ou iluminada por sistemas de radar adversários (MACEDO, 2012).

**Figura 1 – Sensor RWR**



Fonte: VICTORIO, 2015.

#### 3.1.2 *Laser Warning Receiver (LWR)*

O sistema de alerta laser (LWR) detecta emissões de sistemas a laser, especialmente usados para guiar mísseis. Esse sistema permite uma reação rápida a ameaças de mísseis guiados por laser (MUNIZ, 2021)

**Figura 2 – Sensores LWR**



Fonte: VICTORIO, 2015.

### **3.1.3 *Missile Approach Warning System (MAWS)***

O sistema de alerta de aproximação de míssil (MAWS) detecta o lançamento de mísseis, ativando sistemas de contramedidas automáticas, como o disparo de *chaff* ou *flare* (MACEDO, 2012; MUNIZ, 2021).

**Figura 3 – Sensores MAWS**



Fonte: VICTORIO, 2015.

### 3.2 MEDIDAS DE ATAQUE ELETRÔNICO

Além dos sistemas de alarme, as aeronaves dispõem de sistemas ativos de contramedidas, que têm a função de despistar ou confundir mísseis guiados por radar ou infravermelho. Os dois principais tipos de medidas de ataque eletrônico são *chaff* e *flares*.

#### 3.2.1 *Chaff*

Constitui-se de pequenas tiras metálicas dispersadas no ar para confundir radares inimigos, criando uma “nuvem” que reflete sinais de radar, desviando a atenção do míssil da aeronave para essa falsa assinatura (MACEDO, 2012).

#### 3.2.2 *Flares*

São lançados como contramedida para mísseis guiados por calor. Constituem-se de bastonetes incandescentes que atraem o míssil para longe da aeronave, confundindo o sistema de busca de calor desse armamento (MUNIZ, 2021).

**Figura 4** – HM-4 disparando *flares*



Fonte: ARMAMENTO E DEFESA, 2013.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/aviacao/sistema-de-contramedidas-do-ec725-passa-por-testes-em-voos>>. Acesso em: 05 Set 2024.

### 3.3 SISTEMAS DE INTERFERÊNCIA (*JAMMERS*)

Esses sistemas permitem às aeronaves evitar a detecção por sensores inimigos, dificultando o travamento de mísseis e garantindo maior segurança durante missões em ambientes altamente monitorados. Os *jammers* são equipamentos utilizados para emitir sinais eletromagnéticos que interferem nos sistemas de comunicação e nos radares inimigos (MACEDO, 2012; MUNIZ, 2021).

Existem duas técnicas distintas de interferência, cada qual com a sua finalidade:

#### 3.3.1 *Self-Screen Jamming* (SSJ):

Utilizado para bloquear sinais de radar que estão rastreando a própria aeronave. Impede o rastreamento e o guiamento de mísseis inimigos (MACEDO, 2012).

#### 3.3.2 *Escort Jamming* (EJ):

Usado por aeronaves de escolta para proteger o grupo de voo, interferindo nos radares inimigos que tentam rastrear o grupo. Impedem também o guiamento de mísseis inimigos (MUNIZ, 2021).

## 4 AERONAVES EMPREGADAS NA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO E SEUS MEIOS DE AUTOPROTEÇÃO

A Aviação do Exército Brasileiro (Av Ex) desempenha um papel central nas operações aeromóveis, proporcionando aeromobilidade à tropa e apoiando nas diversas tarefas operacionais (BRASIL, 2021). Em ambientes de combate cada vez mais desafiadores, com o avanço da defesa antiaérea, é bom que as aeronaves estejam equipadas com sistemas de autoproteção eficazes contra uma variedade de ameaças, como mísseis guiados por infravermelho, radares e sistemas de guiamento a laser. A seguir, os helicópteros empregados pela Av Ex serão avaliados quanto aos meios de autoproteção embarcados em cada modelo.

### 4.1 HM-4 JAGUAR (H225M)

O HM-4 Jaguar, também conhecido como H225M, fabricado pela Airbus Helicopters, antiga Eurocopter, é uma das principais aeronaves da Av Ex, adquirida como parte do Projeto H-XBR, que envolveu a aquisição de 50 aeronaves para as Forças Armadas, sendo 16 destinadas ao EB (MACEDO, 2012). Atualmente, é uma das aeronaves mais avançadas da

Aviação do Exército Brasileiro, desempenhando múltiplas funções, que vão desde o transporte de pessoal até ao apoio às missões de tropas especiais. Este helicóptero também possui um conjunto completo de sistemas de Guerra Eletrônica voltados para sua APGE (PISONI, 2022).

