



AS VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA NAS MEDIDAS DE APOIO À GUERRA ELETRÔNICA

Evandro Calixto Moreira da Cunha Simões^{1*}, Glaucio Ribeiro Lima², André Gustavo de Souza Curityba³, Fernanda Bittencourt Menezes Rocha³

1 – Grupo Especial de Inspeção em Voo (GEIV), Rio de Janeiro - RJ, Brasil

2 – Parque de Material de Eletrônica da Aeronáutica do Rio de Janeiro (PAME-RJ), Rio de Janeiro - RJ, Brasil

3 – Centro de Instrução e Adaptação da Aeronáutica (CIAAR), Lagoa Santa - MG, Brasil

*Autor de contato: evandroecmcs@fab.mil.br

Para citar este artigo:

SIMÕES, E.C.M.C.; LIMA, G.R.; CURITYBA, A.G.S.; ROCHA, F.B.M. As vantagens da utilização do sistema de aeronave remotamente pilotada nas medidas de apoio à guerra eletrônica. **Revista do CIAAR**, Lagoa Santa, v. 1, n. 1, p. 41-57, out. 2020.

RESUMO

O presente trabalho foi elaborado tendo como objetivo identificar as vantagens e desvantagens da utilização, no âmbito do Comando da Aeronáutica, de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) nas Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE). O desempenho dessa atividade na FAB acarreta na utilização de aeronaves tripuladas com um alto custo aos cofres públicos. Além dos custos, a utilização de aeronaves tripuladas neste tipo de atividade expõe a tripulação a risco. Diante da carência de pesquisas avançadas sobre o tema no Brasil, buscou-se o embasamento teórico em publicações internacionais. Foi ainda realizada uma comparação entre o HERMES 900 e o Bandeirante Patrulha P-95M, que são plataformas utilizadas pelo Brasil em atividades de guerra eletrônica, por meio de levantamento bibliográfico, análise documental e pesquisa de campo aplicada na forma de questionário. Do ponto de vista econômico, preocupou-se em verificar, especificamente, a economia de recursos proporcionada com a utilização do RPAS, se comparado ao método tradicionalmente utilizado. Ainda que os resultados obtidos a partir deste estudo não esgotem a temática, eles podem conduzir a futuras investigações na área. Além disso, eles possibilitam averiguar as vantagens na utilização do RPAS no teatro de operações da guerra eletrônica e auxiliam o entendimento do leitor acerca da importância do tema.

Palavras-chave: Drone. Guerra Eletrônica. MAGE. RPAS.

ABSTRACT

This work was developed with the objective of identifying the advantages and disadvantages of using Remote Piloted Aircraft Systems (RPAS) in Electronic Warfare Support Measures (EWSM), within the Aeronautics Command. The performance of this activity by the Brazilian Air Force results in the use of manned aircraft at a high cost for the public coffers. In addition to costs, the use of manned aircraft in this type of activity exposes the crew to risk. In view of the lack of advanced research on the topic in Brazil, the theoretical framework was grounded on international publications. A comparison was also

made between HERMES 900 and *Bandeirante Patrulha P-95M*, which is one of the platforms used by Brazil in electronic warfare activities, through bibliographic survey, document analysis and field research applied in the form of a questionnaire. From the economic point of view, the aim was to verify, specifically, the saving of resources provided with the use of RPAS, when compared to the traditionally used method. Even if the results obtained with this research do not exhaust the theme, they can lead to future investigations in this field. In addition, they make it possible to ascertain the advantages of using RPAS in the theater of electronic warfare operations and to help the reader understand the importance of the topic.

Keywords: Drone. Electronic Warfare. EWSM. RPAS.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Manual de Campanha C34-1 - Emprego da Guerra Eletrônica (2009), o aperfeiçoamento da tecnologia tem influenciado e modificado os teatros de operações, em que o emprego das Forças Armadas torna-se importante para a resolução de conflitos. Nesse cenário, verifica-se que a obtenção da maior quantidade de informações tornou-se uma arma letal e eficiente a ser utilizada nos conflitos bélicos, pois permite uma tomada de decisão mais rápida. O incremento das comunicações e das missões de reconhecimento capacita o deslocamento assertivo das tropas e o uso eficaz do arsenal disponível. A dinâmica dessa espécie de conflito e a melhoria da consciência situacional propiciaram novas concepções armamentistas e o emprego de aeronaves remotamente controladas como plataforma viável (BRASIL, 2009).

As perspectivas de preservação da vida e mitigação de custos e recursos em situações de guerra já são disseminadas entre as grandes nações do mundo e incentivaram a introdução do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) em diversos conflitos bélicos. A motivação para que os pesquisadores desenvolvessem trabalhos sobre os Veículos

Aéreos Não Tripulados (VANT) foi propiciada devido a rápida difusão dessa plataforma pelas principais forças armadas do mundo. Esse fenômeno propagou o interesse e o desenvolvimento de estudos no intuito de empregar VANT como plataforma viável aos equipamentos de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE).

Apesar de nosso país já fazer uso das MAGE, utilizam-se apenas aeronaves tripuladas para esse fim, expondo os seus militares a riscos inerentes a essa atividade. Como a FAB já possui um esquadrão de voo com aeronaves não tripuladas, o objetivo deste trabalho é, principalmente, apresentar no campo teórico as vantagens do RPAS aplicado às medidas de apoio à guerra eletrônica (ERDEMLI, 2009).

