

# VIABILIDADE DO EMPREGO DE MÍSSEIS AR-SOLO EM AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS PELA FORÇA AÉREA BRASILEIRA

Cad Av Lucas Borges Franco Rocha<sup>1</sup>  
Prof. Paulo César Rioli Duarte de Souza<sup>2</sup>

## RESUMO

Este trabalho visa mostrar a viabilidade de um possível emprego de mísseis ar-solo em aeronaves remotamente pilotadas pela Força Aérea Brasileira (FAB), tecnologia que ainda não é utilizada no Brasil, e que pode ser mais um vetor dissuasório para o cumprimento da missão da FAB, de acordo até mesmo com o Planejamento Estratégico Militar da Aeronáutica (PEMAER), que prevê uma aprimoração do conceito de operação para Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), inclusive para operações conjuntas. Compreender a relevância histórica das Aeronaves Remotamente Pilotadas em tempos de paz e de guerra. Fazer um estudo sobre a utilização desse mecanismo na história militar. Verificar sua efetividade ao redor do globo e por fim, ponderar o valor dessa inovação para a defesa nacional, observando as peculiaridades do cenário brasileiro e as necessidades da Força. Analisar a praticabilidade do mecanismo com os objetivos de vigilância, defesa e dissuasão. Comparar as Aeronaves Remotamente Pilotadas utilizadas e suas operacionalidades no cenário global com as empregadas pela FAB. Levantar alternativas para o desenvolvimento tecnológico da ferramenta no território brasileiro.

**Palavras-chave:** Aeronave Remotamente Pilotada. Míssil Ar-solo. Defesa Nacional. Tecnologia.

---

1 Curso de Formação do Oficiais Aviadores da Academia da Força Aérea. E-mail: lucasborgesfrancorocha@gmail.com.

2 Pós-Doutorado em Soldagem de Biomateriais. Universidade Estadual Paulista, Academia da Força Aérea. E-mail: prof\_paulocezar@yahoo.com.br.

## VIABILITY OF AIR-TO-SURFACE MISSILE EMPLOYMENT IN REMOTELY PILOTED AIRCRAFTS BY THE BRAZILIAN AIR FORCE

### ABSTRACT

*This essay seeks: to demonstrate the viability of possible usage of air-to-surface missiles by Remotely Piloted Aircrafts employed by the Brazilian Air Force (FAB); this technology is not yet used in Brazil, and may be one more deterrent vector for FAB's mission accomplishment, accordingly with the Aeronautics' Strategic Military Planning, which foresees an improvement of the operation concept for Remotely Piloted Aircrafts (RPAs) as for joint operations. To understand the historical relevance of RPAs in times of war and peace. To study the usage of this mechanism in military history. To verify its effectiveness around the world. To consider the value of this innovation for national defense, observing the peculiarities of the Brazilian scenario and the Force's needs. To analyze the practicality of this mechanism objectifying surveillance, defense and deterrence. Compare the Remotely Piloted Aircraft used in the global scenario and their operations with those employed by the FAB. Raise alternatives for the technological development of the tool in the Brazilian territory.*

**Keywords:** *Remotely Piloted Aircraft. Air-to-surface missile. National Defense. Technology.*

## 1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista o panorama geopolítico sul-americano, especialmente as tensões em áreas fronteiriças, a unicidade da região amazônica e das operações de garantia da lei e da ordem, as Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) podem e já são utilizadas para reconhecimento, vigilância, entre outros. Porém a Força Aérea Brasileira ainda não emprega mísseis ar-solo em aeronaves desse tipo, mecanismo que pode auxiliar a assegurar o controle e patrulhamento das fronteiras, combater inimigos e até mesmo proteger a própria ARP e outras aeronaves, ajudando a garantir a soberania do Estado Brasileiro em toda sua extensão. Vale ressaltar também que se trata de uma ideia nova, em âmbito nacional, mas que foi testada por outros países com o mesmo objetivo, tendo como exemplo a frase: “O passado serve para evidenciar as nossas falhas e dar-nos indicações para o progresso do futuro” (FORD, 1922, p. 2), é válido incentivar o debate sobre essa mudança na esfera brasileira de aviação. Esta pesquisa teve como base a seguinte indagação: o emprego de mísseis ar-solo em aeronaves remotamente pilotadas pela Força Aérea Brasileira será positivo pensando em um ponto de vista operacional?

Como exemplos de países que estão adotando esse mecanismo, podemos citar os Estados Unidos da América, utilizando-os abundantemente no Afeganistão e Iraque (CRUMPTON, 2015). Em Israel, na região de fronteira com a Faixa de Gaza, e a Rússia mais recentemente com seu projeto de *Unmanned Combat Aerial Vehicles (UCAV) Grom* (AXE, 2020), bem como é importante analisar todo o desenvolvimento histórico da ferramenta.

Para realizar a análise pretendida, foi constituída uma breve contextualização histórica do desenvolvimento das ARPs, desde o surgimento das denominações, com os diversos objetivos propostos para a ferramenta com o passar dos anos até a consolidação do emprego de UCAV em conflitos recentes e a visão de desenvolvimento delas para o futuro. Posteriormente, foi feito um levantamento da peculiaridade de uso do dispositivo no território nacional e pela FAB, culminando em uma comparação entre uma das Aeronaves Remotamente Pilotadas utilizadas pela Força Aérea Brasileira e dois outros importantes dispositivos no cenário internacional. O trabalho conclui fazendo um levantamento das considerações apresentadas na

pesquisa e traçando alternativas para o Brasil de acordo com o que foi apontado pela construção do trabalho.