#### **4.1.1 Digital Map (DMAP)**

É um sistema o qual possibilita que o piloto navegue por meio de um mapa digital exibido em uma das telas do *cockpit*. O banco de dados do DMAP pode ser atualizado, oferecendo ao piloto a localização exata da aeronave num mesmo formato de carta que a equipe em terra está utilizando, o que melhora a consciência situacional da tripulação (DA SILVA, 2018).

O sistema também permite localizar endereços pelo nome da rua ou pelo CEP, além de identificar pontos de interesse, como delegacias de polícia mais próximas da aeronave. Outra funcionalidade importante é o aviso sobre obstáculos, que é gerado ao traçar um perfil de voo a partir de uma rota definida (DA SILVA, 2018).

Conectado ao sistema de comunicações da aeronave, o sistema possibilita a busca por meio de frequência; assim, ao selecionar uma frequência específica no rádio, é possível identificar a origem da emissão de ondas do radiotransmissor. Com essa informação, após realizar uma triangulação, pode-se estimar com precisão a localização de uma tropa que está tentando contatar a aeronave nessa frequência previamente estabelecida (DA SILVA, 2018).

#### **4.1.2 Rádios**

Na área de segurança das comunicações, os rádios que operam na faixa de frequência VHF do Jaguar têm a capacidade de transmissão com criptografia e salto de frequência. De acordo com Da Silva, 2018: “Os rádios VHF possuem o chamado ‘modo SECCOS’, que consiste em um modo seguro de exploração das comunicações através de criptografia e salto de frequência, proporcionando maior segurança em seu emprego e evitando interferências adversas.”

No rádio HF, utilizado para longas distâncias, há o modo ALE (Automatic Link Establishment), o qual é uma tecnologia que facilita o estabelecimento do enlace entre os rádios. Assim, diminui a carga de trabalho do piloto e torna as comunicações HF mais confiáveis (DA SILVA, 2018).

### 4.1.3 *Anti Collision Avoidance System (ACAS)*

O Sistema Anticolisão é um dispositivo que monitora o espaço aéreo ao redor da aeronave, exibindo na tela dos pilotos a localização de outras aeronaves nas proximidades. O sistema também alerta a tripulação, por meio de sinais sonoros e visuais, quando as aeronaves estão se aproximando demais ou em rota de colisão (DA SILVA, 2018).

**Figura 5** – Tela do ACAS mostrando 3 aeronaves nas proximidades



Fonte: DA SILVA, 2018.

### 4.1.4 *Integrated Defensive Aids Suite (IDAS)*

O conjunto integrado de auxílios de defesa (IDAS) é formado pelo sistema de guerra eletrônica (EWS - *Electronic Warfare System*) e pelo dispensador de medidas defensivas (BOP-L). Como o próprio nome indica, essa suíte integra os sistemas de APGE da aeronave H225M Jaguar, de modo que o sistema tenha a capacidade de realizar alertas e coletas de dados sobre radar, laser e mísseis, de tal modo que, uma vez detectada alguma ameaça, também é capaz de disparar contramedidas. Tudo de maneira automatizada, poupando esforços da tripulação (MUNIZ, 2021; PISONI, 2022).

Conforme as informações do capítulo anterior, o EWS abarca o sistema de alarmes, o qual é composto pelos seguintes equipamentos: RWS, LWS e MAWS, sensores que alertam sobre radar, laser e míssil, respectivamente. Já o BOP-L abarca as medidas de ataque eletrônico, com dispersores de *chaff* e *flares* (MUNIZ, 2021). A estrutura do IDAS está sintetizado na figura abaixo:

**Figura 6 – Estrutura do IDAS**



Fonte: DE SÁ, 2018, *apud* MUNIZ, 2021.

#### 4.1.5 Jet Dilution Device (JDD)

O dispositivo de diluição do jato (JDD) é um acessório que pode ser instalado no Jaguar a fim de diminuir sua assinatura térmica. É uma medida passiva e simples para reduzir as chances da aeronave ser engajada por armamentos com guiamento infravermelho (DA SILVA, 2018).

**Figura 7 – Diferença entra a assinatura térmica de um Jaguar com e sem o JDD**



Fonte: DA SILVA, 2018.

#### 4.2 HA-1 FENNEC AV EX (AS550A2) E HM-1 PANTERA K2 (AS365K2)

O Fennec Av Ex é um helicóptero militarizado que cumpre missões de reconhecimento, vigilância e ataque. O Pantera K2 é, semelhantemente ao outro, um helicóptero militarizado destinado à manobra e ao emprego geral, eles são de origem francesa, fabricados pela Airbus (OLIVEIRA, 2023).

Ambas as aeronaves foram submetidas a um processo de modernização ao longo da década passada. Fruto dessa atualização, esses modelos passaram a contar com aviônicos mais modernos, dentre eles, o equipamento de rádio comunicação, que passou a ter medidas de

proteção eletrônicas (MPE). Com isso, é possível realizar as transmissões de forma segura através dos recursos de criptografia e do salto de frequência (MUNIZ, 2021; PISONI, 2022; RIOS, 2022).