Nesta pesquisa será analisado o uso de VANT por meio de, especificamente, análise da produção bibliográfica nacional e internacional acerca dos custos operacionais e de um trabalho comparativo entre o RPAS HERMES 900 e a aeronave tripulada *Bandeirante Patrulha P-95M*, buscando investigar se o Brasil é capaz de obter vantagens com a utilização de VANT como plataforma para adoção de MAGE. Esse estudo buscará elucidar a consolidação dos conceitos relacionados à guerra eletrônica e suas divisões,

a análise da produção internacional relativa ao uso de RPAS com fins bélicos, a apresentação de custos operacionais, a menor exposição dos militares aos riscos inerentes a esse tipo de atividade e a análise das características do RPAS frente às plataformas atualmente utilizadas pela Força Aérea Brasileira.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Guerra Eletrônica e suas divisões

A Guerra Eletrônica (GE) consiste da utilização do espectro eletromagnético para negar o uso desse meio por um inimigo, enquanto otimiza a manipulação desse importante recurso por forças amigas. Também pode ser entendida como uma ação militar que objetiva o controle do espectro eletromagnético (BRASIL, 2009).

A GE é essencial para quaisquer operações militares. Equipamentos capazes de identificar, caracterizar, localizar, explorar e suprimir as emissões eletromagnéticas de um adversário são fundamentais, pois possibilitam estabelecer e mapear a ordem eletrônica do adversário. A integração de informações de GE, que viabilizam a identificação e a intenção do oponente através da captação de dados de vigilância e imagens, fornece um quadro de consciência situacional completa.

As três subdivisões principais da GE são as Medidas de Ataque Eletrônico (MAE), Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) e Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE). Define-se em manual específico (BRASIL, 2009, p. 2-1) que:

Chama-se GE ao conjunto de atividades que visam desenvolver e assegurar a capacidade de emprego eficiente das emissões

eletromagnéticas próprias, ao mesmo tempo em que buscam impedir, dificultar ou tirar proveito das emissões inimigas.

O emprego adequado da Guerra Eletrônica aumenta a capacidade dos comandantes de alcançar objetivos. Ela é um multiplicador de força que opera em vários níveis de um conflito, desde a autoproteção até os planos de ataque operacional. Quando as ações desse modal de conflito estão devidamente integradas a outras operações militares, uma sinergia é o efeito alcançado, as perdas são minimizadas e a eficácia aumentada (ERDEMLI, 2009).

2.1.1 Medidas de ataque eletrônico

As Medidas de Ataque Eletrônico consistem no uso do espectro eletromagnético para atacar pessoal, instalações ou equipamentos, a fim de degradar, neutralizar ou destruir o poderio bélico de um inimigo (JOINT, 2007). Por definição em manual específico (BRASIL, 2009, p. 3-7), as MAE

...envolvem as ações para impedir ou reduzir o uso efetivo do espectro eletromagnético do inimigo, bem como destruir, neutralizar ou degradar sua capacidade de combate, usando energia eletromagnética ou armamento guiado pela emissão do alvo.

As MAE podem ser divididas em não destrutivas e destrutivas. As MAE não destrutivas fazem uso do espectro eletromagnético para impedir ou degradar o uso do espectro pelo inimigo, entretanto preocupa-se em executar tais ações sem causar quaisquer danos físicos ao oponente. Já as MAE destrutivas utilizam o sinal eletromagnético para causar danos físicos ao adversário (BRASIL, 2009).

2.1.2 Medidas de proteção eletrônica

As Medidas de Proteção Eletrônica (MPE), por definição, constituem as ações que asseguram o uso efetivo do espectro eletromagnético (BRASIL, 2009).

As MPE são uma subdivisão da Guerra Eletrônica que inclui meios passivos e ativos para proteger pessoal, instalações e equipamentos de quaisquer efeitos de emprego amistoso ou inimigo das MAE e MAGE (BRASIL, 2009).

2.1.3 Medidas de apoio à guerra eletrônica

A captação das comunicações inimigas, integradas às demais informações obtidas da análise do ambiente eletromagnético do teatro de operações, gera importantes dados e possibilitam a produção de conhecimentos úteis ao planejamento do combate. Isso capacita os comandantes das operações a uma tomada de decisão mais assertiva (NOGUEIRA, 2008). Define-se que MAGE é um dos ramos da GE, possuindo uma natureza passiva, e que busca por meio de suas ações obter dados e informações das emissões eletromagnéticas de um eventual inimigo (BRASIL, 2009).

Os conhecimentos obtidos por meio das MAGE são empregados para avaliar as ameaças e orientar o emprego de ações de MAE, assim como viabilizam o redimensionamento e a readequação das capacidades de emprego de MPE (BRASIL, 2009).

Os dados de MAGE podem ser usados para produzir dados de inteligência de sinais ao monitorar as emissões eletromagnéticas, utilizando equipamentos passivos para receber as irradiações e ao localizar e identificar a fonte

de emissão desses sinais (NOGUEIRA, 2008).

O emprego mais comum das MAGE é na busca, na interceptação, na identificação e na localização de fontes de radiação intencional e não intencional de energia eletromagnética para reconhecimento de ameaças, direcionamento e planejamento para uma ação imediata. Além disso, fornece uma imagem mais precisa do espaço de batalha através da correlação dos dados obtidos. Essa informação é vital para a consciência situacional e desenvolvimento de novas contramedidas que afetem a missão geral (BRASIL, 2009).

2.2 Bandeirante Patrulha P-95M

Diversas plataformas são utilizadas nas atividades de GE. Entretanto, para fins deste estudo, será desenvolvida a análise com foco na aeronave P-95M por ser, dentre as diversas aeronaves, aquela que apresenta dimensões e características de voo mais aproximadas da aeronave HERMES 900, unidade referência na FAB. Vale ressaltar que o P-95M é equipado com equipamentos empregados nas atividades MAGE.