A pesquisa buscou trazer referenciais teóricos para que as autoridades, tanto militares quanto civis, principalmente no contexto de Defesa Nacional, possuam uma fonte de conhecimento seguro e preciso quanto à validade operacional do uso de mísseis ar-solo em aeronaves remotamente pilotadas em vários países, incluindo suas serventias e eventual polivalência, para que possam discutir a viabilidade de aproveitamento desse recurso em território nacional, fundamentalmente na região de fronteiras e em operações de garantia da lei e da ordem (GLO), mas também abrindo brechas para aplicar a tecnologia para outros fins.

Vale ainda ser mencionado, que o Brasil utilizar-se-á desta tecnologia com um viés mais voltado ao monitoramento de fronteiras e como elemento dissuasório, de maneira a coibir o tráfico e comércio ilegal de drogas e animais silvestres; diferentemente da concepção de utilização de diversos países, principalmente, por se encontrarem em conflitos, que acabam por utilizar as ARPs de maneira apropriada para atividades beligerantes. É notável também que, é tarefa da Força Aérea Brasileira manter-se preparada para agir com esse mecanismo também nesse sentido, fazendo valer o Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA) (BRASIL, 2020).

Além de termos referências claras de desempenho dos mísseis ar-solo em ARPs ao redor do mundo, observa-se no Planejamento Militar da Aeronáutica 2018-2027, que orienta as ações a serem desenvolvidas pela FAB nesse período, a manifesta importância dada para aprimorar a operação de ARPs, bem como o desenvolvimento do projeto ARP-REC (BRASIL, 2018).

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ambição humana de poder voar como os pássaros é antiga, e pode ser explicitada através do mito grego de Dédalo e seu filho Ícaro. Essa ambição humana passou por diversas pesquisas e projetos, desde ensaios de Leonardo Da Vinci no século XV, chegando até as primeiras experiências de aerostação com Bartolomeu Lourenço de Gusmão em 1709 e finalmente o primeiro fato comprovado de voo do mais pesado que o ar, com Alberto Santos Dumont (LAVENÈRE-WANDERLEY, 2017; SANTOS; SILVA, 2009).

Posteriormente, o século XX e suas duas Grandes Guerras Mundiais impulsionaram crucialmente a aviação mundial: motores mais potentes, estilos diferentes de aeronaves, atenção às necessidades bélicas ou comerciais e possibilidades cada vez maiores de uso. A aviação tornou-se mais segura, econômica e eficiente (MALAGOLI, 2020). Atualmente a *International Civil Aviation Organization (ICAO)*, ou Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) define como aeronave (*aircraft*): “qualquer maquinário que possa sustentar-se na atmosfera a partir de reações do ar que não sejam as reações do ar contra a superfície terrestre”. É no cenário de guerra que surgiram as primeiras aeronaves remotamente pilotadas.<sup>3</sup>

### 2.1 HISTÓRICO

Para os fins deste trabalho, a fim de compreender e embasar a análise feita, é fundamental destacar o desenvolvimento histórico das Aeronaves Remotamente Pilotadas. Primeiramente, é notável a extensa quantidade de siglas e termos utilizada pelos Estados Unidos (EUA), um dos precursores no emprego e influente desenvolvedor, para designar e diferenciar esse vetor. Essas distinções inferem aspectos diferentes a serem ressaltados nessa área.

O primeiro termo utilizado para definir as aeronaves remotamente pilotadas foi drone. Não somente por conta do barulho produzido pelo motor à hélice (influenciado também pelo míssil alemão *Vergeltungswaffe 1* ou V-1, apelidado pelos ingleses de

---

<sup>3</sup> “Any machine that can derive support in the atmosphere from the reactions of the air other than the reactions of the air against the earth’s surface”. (ICAO, 2011, p. IX tradução nossa)

*buzz bomb*) ou devido ao tamanho do veículo. Além disso, o vocábulo faz referência ao zangão, tradução da palavra para o português. Os zangões são machos sem ferrão, que as abelhas acabam por matar (CHAMAYOU, 2015, p. 26).

Inicialmente, as aeronaves desse tipo eram conhecidas como *target-drones*, uma vez que durante o intervalo de tempo compreendido entre o fim da 1ª Guerra Mundial (1GM) e o início da 2ª Guerra Mundial (2GM), elas eram operadas como alvos para treinamentos dos meios de combate.

### 2.1.1 Precursores

Os americanos Elmer Sperry e Glenn Hammond Curtiss foram os primeiros a demonstrar, em junho de 1914, uma aeronave capaz de manter um nível de voo sem estar tripulada, utilizando para isso um giroscópio. Sendo assim, Sperry assinou um contrato com a Marinha Americana para desenvolver um sistema de torpedos aéreos não tripulados (BLOM, 2010).

Elmer Sperry iniciou diversos experimentos para aprimorar seus inventos, chegando à conclusão que uma espécie de catapulta era a melhor maneira de lançar seus dispositivos, porém ainda não era possível controlar as ferramentas para que mergulhassem nos alvos propostos após uma distância específica. Em 1922, os experimentos foram descontinuados (KEANE; CARR, 2013).