No que tange aos outros aspectos da autoproteção, esses helicópteros não foram adaptados para receber equipamentos que atuem nas áreas de MAGE e MAE – sistemas de alarme e de contramedidas eletrônicas (MUNIZ, 2021; PISONI, 2022).

#### 4.3 HM-2 BLACK HAWK (H-60L) E HM-3 COUGAR (AS532UE)

As frotas do Black Hawk e do Cougar atualmente são as mais antigas da Aviação do Exército. Com mais de 20 anos em serviço, esses helicópteros já estão alcançando o final de suas vidas úteis. Nessa situação, ou as aeronaves são modernizadas e renovam seu tempo de vida útil, ou são descontinuadas e entram no processo de desfazimento, sendo substituídas por modelos mais novos. Como em maio de 2024, os Estados Unidos da América aprovaram a venda de 12 Black Hawk UH-60M novos para o Exército Brasileiro, infere-se que o Comando do EB tenha optado pela segunda alternativa (OLIVEIRA, 2023; EUA... 2024).

Os novos Black Hawk, por ainda não fazerem parte da frota, não serão alvo de estudo desse trabalho. Retornando às aeronaves abordadas nesta seção, elas não contam com nenhum sistema ou equipamento de autoproteção de guerra eletrônica (MUNIZ, 2021).

### 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento deste artigo, foi possível compreender melhor sobre a ameaça que a defesa antiaérea representa às aeronaves em combate. Radares de vigilância e de guiamento, mísseis guiados por calor e sistemas de canhões automáticos constituem-se nos principais obstáculos que transformam o teatro de operações num ambiente incerto e desafiador para as operações aeromóveis. Isso posto, pode-se compreender a relevância dos sistemas de APGE para aumentar as probabilidades tanto de sobrevivência, quanto de sucesso dessas missões.

Atualmente é imprescindível que as aeronaves militares contem com esse tipo de recurso de autodefesa, especialmente as que desempenham a tarefa de ataque, reconhecimento e vigilância, como é o caso do HA-1 Fennec Av Ex, pois terão mais exposição às zonas quentes das regiões de conflito. No entanto, foi visto que o HA-1 não dispõe dessa defesa. Por se tratar de um modelo civil que foi militarizado, não há adaptações para receber equipamentos de autoproteção. O mesmo acontece com o HM-1 Pantera K2, um helicóptero

de manobra, que mesmo não sendo usado para o ataque propriamente dito, está igualmente vulnerável às investidas de mísseis e ao rastreamento de radares inimigos.

O HM-4 Jaguar, diferentemente das demais, é o modelo mais moderno da Aviação do Exército, com muita tecnologia embarcada e um sistema de autoproteção de GE de ponta. O H225M é uma aeronave que foi desenvolvida para o uso militar e conta com um sistema robusto de EWSP. Inclusive, é a única da frota do EB que possui essa capacidade.

Equipado com o conjunto integrado de auxílios de defesa (IDAS), o Jaguar tem condições de realizar Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica realizando a coleta e o monitoramento de sinais de radares, de lasers e do guiamento de mísseis inimigos por meio de seus sistemas de alarme, que incluem os sistemas de alerta radar (RWR), alerta laser (LWR) e o alerta de aproximação de míssil (MAWS). Ele também realiza ações de Medidas de Ataque Eletrônico com o uso de contramedidas de dispersão de *chaff* e *flare*. As medidas de proteção eletrônica, que tem a finalidade de assegurar o uso seguro e eficaz das emissões eletromagnéticas, são garantidas por meio da criptografia e do salto de frequência presente em seu rádio VHF.

Com base em tudo que foi exposto e respondendo a questão norteadora deste artigo, viu-se que há um nível desigual de proteção entre os modelos que compõem a frota da Av Ex. De um extremo, o H225M equipado e preparado para atuar em ambientes hostis, fazendo face às ameaças antiaéreas atuais, do outro, os modelos H-60L e AS532UE com nenhuma estrutura de autodefesa. Entre esses dois extremos estão os AS550A2 e o AS365K2, modelos que foram modernizados e que, embora tenham tido um avanço na área das MPE com a comunicação segura, ainda permaneceram sem as capacidades de APGE. De modo geral, nota-se que há uma lacuna significativa na capacidade de autoproteção nas aeronaves da Aviação do Exército.

Quanto à questão e aos objetivos propostos na introdução deste trabalho, conclui-se que todos foram satisfeitos. Este artigo científico, buscou avaliar a capacidade de autodefesa dos helicópteros do Exército Brasileiro frente as ameaças antiaéreas atuais, sendo relevante para aumentar o nível de consciência sobre a importância do assunto e da situação da frota, estimulando o debate e a implementação de melhorias na área de APGE.