O Bandeirante Patrulha foi desenvolvido sobre a plataforma do Bandeirante, fabricado pela empresa brasileira Embraer. A aeronave teve seu alcance ampliado com a instalação de tanques de combustível nas pontas das asas (318 litros a mais em casa asa), fato motivado por se tratar de uma aeronave dedicada inicialmente ao patrulhamento marítimo. A apresentação do projeto modificado à Força Aérea Brasileira foi em 1975, para substituir os ultrapassados B-69 Neptune. Em 1976 a FAB encomendou doze unidades, que foram

entregues entre 1977 e 1979 (EMBRAER, 2019).

Dados Técnicos do P-95M:

- Velocidade de cruzeiro: 340 km/h
- Autonomia máxima: 7 horas.
- Consumo de QAV: 600 lbs/hora
- Capacidade para até cinco passageiros, sendo dois pilotos, um operador de radar e dois observadores.
- Equipado com dois motores turboélice Pratt & Whitney PT6A-34, de 750 SHP.

O nariz do Bandeirante é coberto pelo radome de fibra de vidro que protege a antena de seu radar AN/APS – 128, para vigilância costeira, busca, salvamento, navegação e apoio na elaboração de carta meteorológica. O radar é capaz de detectar um alvo de 150 m² a cerca de 100 quilômetros de distância, mesmo em mares agitados. Estas características foram essenciais para uma das primeiras missões do Bandeirulha na FAB: descobrir barcos pesqueiros clandestinos nas linhas de cardume da costa norte do Brasil. Para as buscas noturnas, o Bandeirulha possui ainda um potente farol na asa direita (EMBRAER, 2019).

Em 2015 iniciou-se um processo de modernização do Bandeirante Patrulha. Novos painéis digitais substituíram os originais. Além disso, novos radares *Seaspray 5000E* aumentaram a capacidade de alcance e precisão na detecção de embarcações, podendo agora acompanhar até 200 alvos, simultaneamente. Com o processo de atualização, a aeronave passou a ser denominada P-95M, tendo por finalidade executar o preparo e o emprego dos seus meios, com vistas ao cumprimento das

Ações de Força Aérea e das atividades que lhe forem atribuídas, conforme diretrizes, planos e ordens dos Comandos Superiores, tais como Patrulha Marítima, Esclarecimento, Controle Aéreo Avançado, Posto Diretor Aerotático no Ar, Busca e Salvamento, Reconhecimento Aéreo e Reconhecimento Eletrônico (EMBRAER, 2019).

O tópico a seguir irá trazer uma breve distinção entre os Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas (UAS) e as principais características do RPAS HERMES 900.

2.3 Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas

Os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) são um subconjunto dos Sistemas de Aeronave Não Tripulada (UAS). O termo UAS é mais abrangente e engloba todas as aeronaves voadas sem um piloto a bordo que operam como parte de um sistema maior. Isso inclui RPAS, aeronaves autônomas e aeromodelos. As aeronaves autônomas são aquelas que não permitem a intervenção de um piloto humano, mesmo que a distância, para cumprir o seu voo pretendido; enquanto que os aeromodelos são caracterizados pelo seu uso recreativo. Existem casos de aeronaves que podem ser enquadradas nas três categorias (BRASIL, 2019b).

Um RPAS consiste em uma aeronave remotamente pilotada (ARP), estação de controle de solo (GCS), link de comando e controle (C2) e demais componentes específicos de cada projeto, os quais devem ser aprovados como um sistema, levando em consideração suas interdependências. O RPAS também deve ser interoperável com os sistemas de controle de

tráfego aéreo (ATC), para permitir que a ARP seja controlada pelo órgão ATC de forma semelhante a uma aeronave tripulada.

São utilizados na Força Aérea Brasileira dois Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, o RPAS HERMES 450 e o RPAS HERMES 900, sendo este último utilizado para confecção do presente trabalho, devido a suas características técnico-operacionais.