No lado do Exército Americano, podemos observar experimentos visando os mesmos fins desde 1918. Destaca-se o *Bug* criado por Charles Kettering (figura 01), que tinha um contador que media as rotações do motor, e após um certo número cortava-o, esperando que caísse no alvo previstos. Foram encomendados cerca de 100 dispositivos *Bug*, mas não foram utilizados antes do término da Primeira Guerra Mundial, responsável por diminuir bastante o interesse no desenvolvimento bélico comparado com o período de guerra. Somente no final dos anos 30 despertaria um interesse mais sério no desenvolvimento dos *Unmanned Aerial Vehicles* (UAVs) (KEANE; CARR, 2013).

**Figura 01** - *Bug* de Charles Kettering



Fonte: (KEANE; CARR, 2013).

### 2.1.2 Período entreguerras

O grande avanço na aviação mundial ocorrido no período entreguerras impactou também o desenvolvimento de aeronaves remotamente pilotadas. Exemplos são: o exorbitante crescimento da indústria de aviação, principalmente no setor de transportes, a melhora nos mecanismos e instrumentos controlados por frequências de rádio, bem como a necessidade de manter-se um bom treinamento e preparo das forças (KEANE; CARR, 2013).

Diversos testes foram realizados com a ajuda de drones entre 1920 e 1938, tanto para simular embarcações marítimas e suas vulnerabilidades, como para encenar ataques aéreos na forma de aeronaves armadas contra navios de superfície ou bombas de longa distância. O aprazível uso de tais ferramentas em treino e experimentos motivou a Marinha Americana a financiar o desenvolvimento de drones de assalto e mísseis guiados. Em março de 1939, apenas dois drones foram perdidos nos combates de treinamento na Baía de Guantánamo, evidenciando o progresso no ramo (KEANE; CARR, 2013).

No Velho Continente, os britânicos também aproveitaram o período de entreguerras para desenvolver UAVs para serem usados como bombas voadoras e/ou alvos para treinamento da artilharia antiaérea. Notabiliza-se, a *Larynx*, responsável

por atingir a marca de 180 quilômetros voados em 1927, ainda falhando na precisão de seus intentos. Mais tarde, a *Fairley Queen* demonstrou o avanço tecnológico na área ao sobreviver a mais de duas horas de fogo cruzado em um treinamento da Marinha (BLOM, 2010).

### **2.1.3 Segunda Guerra Mundial**

Em 1942, a Marinha Americana conduziu os primeiros testes a adicionarem armas nas Aeronaves Remotamente Pilotadas. Foram incorporados uma câmera televisiva e um transmissor à ARP, junto com um torpedo. O operador utilizava a câmera para guiar o ataque e a soltura do torpedo. Entretanto, problemas na manutenção, o sucesso das operações tripuladas e a ainda deficiente precisão dos mecanismos (apenas 29 dos 46 drones testados entre setembro e outubro de 1944 atingiram seus alvos) levaram ao cancelamento do programa de concepção da ARP armada antes mesmo do término dos testes estarem completos (BLOM, 2010).

Além disso, o ator e inventor americano Reginald Denny auxiliou o Exército Americano no aperfeiçoamento de seus modelos para serem *target drones*. O avanço exponencial é demonstrado pela produção, entre 1940 e 1945, de cerca de 8500 exemplares para o Exército e Marinha americanos, e a diferença de mais de 15 cavalos de força e 90 quilômetros por hora entre o projeto inicial e o mais longo. Após a guerra, o modelo RP-4 seria adaptado como o primeiro drone de reconhecimento (KEANE; CARR, 2013).

O mais famoso uso de objetos voadores não tripulados na Segunda Guerra vem dos foguetes V-1 (figura 02) e V-2 alemães, que chegaram a atingir Londres, não particularmente precisos, mas responsáveis por gerar mais gastos para as defesas aliadas do que o necessário para o lançamento deles (BLOM, 2010).

**Figura 02** - V-1 *Vergeltungswaffe*



Fonte: (CHAMAYOU, 2015).

Como parte do plano dos aliados de destruir a ameaça gerada pelos V-1s, os americanos promoveram a operação *Aphrodite* e projeto *Anvil*, fazendo uso de bombardeiros B-17 que decolavam com uma tripulação de duas pessoas e recheado de explosivos, os pilotos saltavam da aeronave antes de passar pelo canal da Mancha, deixando o comando da aeronave para um operador remoto por rádio. Um desses ataques - com mais de 11.000 quilos (25.000 *pounds*) de explosivos a bordo - tornou-se a maior carga útil não nuclear da história. Contudo, a operação *Aphrodite* não obteve sucesso em destruir o campo de lançamentos de V-1s, algumas aeronaves simplesmente viravam em direção ao seu aeródromo de decolagem, tendo que ser abatidas, e outras foram destruídas pela artilharia antiaérea alemã. O projeto *Anvil*, em grande parte semelhante ao anterior, mas que empregava B-24s, contou com um episódio minoritariamente triunfante ao gerar dano à um *bunker* de submarinos germânicos (KEANE; CARR, 2013).