Uma possível solução para aumentar a segurança dos meios aéreos da Av Ex é por meio da aquisição de novos modelos que já possuam um sistema de autoproteção embarcado. Como exemplo, pode-se citar o processo que já está acontecendo com os modelos mais antigos Black Hawk e Cougar, os quais serão substituídos por Black Hawks mais modernos

(UH-60M). Uma oportunidade para futura pesquisa é sobre as capacidades de APGE dessas novas aeronaves, que começarão a ser entregues a partir de 2025.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.201: A Guerra Eletrônica na Força Terrestre**. Brasília, DF, 2019.
- BRASIL. Comando de Operações Terrestres. **Manual de Campanha C 44-62: Serviço da peça do Míssil Iгла**. Brasília, DF, 2000.
- BRASIL. Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.373: BRIGADA DE AVIAÇÃO DO EXÉRCITO**. 1. ed. 2021.
- COSTA, Heraldo Cesar Alves; CARVALHO, Bruno Cosenza de. Pesquisa e Desenvolvimento de Radars de Defesa Antiaérea no Exército Brasileiro. **Informativo Antiaéreo: Publicação Científica**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 12, p. 65-77, dez. 2020. Anual. 1a Bda AAAe - EsACosAAe. Disponível em: [https://www.esacosaae.eb.mil.br/images/images/informativopdf/Informativo\\_Antiareo\\_12\\_-\\_2020.pdf](https://www.esacosaae.eb.mil.br/images/images/informativopdf/Informativo_Antiareo_12_-_2020.pdf). Acesso em: 06 ago. 2024.
- DA SILVA, Rafael S. **O Emprego da aeronave H225M Jaguar, da Aviação do Exército, em proveito às operações de garantia da lei e da ordem em ambiente urbano: uma análise sob a ótica da função de combate movimento e manobra**. 2018. 50 f. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2018.
- EUA aprova venda de 12 UH-60M para o Exército Brasileiro. 2024. Revista Força Aérea. Disponível em: <https://forcaaerea.com.br/eua-aprova-venda-de-12-uh-60m-para-o-exercito-brasileiro/>. Acesso em: 02 set. 2024.
- FONTANA, Simone; LAURO, Federica di. **An Overview of Sensors for Long Range Missile Defense**. 2022. Sensors, 22, 9871. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/s22249871>. Acesso em: 05 ago. 2024.
- FRANÇA, Filipe Lourenço. **A utilização de canhões e mísseis na defesa antiaérea de pontos sensíveis no Território Nacional e suas necessidades de coordenação**. 2010. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Especialização de Artilharia Antiaérea Para Oficiais, Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2010.
- GONÇALVES, Laura Castro. **A DEFESA ANTIAÉREA E A SEGURANÇA DO BRASIL**. 2019. 117 f. TCC (Graduação) - Curso de Relações Internacionais, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019.
- HEIKELL, Johnny. **Electronic warfare self-protection of battlefield helicopters: a holistic view**. 2005. 217 f. Tese (Doutorado) - Curso de Science In Technology, Electrical And Communications Engineering, Helsinki University Of Technology ,Finland, 2005.
- MACEDO, Rodrigo do Valle. **Possibilidades de emprego de sistemas de autoproteção de Guerra Eletrônica nas aeronaves da Aviação do Exército**. 2012, Taubaté, SP. Disponível em: < <https://ciavex.eb.mil.br/pegasus/pegasus17/sma.html> >
- MUNIZ, Marlon de Souza. **GUERRA ELETRÔNICA: o emprego nos helicópteros da aviação do exército brasileiro**. 2021. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialização em Ciên-

cias Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2021.

PEREIRA, Ricardo de Amorim Araújo. **Ensinaamentos do Conflito Rússia – Ucrânia para a Aviação do Exército Brasileiro**. 2023. 54 f. Tese (Doutorado) - Curso de Policy Paper (Especialização em Política, Estratégia e Alta Administração Militar), Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2023.

PISONI, Rodrigo da Silva. **Os meios de reconhecimento, ataque e guerra eletrônica da aviação do Exército Brasileiro em proveito da metodologia de processamento de alvos**. 2022. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialização em Ciências Militares, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2022.

RIOS, João Vitor Barros. **EVOLUÇÃO DAS AERONAVES DE ASAS ROTATIVAS NO CONTEXTO DA RECRIAÇÃO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO**. 2022. 10 f. Artigo Científico (Graduação) - Curso de Curso de Formação e Graduação de Sargento, Centro de Instrução de Aviação do Exército, Taubaté, 2022.

VICTORIO, G. **H-225M**: Força Aérea Brasileira entra em novo patamar. 2015, Campo Grande – MS. Disponível em < <http://portaldefesa.com/h-225m-forca-aerea-brasileira-entra-em-novo-patamar/> >