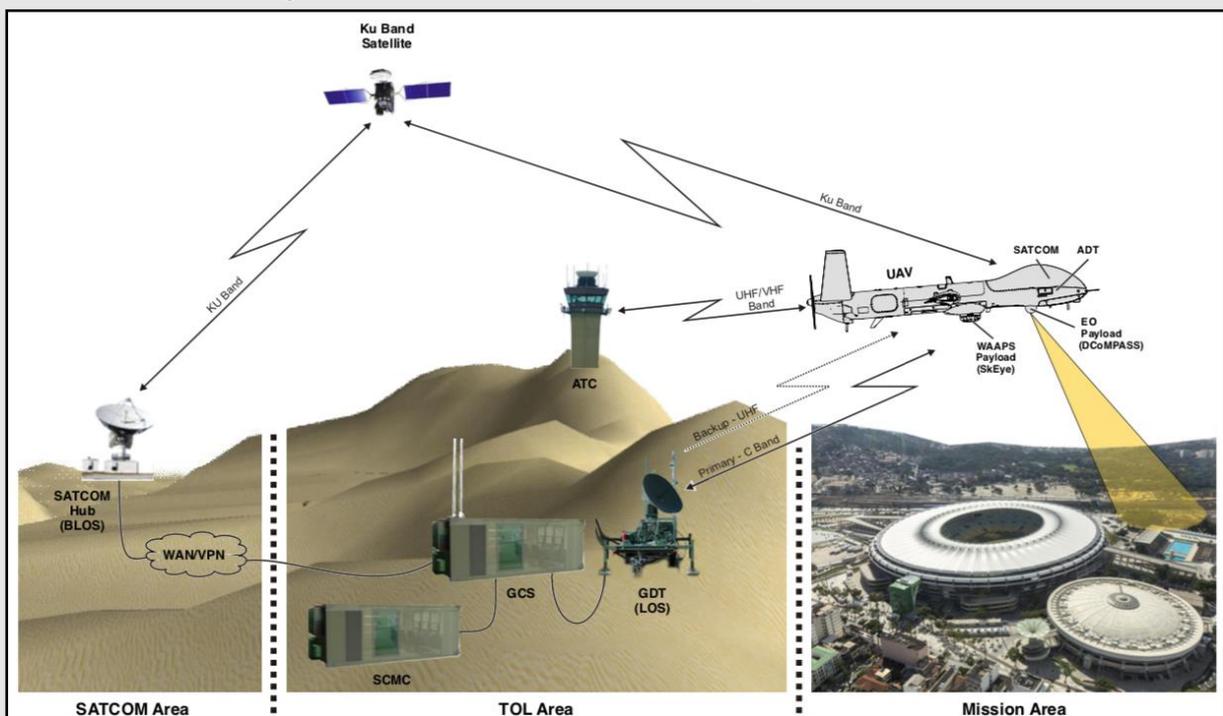
2.3.1 RPAS Hermes 900

O HERMES 900 é um Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS), composto pelos

seguintes subsistemas (ELBIT, 2014):

- Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) contendo cargas úteis.
- Estação de controle de solo (GCS).
- Centro de Gerenciamento de Controle SkEye (SCMC).
- Data Link para comunicação por linha de visada;
- Data Link por satélite para missões de longo alcance;
- Comunicação de Controle de Tráfego Aéreo (ATC) através de Banda UHF / VHF.

Figura 1 - RPAS HERMES 900: Principais subsistemas



Fonte: ELBIT, 2014.

Além disso, o sistema inclui equipamento de apoio no solo (GSE) e equipamento de teste (TE), para fins de manutenção. O VANT é um poderoso veículo aéreo que não carrega um operador humano, podendo ser controlado remotamente ou funcionar de forma autônoma através de planos de voo pré-programados e

sistemas de automação complexos. Tem a capacidade de transportar cargas letais ou não letais. Essa aeronave é parte fundamental no RPAS HERMES 900 (ELBIT, 2014).

A Estação de controle de solo (GCS) é um componente do sistema de aeronave remotamente pilotada contendo o equipamento

usado para pilotar a RPA. É uma base de controle móvel, montada em um *shelter*. O GCS provê a interface homem-máquina necessária ao cumprimento das missões para as quais o RPAS foi concebido (BRASIL, 2019b).

A interface de comunicação entre o GCS e o VANT pode ser estabelecida por enlace via satélite, denominado SATCOM, ou por link de visada direta. Neste trabalho o foco estará no

enlace satelital, tendo em vista que este tipo de comunicação viabiliza a realização de missões características das MAGE (ELBIT, 2014).

Cabe salientar que na hipótese de aplicação dessa plataforma aérea nas atividades inerentes a guerra eletrônica, devem ser observadas as dimensões físicas da aeronave. Isso é determinante para o grau de furtividade do VANT (VENÂNCIO; FELDENS, 2008).

Figura 2 - RPAS HERMES 900: Principais características



Fonte: HERMES 900, 2019.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa é de cunho qualitativo e procura apresentar uma perspectiva de uso dos veículos aéreos não tripulados, que é uma tecnologia já adquirida pelo Brasil (PRODANOV, 2013). Quanto ao objetivo do estudo, é descritivo, pois visa expor características de plataformas utilizadas na guerra eletrônica por meio de procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica, em que foram analisadas publicações científicas nacionais e internacionais, e pesquisa

documental, na qual foram levantadas informações acerca das plataformas já utilizadas em nosso país, nas medidas de apoio à guerra eletrônica e detalhes técnicos do Veículo Aéreo Não Tripulado (PRODANOV, 2013).

Para obter dados a respeito da aeronave Embraer P-95M, Bandeirante Patrulha, e da aeronave HERMES 900 foram utilizados questionários como instrumentos de coleta de dados, aplicados a militares dos esquadrões de voo que operam essas aeronaves, envolvidos com guerra eletrônica e do Esquadrão Hórus.

Também foi realizado contato com os técnicos de manutenção dos esquadrões Phoenix (2º/7º GAV) e Netuno (3º/7º GAV) para obtenção de informações advindas dos dois esquadrões que operam o Embraer P-95M Bandeirante Patrulha. Dessa forma, foi possível obter dados com maior confiabilidade, para comparação com os dados obtidos do questionário aplicado ao esquadrão Hórus (1º/12º GAV), com características da aeronave HERMES 900.

3.1 Amostra

Responderam aos questionários presentes neste estudo os técnicos de manutenção dos esquadrões Phoenix (2º/7º GAV) e Hórus (1º/12º GAV), sendo estes os esquadrões de voo que operam as aeronaves Embraer P-95M Bandeirante Patrulha e HERMES 900, envolvidas com guerra eletrônica. Os militares que responderam aos questionários em cada um dos esquadrões (um militar representando cada esquadrão) foram escolhidos por desempenharem funções que requeriam profundo conhecimento técnico das aeronaves que foram objeto deste estudo. Estes militares foram autorizados pelos respectivos chefes a responderem e fornecerem as informações solicitadas, quando estas tivessem caráter ostensivo. Além disso, foi garantido a estes militares que as respostas seriam anônimas, e que apenas as informações de caráter ostensivo seriam publicadas.

3.2 Instrumentos

Foram elaborados dois diferentes questionários, um deles visando à obtenção de

informações por parte dos Phoenix (2º/7º GAV) e Netuno (3º/7º GAV) e o outro visando obter informações por parte do esquadrão Hórus (1º/12º GAV). Estes instrumentos visavam obter informações não apenas a respeito dos esquadrões, mas também das aeronaves P-95 e Hermes 900, respectivamente. Para isso, ambos os questionários foram compostos por questões abertas e fechadas, sendo que o primeiro deles contava com duas questões fechadas e doze abertas (Apêndice A). Já o segundo contava com uma questão fechada e onze questões abertas (Apêndice B). O questionário foi elaborado e disponibilizado aos técnicos dos esquadrões supracitados no formato digital.