A despeito dos infortúnios nos usos reais, a 2ª GM foi um marco histórico para o amadurecimento das ARPs. Com a consolidação do conceito de voo não tripulado, a pesquisa seria cada vez mais aprofundada, não sendo factível um hiato como o ocorrido pouco após a 1ª GM (EHRHARD, 2010).

#### **2.1.4 Guerra Fria**

O gigantesco empenho para o desenvolvimento tecnológico de ambas as partes do conflito gerou resultados também no âmbito da Aeronaves Remotamente Pilotadas. Surgia em meados de 1950 a figura do primeiro helicóptero operacional não tripulado, criado para conter a ameaça de crescimento da força submarina soviética, chamado de QH-50. Chegaram a transportar torpedos, lançar *flares*, transportar carga, trabalhar em resgates e até mesmo operar uma *minigun*. O programa que os utilizava foi descontinuado em 1970 e eles tornaram-se *target-drones* (KEANE; CARR, 2013).

Um incidente que demonstrou a urgente necessidade das ARPs foi a crise dos mísseis em Cuba, onde os Estados Unidos precisavam de uma confirmação da refusa ou não por parte cubana da retirada dos mísseis de seu território. Principalmente após a morte do Major Rudolph Anderson Jr. e o a abate de seu U-2, o uso de UAVs mostrou-se essencial. A primeira guerra em que pode se observar um extensivo uso de ARPs foi a do Vietnã, com um total de 3435 missões operacionais entre 1964 e 1975 (KEANE; CARR, 2013).

Apesar de diversas missões empregadas e múltiplos usos das aeronaves em conjunto com elevada expectativa após a Guerra do Vietnã, o desenvolvimento de ARPs visualizou um hiato na década de 1980. O custo para o avanço na tecnologia mostrava ser o maior empecilho para que os projetos vingassem, mais especificamente no que tange aos sensores, radares e *data-links*. Uma exceção é o desenvolvimento por parte de Israel dos seus UAVs conhecidos como *Mastiff*, uma evolução dos americanos *Ryan 147* adquiridos, importantíssimos para a destruição de baterias radar da Síria, para a patrulha da região do Canal de Suez, e até mesmo foto reconhecimento da capital egípcia. Em 1986, os EUA comprariam exemplares do projeto Pioneer (figura 03) israelense, prestando serviço aos americanos até 2002, inclusive nas Operações *Desert Storm* e *Shield* (BLOM, 2010).

**Figura 03** – RQ-2 Pioneer



Fonte: (US AIR FORCE, 2015).

### **2. 1. 5. Guerra ao terrorismo**

Um salto gigante pode ser observado no papel empregado, na quantidade de uso e nos valores investidos no desenvolvimento de Aeronaves Remotamente Pilotadas a partir dos movimentos bélicos conhecidos como Guerra ao Terror pelos estadunidenses. Um dos primeiros registros foi uma ofensiva contra o Talibã em outubro de 2001 no Afeganistão, na primeira investida americana no local. A operação obteve sucesso, com a destruição de um comboio inteiro do grupo inimigo (BLOM, 2010).

Desde então, segundo relatórios do *Bureau of Investigative Journalism*, cerca de 3000 pessoas foram mortas por ataques de ARPs entre 2004 e 2008. Foram utilizados em ataques no Afeganistão, Paquistão, Líbia e Iraque em maior número, mas também empregados em outros Estados. Todas essas operações consolidaram o emprego armado das Aeronaves Remotamente Pilotadas (HARUTYUNYAN, 2016).

Além do emprego armado, os drones foram essenciais no embate contra terroristas ao divulgar imagens e vídeos, até mesmo em tempo real, para o setor de Inteligência, auxiliando na busca de grupos e indivíduos envolvidos em atos terroristas, bem como dissuadir suas operações. Prestaram também apoio para

operações de aeronaves tripuladas e de infantaria em terreno inimigo. Relatórios da *Central Intelligence Agency (CIA)* reportam a notória participação das ARPs para os serviços de Inteligência norte-americanos (CRUMPTON, 2015).

Para que a missão atribuída à essas aeronaves fosse possível de se cumprir, foi necessário o desenvolvimento tecnológico e de doutrina de combate com esse material. Destacam-se o MQ-9 *Reaper* (figura 04) e o MQ-1 *Predator*, da *General Atomics*, que foram a espinha dorsal do combate americano não tripulado. Sendo que, o *Reaper* é uma espécie de evolução do projeto do *Predator*, que por sua vez, foi inicialmente projetado para reconhecimento aéreo e serviços de Inteligência na década de 90 e posteriormente adaptado para carregar dois mísseis AGM-114 *Hellfire* (GERTLER, 2012).

**Figura 04** – MQ-9 *Reaper*



Fonte: (US AIR FORCE, 2015).

## **2. 1. 6. Guerra Armênia x Azerbaijão**

Em 2020, o conflito entre os dois países voltou a ter uma escalada de embates pela região de Nagorno-Karabakh, que é disputada desde a época do império russo. O conflito regional - mas que apresenta grandes alianças mundiais apoiando os lados envolvidos diretamente - é o maior exemplo recente do poderio bélico das Aeronaves

Remotamente Pilotadas e do quanto elas podem fazer diferença para a vitória em uma guerra, convencional ou não (ECONOMIST, 2020).