3.3 Procedimentos específicos

Após a elaboração dos questionários e realização da revisão de literatura, os esquadrões Phoenix (2º/7º GAV), Netuno (3º/7º GAV) e Hórus (1º/12º GAV) foram convidados, via cadeia de comando, a responderem os questionários específicos, com vista à elaboração do presente trabalho. Entretanto, apenas os esquadrões Phoenix (2º/7º GAV) e Hórus (1º/12º GAV) responderam positivamente ao convite. Após esta resposta, foram enviados os questionários específicos para cada um dos esquadrões, em formato digital via e-mail, sendo esta também a forma de devolutiva estabelecida com os respondentes. As informações, qualitativas, foram então utilizadas para a elaboração dos resultados do presente estudo.

4. DISCUSSÃO E RESULTADOS

A seguir serão apresentados e discutidos os

resultados obtidos a partir da aplicação do questionário aos oficiais dos esquadrões Phoenix (2º/7º GAV) e Hórus (1º/12º GAV). Os resultados serão apresentados quanto ao custo econômico, quanto à mitigação de riscos associados ao conflito e na comparação do VANT com o P-95. O primeiro e o segundo tópico serão discutidos a partir do levantamento bibliográfico realizado, enquanto o terceiro tópico será composto pela análise dos dados obtidos por meio do questionário aplicado.

4.1 RPAS e os custos econômicos

De acordo com Peres (2015), os custos de produção e uso de um equipamento militar estão diretamente relacionados à capacidade de investimento do Estado Brasileiro. Armamentos financeiramente mais acessíveis podem ser usados em mais missões, inclusive de maior risco. Quanto maior a capacidade de produção e de mobilização de equipamentos militares, menor o impacto de utilizá-los em campo de batalha. Assim, os custos de determinada tecnologia militar determinarão as capacidades atributivas do país que a domina, influenciando também na predisposição desse país para engajar-se em conflitos (PERES, 2015).

A eficiência econômica de um equipamento militar deve ser considerada em relação a um conjunto de fatores: o preço de aquisição do equipamento; os custos envolvidos em seu uso; sua eficácia para atingir os objetivos definidos; a relevância tática, operacional e estratégica desses objetivos. Alguns desses fatores envolvem um cálculo complexo, outros sequer são quantificáveis. Entretanto, a verificação de cada um deles propiciará uma noção aproximada

das vantagens econômicas do emprego de VANTs em conflitos (PERES, 2015).

Custos financeiros iniciais menores são apresentados como uma vantagem dos VANTs em relação a aeronaves tripuladas. Corroborando com essa visão o argumento de que, pelo preço de um Gripen, o caça mais avançado adquirido pela FAB, é possível comprar até 19 aeronaves HERMES 900, cujo custo unitário é US\$ 8 milhões, de acordo com pesquisas feitas no Portal da Transparência do Governo Federal¹. Essa alegada vantagem pode ser relativizada quando considerado que, para tirar o piloto da aeronave, é preciso equipar a plataforma não tripulada com um complexo conjunto de sensores e de transmissores, que devem ser operados a partir de uma estação terrestre. Dessa forma, embora o veículo aéreo não tripulado seja realmente mais barato do que uma aeronave tripulada, o sistema aéreo não tripulado por incluir a infraestrutura operacional necessária ao funcionamento do veículo pode não ser tão vantajoso do ponto de vista financeiro. Ainda assim, como o custo unitário do veículo é baixo, procede o argumento de que VANTs tendem a ser empregados em missões mais arriscadas, que dificilmente seriam realizadas caso só houvesse a opção de aeronaves tripuladas.

Vale ressaltar que uma única estação terrestre já é capaz de controlar múltiplos VANTs, o que restaura parcialmente a vantagem de retirar o piloto da cabine. O progresso da automação, contudo, logo permitirá a um único ser humano controlar todo um esquadrão,

¹Disponível em: <http://www.portaltransparencia.gov.br/>

diminuindo custos e aumentando a eficiência tática e estratégica das aeronaves, tendo em vista que elas atuarão de modo mais coordenado (PERES, 2015).

A necessidade de reposição mais frequente dos VANTs em relação a aviões tripulados é outro aspecto que merece destaque, ponderando-se que VANTs são expostos a missões mais arriscadas. Contudo, à medida que a tecnologia amadurece, a capacidade de engajamento bem-sucedido nas diversas missões aumentará, diminuindo perdas (ERDEMLI, 2009).

Se os custos unitários de VANTs são atrativos, aqueles envolvidos em seu uso e manutenção são ainda mais. Diferentemente dos caças modernos, que foram projetados para serem rápidos, potentes e manobráveis, a maioria dos VANTs voa a velocidades mais baixas, são menores e mais leves, o que resulta em economia de combustível, fluidos e peças. É preciso ressaltar, todavia, que o desenvolvimento de VANTs menos vulneráveis a defesas antiaéreas e com mais capacidades está levando a uma diminuição de suas vantagens financeiras diante de aeronaves tripuladas, pois encarecem o seu custo de produção (ERDEMLI, 2009).

Comparar os custos de VANTs com aqueles relacionados a aviões tripulados é a forma mais intuitiva de estimar sua economicidade. Entretanto, deve-se considerar, também, que VANTs são usados para diminuir – ou mesmo eliminar, em alguns cenários – a necessidade de tropas em campo de batalha. A economia de recursos decorrente dessa substituição pode ser estimada com base no dado de que cada militar enviado ao Teatro de Operações tem um custo

para o país. Os gastos com pagamento de pensão para militares feridos, que demandarão acompanhamento médico por décadas, representam ônus com o qual o governo brasileiro, em especial, busca lidar por meio da mecanização.

Apesar de os benefícios estratégicos de longo prazo do uso de VANTs poderem ser questionados, os ganhos táticos de curto prazo e as condições financeiras vantajosas favorecem seu emprego. Portanto, questões de ordem econômica atuam no sentido de estimular o emprego de VANTs.

4.2 O VANT e a mitigação da exposição dos militares a riscos do conflito

Retirar militares da frente de combate e substituir aeronaves tripuladas não faria sentido, contudo, se VANTs não desempenhassem missões semelhantes com eficácia, no mínimo, equiparável. Suas características como plataforma única que combina diversas tecnologias complementares, especialmente de observação prolongada e de missões de espionagem e de engodo, tornam-na um armamento de utilidade singular em contextos de guerra eletrônica, que é, atualmente, uma das hipóteses de envolvimento de potências em conflitos internacionais. Em todos esses tipos de missões, acredita-se que VANTs possam vir a tornar aviões tripulados anacrônicos, substituindo-os completamente (PERES, 2015).

4.3 O VANT em comparação com o P-95M

Os dados obtidos e analisados neste item foram disponibilizados a partir da pesquisa de

campo, aplicada por meio do questionário que foi remetido aos esquadrões de voo. Vale ressaltar que há embasamento histórico obtido por levantamento bibliográfico, no intuito de apresentar as informações de forma sedimentada.

As plataformas aéreas são meios eficientes para a implementação das ações de GE, tendo em vista que suas características de alcance, altura e velocidade permitem uma versatilidade superior às terrestres ou marítimas. Os meios aéreos, entretanto, possuem como principal limitação a fragilidade diante do fogo inimigo, pondo a tripulação sob risco de morte, além de determinar um tempo reduzido de permanência na área de operações. Esses óbices podem ser mitigados se a tripulação estiver em uma Estação de Controle de Solo (GCS) localizado a milhares de quilômetros do Teatro de Operações (ERDEMLI, 2009).

Segundo Nogueira (2008), as plataformas para o emprego na GE devem possuir grande autonomia, tamanho reduzido e grande alcance do controle operacional. Ele resalta, ainda, que para o melhor desempenho nas atividades de MAGE é necessário que a aeronave seja capaz de atuar de forma autônoma, isso significa que o operador, após inserir no sistema os parâmetros do voo, preocupar-se-á somente com as atividades de localização e identificação de sinais eletromagnéticos inimigos.

Desta forma, pode-se depreender que para a realização das atividades de MAGE podem ser utilizadas aeronaves tripuladas ou não. As vantagens e desvantagens resultantes da comparação entre o HERMES 900 e o P-95M podem ser observadas nos itens a seguir:

a) o avião tripulado P-95M tem uma grande desvantagem de autonomia e alcance sobre as plataformas não tripuladas, devido aos limites de fadiga da tripulação, exigindo equipagens duplicadas e, às vezes, triplicadas;

b) a operação do P-95M exige a presença de cinco tripulantes, portanto, a fadiga da tripulação é um fator limitante do voo;

c) o VANT HERMES 900 tem mais que o dobro da autonomia, sem REVO, em relação aos aviões tripulados; e

d) sem as limitações fisiológicas dos pilotos, uma área pode ser monitorada 24/7 (24 horas por dia, durante sete dias por semana, passando o conceito de monitoramento contínuo), por numerosos VANT, em operações integradas, permitindo a geolocalização de quaisquer sinais instantaneamente, em qualquer momento do dia ou da noite.

Para a localização e detecção de fontes de emissão de sinais eletromagnéticos inimigas são necessárias três plataformas para precisar o posicionamento da fonte emissora, através de triangulação. Nesse cenário, o VANT possibilita que essa triangulação seja mais furtiva que as plataformas terrestres e marítimas. Se comparada às demais aeronaves, viabiliza a permanência no teatro de operações por muito mais tempo, sem submeter-se às restrições impostas pelas necessidades fisiológicas da tripulação e sem submeter a vida humana ao risco inerente à atividade (NOGUEIRA, 2008).

Além disso, podemos observar através da fórmula abaixo a estrita relação entre o horizonte rádio (R) e a altura de voo (H) da aeronave:

$$R = 1,23(\sqrt{H} + \sqrt{h})$$

Na Equação, R é a distância que se

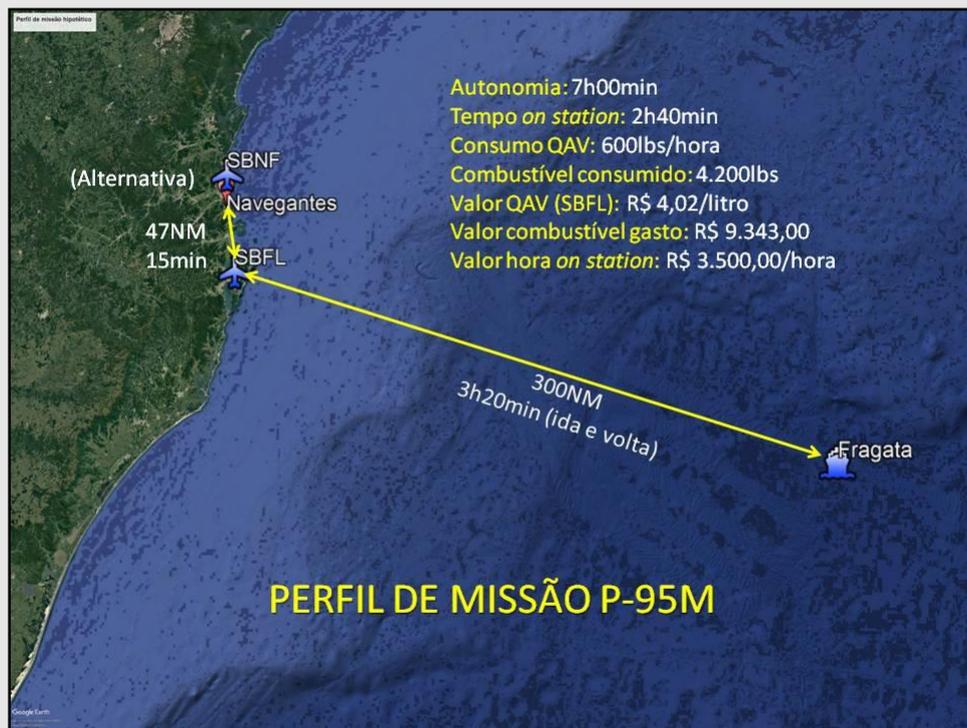
pretende calcular o horizonte rádio, em milhas náuticas (NM), H é altura da aeronave, em pés, e h é a altura da antena emissora de sinais eletromagnéticos, em pés. Como o HERMES 900 pode atingir e permanecer em altitudes maiores que o P-95M, ele pode captar dados mais facilmente em maiores distâncias, haja vista que o horizonte rádio é diretamente proporcional à altura da aeronave.

Cabe salientar que para o voo do P-95M em altitudes aproximadas a 25.000 pés, existe a necessidade de que a tripulação utilize máscaras de oxigênio para diminuição dos efeitos da hipóxia, fato que somado às nuances específicas

da atividade de voo submeteria os tripulantes a altos níveis de fadiga. O uso do Hermes 900 não apresentaria tais óbices, pois a tripulação é composta por dois militares que estariam localizados em solo na estação CGS, com possibilidade de substituição em turnos, sem interrupção da operação (ELBIT, 2014).

Por fim, é proposta uma missão hipotética de MAGE realizada em sobrevoo a uma fragata estrangeira. A Figura 3 ilustra a referida missão realizada com o P-95M, enquanto a Figura 4 ilustra tal missão realizada pelo HERMES 900, respectivamente, elucidando a diferença de desempenho entre as duas plataformas.

Figura 3 - Perfil de missão P-95M



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

Figura 4 - Perfil de HERMES 900



Fonte: Elaborado pelos autores, 2019.

É notório que o VANT, por apresentar um baixo consumo de combustível e elevada autonomia, possui um tempo disponível para a missão muito superior ao do Bandeirante. Pode-se observar que uma desvantagem do VANT é a demora para chegar ao local da missão, por possuir uma velocidade de cruzeiro próxima a 110km/h. Há uma grande compensação se o foco recair sobre a autonomia citada anteriormente.

5. CONCLUSÕES

Diante do exposto no trabalho fica evidente que o uso do RPAS aplicado às medidas de apoio à guerra eletrônica é, na teoria, vantajoso. A análise de diversas publicações em âmbito internacional evidencia a preocupação das principais nações bélicas do mundo com a expansão e desenvolvimento dessa nova

tecnologia que se mostra versátil e adequada, em operacionalidade e custos, às demandas da nova espécie de conflito que é a guerra eletrônica. Além disso, evidencia-se na hipótese de emprego da plataforma HERMES 900 a mitigação do risco de morte de militares e a viabilização custos operacionais reduzidos ao país.

Na comparação com o P-95M, focando nas características técnicas e operacionais, os VANT mostram-se como boas plataformas para a condução das MAGE, assim como para o reconhecimento eletrônico, o que pode significar resultados superiores às aeronaves convencionais. Contudo, não se pode deixar de lado que a aplicação de cada tipo de aeronave irá depender do nível de criticidade da missão, cabendo em muitos casos a aplicação das aeronaves já utilizadas pela Força Aérea Brasileira sem representar grandes riscos para a tripulação.

Quando da aquisição de uma plataforma extremamente tecnológica, como são os veículos aéreos não tripulados, é importante que seja feito o uso pleno desse instrumento tecnológico. Nesse sentido, o presente trabalho vislumbrou a possibilidade de aplicação de novas tecnologias na guerra eletrônica, de forma equivalente às aeronaves tripuladas, porém de maneira menos dispendiosa. Isso é claramente revelado pela análise dos diversos artigos internacionais que versam sobre uma possível aplicação de RPAS nessa atividade.

Somando a esse pensamento, já difundido entre outras potências bélicas no mundo, os resultados satisfatórios coletados na revisão

bibliográfica e nos questionários utilizados nesta pesquisa, permitem inferir que a utilização do RPAS nas Medidas de Apoio à guerra eletrônica pode em breve ser uma realidade bem-sucedida na Força Aérea Brasileira. Portanto, com respaldo científico nos artigos analisados, bem como nos avanços tecnológicos implementados por empresas mundiais, sugere-se uma continuidade de pesquisa no âmbito do COMAER. Salienta-se, ainda, que a aquisição de VANTs semelhantes aos HERMES 900, fomentaria as atividades de Guerra Eletrônica, promovendo prontidão, versatilidade, economia de recursos, e aumento de disponibilidade dos meios aéreos do Brasil.