O maior expoente da guerra foi o turco *Bayraktar TB2* (figura 05), utilizado pelas forças azeris. O projeto é uma adaptação do israelense *Heron*. Segundo relatórios do site militar *Oryx*, mais de 150 tanques, 90 blindados e 450 veículos militares, bem como 1 avião de ataque Su-25, 4 drones da Armênia, entre outros veículos foram abatidos exclusivamente por meio do uso do *Bayraktar*. No total do conflito até o momento, as perdas totais da Armênia (que ataca e defende de forma mais convencional) são seis vezes maiores que as do Azerbaijão (ORYX, 2020).

**Figura 05** – *Bayraktar TB2*



Fonte: (BAYKAR DEFENCE, 2020).

### **3 MATERIAL E MÉTODO**

Foram utilizados documentos governamentais e não governamentais, livros, reportagens de veículos de larga publicação, periódicos da área de defesa, escritos originalmente em português e inglês, e informações de empresas desenvolvedoras de Aeronaves Remotamente Pilotadas objetivando realizar uma revisão bibliográfica com vistas ao embasamento da proposta e culminando em uma conclusão que possa direcionar, ou não a validação operacional dessa tecnologia para a Força Aérea Brasileira. Conforme salientou-se na introdução, pretendeu-se abordar os dados obtidos na revisão histórica do desenvolvimento das Aeronaves Remotamente Pilotadas.

A pesquisa, de cunho qualitativo, buscou mostrar através de revisões documentais e bibliográficas como o desenvolvimento e o emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas deu-se com o passar dos anos e a viabilidade de empregar tal ferramenta em solo brasileiro, não se atendo a aspectos jurídicos/legais e políticos, mas sim demonstrando como a fabricação e uso dos meios afetou o cenário de guerra e treinamento das Forças Armadas do mundo.

#### 4 PECULIARIDADES DO EMPREGO DE ARPs NO BRASIL

Um aspecto que chama a atenção é como a possível introdução desse mecanismo afetaria as operações de Força Aérea no Brasil. Um protocolo, que pode servir para observar possíveis usos das Aeronaves Remotamente Pilotadas com mísseis ar-solo, é como são feitas as Operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO). Previstas no artigo 144 da Constituição Federal de 1988, podem ser determinadas pelo presidente da república e conduzidas pelas Forças Armadas de forma episódica para objetivar a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio. Vale ressaltar que as ARPs da Força Aérea Brasileira já foram empregadas em missões do tipo (BRASIL, 1988), em especial o modelo Hermes 450 (figura 07), adquiridos em 2011.

**Figura 06** - Hermes 450



Fonte: (ELBIT SYSTEMS, 2018).

Também podemos mencionar outra das Aeronaves Remotamente Pilotadas que a Força Aérea Brasileira emprega: o Hermes 900 da *Elbit Systems*, adquirido por meio de sua subsidiária, a AEL Sistemas (que participou também do projeto Falcão em conjunto com a Embraer e a Avibras Divisão Aérea e Naval S.A., que previa a aplicação de um modelo de reconhecimento armado posteriormente). O até então único Esquadrão da FAB voltado para o emprego de UAVs tem como missão alcançar a excelência operacional no cumprimento de missões nessa espécie de aeronaves. O

Hermes 900 pode ser aplicado em missões de busca, vigilância, enlace de dados, controle aéreo avançado, reconhecimento, inteligência, patrulhamento, entre outras (CARDOSO; CHAGAS, 2012; CAIAFA, 2015, p. 48 a 53).

Outro conceito importante é o de dissuasão, que de acordo com a Concepção Estratégica do Exército, é a manutenção de forças militares suficientemente poderosas e prontas para emprego imediato, capazes de desencorajar qualquer agressão militar. As operações contra delitos fronteiriços, sejam eles conflitos por terras indígenas, extração ilegal de madeira, pistas de pouso ilegais, narcotráfico, contrabando e descaminho, entre outros, poderiam ser auxiliadas pela presença de uma ARP armada, bem como a própria vigilância da fronteira como um todo (BRASIL, 2017).

A autonomia dessas aeronaves, somadas à capacidade de emprego de mísseis ar-solo e a comunicação em tempo real com autoridades e outras aeronaves permite um raio de operações imenso para a Força Aérea Brasileira. Vale salientar também que a própria Força Aérea Brasileira, em conjunto com a Embraer, estuda a implementação e desenvolvimento de novas tecnologias para o emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas cada vez mais eficientes, baratas e essenciais para o cenário de guerra atual. Nas palavras do Comandante da Força Aérea Brasileira, Tenente-Brigadeiro Carlos de Almeida Baptista Junior: “Na guerra moderna, o uso de plataformas aéreas não-tripuladas é essencial, operando sozinhas ou em conjunto com aeronaves convencionais. Tal tecnologia possibilita a redução de custos e riscos, sem perda de efetividade no cumprimento das missões assignadas para a Força Aérea Brasileira” (EMBRAER, 2021).

Outro aspecto merecedor de um olhar é o exemplificado número de acertos e erros no desenvolvimento desses mecanismos ao longo da história, mas também como está sendo cada vez mais barato produzir drones com maior capacidade, autonomia e poderio militar. A fabricação do turco *Bayraktar TB-2*, lançado em 2014 e que cumpre praticamente as mesmas missões que o americano MQ-1 *Predator*, lançado em 1995 e utilizado em missões reais até 2018, tem um valor base de 40% em relação ao já citado *Predator* (GIELOW, 2021; SASSOON; ONI, 2011).

Sendo assim, após serem apresentadas as peculiaridades do emprego de ARPs no Brasil, é possível traçar uma comparação entre os vetores operados no

cenário internacional e os que são utilizados pela Força Aérea Brasileira. Para isso, foram escolhidas três aeronaves já citadas durante o estudo e que destacam-se, cada qual por seu motivo, no panorama das Aeronaves Remotamente Pilotadas, com o objetivo de demonstrar as diferenças operacionais entre um vetor que teve papel como motor de mudança na doutrina militar e no emprego armado de ARPs, o americano MQ-1 Predator, um expoente recente que é o exemplo de uso expressivo de drones em uma guerra convencional, o turco Bayraktar TB-2, e como representante capaz de elucidar as capacidades atuais do maquinário da FAB, o israelense Hermes 450.

Para determinar as diferenças funcionais entre essas aeronaves, analisaremos esta tabela de desempenho:

Tabela 1 – Comparação entre as Aeronaves Remotamente Pilotadas: Hermes 450, MQ-1 *Predator* e *Bayraktar* TB2

Modelo	Hermes 450	MQ-1 Predator	Bayraktar TB-2
Fabricante	Elbit Systems	General Atomics	Baykar Defence
Comprimento	6,10 m	8,22 m	6,5 m
Envergadura	10,50 m	16,8 m	12 m
Peso Máximo de Decolagem	520 kg	1020 kg	650 kg
Data Link	Linha de visada e BVR	Linha de visada e BVR	Linha de visada
Autonomia	16 h	24 h	27 h
Teto de Operação	18.000 ft	25.000 ft	18.000 ft
Armamento	2 AGM-114 Hellfire (IAF)	2 AGM-114 Hellfire	4 <i>laser guided munition</i>
Velocidade de cruzeiro	65 kt	70 kt	70 kt
Velocidade máxima	95 kt	135 kt	120 kt
Custo aproximado	2 milhões de dólares	4,5 milhões de dólares	<2 milhões de dólares

Fonte: (ELBIT SYSTEMS, 2018; US AIRFORCE, 2015; BAYKAR DEFENCE, 2020).

É concebível observar as distinções tecnológicas entre os três vetores. O MQ-1 *Predator* é bastante superior tratando-se de comprimento, envergadura, peso máximo de decolagem e teto de operação, entretanto ele também tem um custo aproximado muito maior. Além disso, é ligeiramente superior ao vetor turco no que tange à autonomia e velocidade máxima. Os três quase se equiparam quanto à velocidade de cruzeiro. O *Bayraktar* TB2 destaca-se pela capacidade de levar 4 *laser guided munition*, o dobro da capacidade operacional média do Hermes 450 e do

*Predator*, mas defasa no potencial de *data-link*. É relevante evidenciar que, apesar dessas diferenças, o MQ-1 *Predator*, o *Bayraktar TB2* e o Hermes 450 se habilitam para realizar o tipo de missão que este artigo aborda, atendendo as necessidades da Força Aérea Brasileira.

Conseqüentemente, nota-se que o Brasil tem os meios necessários para empregar mísseis ar-solo em Aeronaves Remotamente Pilotadas, bastando apenas adaptações para inserção dos mísseis AGM-114 *Hellfire* no Hermes 450, o que já foi feito pela Força Aérea Israelense (IAF). Apesar de números operacionais piores contrapostos à outras ARPs das tabelas acima, o fato de o Brasil possuir previamente a aeronave em funcionamento pode compensar gastos financeiros e de tempo com a compra e adaptação do sistema de outroUCAV, o que pode ocorrer no futuro - até mesmo com o desenvolvimento de umUCAV nacional - e ser viabilizado, como visto na forma do destacado desenvolvimento das ARPs, com testes e amadurecimento de doutrinas de combate ao longo dos anos.

Outra perspectiva é o uso de parcerias com o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), ou até mesmo empresas como a Embraer, com o objetivo de desenvolver novas tecnologias nacionais, como pôde ser vislumbrado no projeto Falcão da *joint venture* Harpia Sistemas, parceria entre Embraer, AEL Sistemas S.A. e Avibras Divisão Aérea e Naval S.A., que teve início em 2011. Entretanto, as atividades foram encerradas em 2016 devido ao cenário de restrição orçamentária (CNN BRASIL, 2021).

## 5 CONCLUSÃO

A pesquisa buscou trazer referenciais teóricos para que as autoridades, tanto militares quanto civis, principalmente no contexto de Defesa Nacional, possuam uma fonte de conhecimento seguro e preciso quanto à validade operacional do uso de mísseis ar-solo em aeronaves remotamente pilotadas pela Força Aérea Brasileira, incluindo suas serventias e eventual polivalência.

Levando em consideração os pontos apresentados na pesquisa, é possível observar o grande salto operacional que o uso de mísseis ar-solo em Aeronaves Remotamente Pilotadas pode significar para a FAB. O poder dissuasório e as capacidades da máquina são evidenciadas pelo modo como ocorreu o desenvolvimento histórico do mecanismo até os dias atuais e o tipo de operação em que se mostram efetivamente presentes como fator muitas vezes essencial para o bom cumprimento da missão, seja ela de vigilância, Inteligência, ataque ou defesa.