REFERÊNCIAS

- UNITED States Air Force. AIR Force Doctrine Center. **Air Force Doctrine Document (AFDD) 2-5.1: Electronic Warfare**. Washington, DC: Secretary of the Air Force, 2002. 58p.
- DEFESANET. **Base Aérea de Anápolis será a primeira a receber novas aeronaves**. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/gripenbrazil/noticia/30305/-Base-Aerea-de-Anapolis-sera-a-primeira-a-receber-novas-aeronaves/>. Acesso em: 08 out. 2019.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA no 224/DGCEA, de 20 de novembro de 2018. Aprova a edição da ICA 100-40, Instrução sobre "Aeronaves não tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro". **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, n. 02, 03 janeiro 2019b.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Portaria Nº 024-EME, de 22 de abril de 2009. Aprova o Manual de Campanha C 34-1 – EMPREGO DA GUERRA ELETRÔNICA, 2. Ed., 2009. **Boletim do Exército**, Brasília-DF, 2009, n. 17, 30 abr. 2009.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Portaria Nº 024-EME, de 22 de abril de 2009. Aprova o Manual de Campanha EB70-MC-10.201 A Guerra Eletrônica na Força Terrestre. **Boletim do Exército**, Brasília, DF, 2019, n. 12, 22 de março de 2019a.
- ELBIT. **HERMES® 900 UAS - UAV DESCRIPTION MANUAL**, Israel: Technical Manual, 2014.
- EMBRAER. Centro Histórico Embraer. **EMB-111 Bandeirante Patrulha**. Disponível em: <https://historicalcenter.embraer.com/br/pt/emb-111-bandeirante-patrulha>. Acesso em: 15 set. 2019.
- ERDEMLI, M. G. **General use of UAS in EW environment - EW concepts and tactics for single or multiple UAS over the net-centric battlefield**. 2009. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a508909.pdf>. Acesso em: 28 mar. 2019.
- HERMES 900. Disponível em: <https://conhecimentodeimagens.com/2016/05/>. Acesso em: 15 ago. 2019.
- JOINT Publication 3-13.1. **Joint Doctrine for Electronic Warfare**. Washington, DC: Joint Staff, 2007.
- MAGELLA, P.E.A. **A operação de aeronaves remotamente pilotadas e a segurança do espaço aéreo**. 2016. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia)

– Escola Superior de Guerra, Rio de Janeiro, 2016.

NOGUEIRA, M.S. **Uso de Veículos Aéreos Não Tripulados no Sistema Tático de Guerra Eletrônica (SITAGE)**. Disponível em:

http://www.ccomgex.eb.mil.br/cige/sent_colina/7_edicao_agosto_08/Artigos%20Revista%20Edicao%207/JA%20FEITO/Artigo_Maj%20Nogueira_uav_corrige3.pdf. Acesso em: 06 ago. 2019.

PERES, H.F. **Novos desafios securitários**: as implicações da tecnologia de Veículos Aéreos Não Tripulados para o sistema internacional. 2015. 173 f., il. Dissertação (Mestrado em Relações Internacionais)—Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PRODANOV, C.C.; FREITAS, E.C. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo/RS: Feevale, 2013. Disponível em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2019.

VENÂNCIO, A.G., FELDENS, J.F. **VANT em Missões de Guerra Eletrônica**. Disponível em: http://www.sige.ita.br/anais/IXSIGE/Artigos/GE_08.pdf. Acesso em: 15 jul. 2019.

APENDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO AO ESQUADRÃO PHOENIX

Dados relativos ao Esquadrão do P-95: Phoenix

- a) Qual a principal finalidade do Esquadrão?
- b) Quando o Esquadrão foi criado?
- c) Qual o quantitativo do efetivo do esquadrão?
- d) Quantas aeronaves o esquadrão possui?

Dados relativos ao P-95:

- a) Custo da hora de voo:
- b) Quanto tempo a aeronave leva para decolar em caso de um acionamento?
- c) Quantas pessoas são necessárias na equipe para operar a aeronave, na hipótese de uma missão MAGE?
- d) Qual a autonomia da aeronave?
- e) Qual a velocidade mínima em voo?
- f) Qual a velocidade máxima em voo?
- g) Qual a velocidade de cruzeiro em voo?
- h) Qual altitude mínima de voo?
- i) Qual altitude máxima de voo?
- j) Qual é o aporte logístico necessário para a realização de missões em pontos remotos do território nacional (Ex: Região Amazônica)?
- k) Tipos de missões que o esquadrão já participou.
- l) Existe algum relatório do esquadrão da missão de Guerra eletrônica, na qual o P-95B participou?
 SIM NÃO
Caso sim, poderia disponibilizá-lo?
- m) Existem manuais com as principais características da aeronave?
X SIM NÃO
Caso sim, poderia disponibilizá-lo?
- n) Quais são as dimensões da aeronave?

APENDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO AO ESQUADRÃO HÓRUS

Dados relativos ao Esquadrão do Hermes 900: Hórus

- a) Qual a principal finalidade do Esquadrão?
- b) Quando o Esquadrão foi criado?
- c) Qual o quantitativo do efetivo do esquadrão?
- d) Quantas aeronaves o esquadrão possui?

Dados relativos ao Hermes 900:

- a) Custo da hora de voo:
- b) Quanto tempo a aeronave leva para decolar em caso de um acionamento?
- c) Quantas pessoas são necessárias na equipe para operar a aeronave, na hipótese de uma missão MAGE?
- d) Qual a autonomia da aeronave?
- e) Qual a velocidade mínima em voo?
- f) Qual a velocidade máxima em voo?
- h) Qual altitude mínima de voo?
- i) Qual altitude máxima de voo?
- j) Qual é o aporte logístico necessário para a realização de missões em pontos remotos do território nacional (Ex: Região Amazônica)?
- k) Tipos de missões que o esquadrão já participou.
- l) Existem manuais com as principais características da aeronave?
 SIM NÃO
Caso sim, poderia disponibilizá-lo?