Como afirma o especialista em drones russo Pavel Fedutinov: “Pela primeira vez, ficou claro que países com menos recursos podem fazer uso intensivo de drones numa guerra convencional”, tratando sobre a guerra entre Armênia e Azerbaijão. O embate entre os dois países demonstra a essencialidade dessa ferramenta (GIELOW, 2021).

Outro importante ponto a ser abordado, devido também ao preço e a forma como desenvolveu-se as ARPs, é que uma das aeronaves que o Brasil tem em sua posse atualmente, o *Elbit* Hermes 450 tem a capacidade operacional de carregar dois mísseis antitanque *AGM-114 Hellfire*. Ou seja, não se faz necessária a compra de um novo vetor ou o desenvolvimento total de uma nova tecnologia nacional para começarmos a empregar tal ferramenta. Basta que adaptemos as ferramentas já disponíveis e desenvolvamos doutrina e regras de combate compatíveis ao emprego dos mísseis ar-solo nos ARPs nacionais.

Uma forma de realizar esse investimento seria reativar as atividades da Harpia Sistemas, fazendo valer os cerca de 85 milhões de reais despendidos anteriormente no projeto Falcão, tendo em vista a já programada aplicação de um modelo de reconhecimento armado nele. Outro fato importante é que a *joint venture* da Harpia Sistemas vinha de uma parceria com a AEL Sistemas S.A. e a Avibras Divisão Aérea e Naval S.A, ou seja, sendo a AEL Sistemas S.A. subsidiária da *Elbit Systems*

(fabricante do Hermes 450), uma possível cooperação entre os avanços no projeto Falcão e a adequação do Hermes 450 como vetor armado pode ser benéfica para que o avanço operacional ocorra em menor tempo e gasto, mantendo a qualidade (CARDOSO; CHAGAS, 2012).

Este artigo demanda um maior aprofundamento em como o desenvolvimento tecnológico desse novo uso de vetor pode ser utilizado em outros meios, bem como as peculiaridades de eventuais empecilhos que o emprego de mísseis ar-solo em Aeronaves Remotamente Pilotadas pode gerar tratando-se de aspectos jurídicos/legais e políticos. É importante também apontar que esse estudo desconsidera eventuais impedimentos/tratados de geopolítica, pontuando apenas a capacidade operacional da ferramenta.

## REFERÊNCIAS

AXE, D. **Russia's Got Dogfighting Drones, Too—Just How Smart Are They?**

BAYKAR DEFENCE. **Bayraktar TB2**. Turquia, 2020. Disponível em: <<https://baykardefence.com/uav-15.html>>. Acesso em: 09 ago. 2021.

BLOM, John David. Unmanned Aerial Systems: a historical perspective. **Combat Studies Institute Press**: Occasional Paper 37, Fort Leavenworth, Kansas, v. 1, n. 37, p. 1-139, set. 2010. Disponível em: <<http://usacac.army.mil/cac2/index.asp>>. Acesso em: 21 fev. 2021.

BOLKCOM, Christopher.; BONE, Elizabeth. **Unmanned Aerial Vehicles: Background and Issues for Congress**. 2003. Congressional Research Service.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Concepção Estratégica do Exército**. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro Branco de Defesa Nacional**. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Plano Estratégico Militar Da Aeronáutica 2018 - 2027**. Brasília, DF, 2018.

CAIAFA, Roberto. Hórus, o olho que tudo vê. **Tecnologia e Defesa**, ano 32, n. 141, p. 48-53, 2015.

CARDOSO, Fernando; CHAGAS, Leandro. **O emprego da Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) na busca de alvos e no controle de danos para o GLMF**. 26 f. Monografia (Especialização) - Centro de Artilharia de Foguetes (Ciart), Formosa, Goiás, 2012. Disponível em: <<http://www.epex.eb.mil.br/images/pdf/O-EMPREGO-DA-AERONAVE-REMOTAMENTE-PILOTADA-ARP-NA-BUSCA-DE-ALVOS-E-NO-CONTROLE-DE-DANOS-PARA-O-GLMF.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2021.

CARR, S. S.; KEANE, J. F. A brief history of early unmanned aircraft. **Revista Johns Hopkins APL Technical Digest**, Maryland, v.32, n.03, p.559-563, 2013.

CHAMAYOU, Grégoire. **Teoria do Drone**. Tradução de Célia Euvaldo. São Paulo: Cosac Naify, 2015. p. 26.

CNN BRASIL. **Embraer e FAB assinam acordo para desenvolver drone militar**. 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/embraer-e-fab-assinam-acordo-para-desenvolver-drone-militar/>>. Acesso em: 28 ago. 2021.

COSTA, Tenente Coronel Aviador Luiz Paulo da Silva. A Operação de Veículos Aéreos Não Tripulados em Teatro de Operações Conjunto. **Revista da UNIFA**, ano XXI, n. 25, P. 79-81, dez 2009.

CRUMPTON, Henry. **A arte da Inteligência**. 1 ed. São Paulo: Novo Século, 2015.

ECONOMIST, The. **The Azerbaijan-Armenia conflict hints at the future of war**. The Economist. Londres, p. 4-5. out. 2020. Disponível em: <<https://www.economist.com/europe/2020/10/08/the-azerbaijan-armenia-conflict-hints-at-the-future-of-war>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

EHRHARD, Thomas P. **Air Force UAVs The Secret History**. Arlington, Va: Mitchell Institute Press, 2010. 88 p. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a526045.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2021.

ELBIT SYSTEMS (Israel). **Hermes 450**. 2018. Disponível em: <<https://elbitsystems.com/product/hermes-450-2/>>. Acesso em: 10 abr. 2021.

EMBRAER (Brasil). **Embraer and Brazilian Air Force Sign a Memorandum that Aims the Study of Unmanned Aircraft System**. São José dos Campos. 23 abr. 2021. Disponível em: <<https://embraer.com/global/en/news?slug=1206844-embraer-and-brazilian-air-force-sign-a-memorandum-that-aims-the-study-of-unmanned-aircraft-system>>. Acesso em: 13 abr. 2021.

FORD, Henry. **Ford News**. Disponível em: <<https://www.thehenryford.org/collections-and-research/digitalresources/popular-topics/henry-ford-quotes/>>. Acesso em: 01 set. 2020.

GERTLER, Jeremiah. **U.S. Unmanned Aerial Systems**. Congressional Research Service, The Library Of Congress, 101 Independence Avenue Se, Washington, Dc, 20540: Crs Report For Congress, 2012. 56 p. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA566235.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GIELOW, Igor. **Drones dominam história militar de 2020 e abrem brecha a países pobres: aviões não tripulados têm custo muito inferior ao de caças e fizeram diferença na guerra no Cáucaso**. Folha de São Paulo. São Paulo. 02 fev. 2021. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2021/01/drones-dominam-historia-militar-de-2020-e-abrem-brecha-a-paises-pobres.shtml>>. Acesso em: 18 abr. 2021.

HARUTYUNYAN, Angelina. **Rapid Development of UAVs: Transforming the Warfare and Defence**. 2016. Disponível em: <[https://www.academia.edu/4232057/Rapid\\_Development\\_of\\_UAVs\\_Transforming\\_the\\_Warfare\\_and\\_Defence](https://www.academia.edu/4232057/Rapid_Development_of_UAVs_Transforming_the_Warfare_and_Defence)>. Acesso em: 21 mar. 2021

ICAO. International Civil Aviation Organization. **Unmanned Aircraft Systems (UAS)**. Quebec, Canada, 2011.

LAVENÈRE-WANDERLEY, Tenente-brigadeiro Rr Nelson Freire. **Os Balões de Observação na Guerra do Paraguai**. Rio de Janeiro - Rj: Instituto Históricocultural da Aeronáutica, 2017. Disponível em:

<[https://www2.fab.mil.br/incaer/images/eventgallery/instituto/Opusculos/Textos/opusculo\\_os\\_baloes.pdf](https://www2.fab.mil.br/incaer/images/eventgallery/instituto/Opusculos/Textos/opusculo_os_baloes.pdf)>. Acesso em: 07 set. 2020.

MALAGOLI, Kevyn. **História da Aviação: dos primeiros desenhos ao futuro da aviação comercial**. Orientador: Prof. Joel Irineu Lohn, MSc. 2020. 39 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Aeronáuticas) - Curso de graduação em Ciências Aeronáuticas, da Universidade do Sul de Santa Catarina, [S. l.], 2020. Disponível em:

<<https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/10457/Monografia%20-%20Kevyn%20Malagoli.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 9 set. 2020.

ORYX. **The Fight For Nagorno-Karabakh: Documenting Losses On The Sides Of Armenia And Azerbaijan**. Warwick: Oryx, 2020. Disponível em:

<<https://www.oryxspioenkop.com/2020/09/the-fight-for-nagorno-karabakh.html>>. Acesso em: 04 abr. 2020.

PODER AÉREO. **Santos-Dumont: Pai da Aviação e Patrono da Aeronáutica Brasileira**. 2020. Disponível em: <<https://www.aereo.jor.br/2020/07/21/santos-dumont-pai-da-aviacao-e-patrono-da-aeronautica-brasileira/>>. Acesso em: 04 abr. 2021.

SASSOON, Aaron; ONI, Oluseyi. **Border Security: Air Team**. Maryland: Institute For Systems Research, James Clark School Of Engineering, 2011. 31 p. Disponível em: <<https://user.eng.umd.edu/~austin/enes489p/projects2011a/BorderSecurity-Air-Team-FinalReport.pdf>>. Acesso em: 26 jun. 2021.

SILVA, Odair Vieira da.; SANTOS, Rosiane Cristina dos. Trajetória Histórica da Aviação Mundial. **Revista Científica Eletrônica de Turismo**. Ano VI, n. 11, 2009. Disponível em:

<[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/WydybjUDpYtjL4\\_2013-5-23-10-51-57.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/WydybjUDpYtjL4_2013-5-23-10-51-57.pdf)>. Acesso em: 29 ago. 2020.

SULLIVAN, J. M. Evolution or revolution? The rise of UAVs. **IEEE Technology and Society Magazine**. v. 03, n. 25, p.43-49, jan. 2006.

US AIR FORCE. **MQ-1B Predator**. 2015. Disponível em: <<https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104469/mq-1b-predator/>>. Acesso em: 26 jun. 2021.