

ADEQUAÇÃO E EFICIÊNCIA: FATORES CRÍTICOS NA ESCOLHA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS (ARP) PARA A AÇÃO DE AUTODEFESA DE SUPERFÍCIE (ADS) PELA FORÇA AÉREA BRASILEIRA

ADEQUACY AND EFFICIENCY: CRITICAL FACTORS IN CHOOSING REMOTELY PILOTED AIRCRAFT (RPA) FOR SURFACE SELF-DEFENSE (SSD) ACTION BY THE BRAZILIAN AIR FORCE

Gustavo da Silva Rosendo¹
Aramys Gonzaga Santos²

RESUMO

A crescente utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) em ambientes operacionais diversos evidencia sua relevância para a segurança e defesa das Organizações Militares (OMs) da Força Aérea Brasileira (FAB). Neste trabalho, objetivou-se avaliar a aplicabilidade desses sistemas em missões de Autodefesa de Superfície (ADS). A pesquisa, de caráter qualitativo e exploratório, foi estruturada com base em documentos doutrinários oficiais, relatórios técnicos e estudos de caso de conflitos reais. Para análise comparativa entre os modelos de ARPs, adotou-se o método de Soma Ponderada (WSM), fundamentado em seis critérios: capacidade técnica, eficiência operacional, flexibilidade de emprego, custo, interoperabilidade e suporte logístico. A partir da aplicação do modelo, concluiu-se que o sistema Skylark se apresenta como a alternativa mais aderente às necessidades operacionais da FAB em missões de ADS, por combinar simplicidade, robustez e viabilidade logística. Os resultados reforçam a importância da seleção criteriosa de equipamentos, alinhada à doutrina vigente e às especificidades do teatro de operações.

Palavras-chave: ARP; Autodefesa de Superfície; Força Aérea Brasileira; Avaliação Multicritério; Segurança Operacional.

¹ Cadete de Infantaria do 4º Esquadrão (Turma *Ártemis*, 2025).

² Cap QOINF Aramys Gonzaga Santos, Bacharel em Ciências Militares, com habilitação em Infantaria da Aeronáutica, e Bacharel em Administração, com ênfase em Administração Pública pela Academia da Força Aérea. Pós Graduação *Latu Sensu* em Liderança com ênfase em Gestão do COMAER pela Universidade da Força Aérea. Pós Graduação *Latu Sensu* em Gestão Pública pela Universidade Estácio de Sá. Pós Graduação *Latu Sensu* em Docência no Ensino Superior, Avaliação e Currículo Escolar e EAD e suas Tecnologias pela Universidade UNOPAR Anhanguera. Email: aramysags@fab.mil.br.

ABSTRACT

The increasing use of Remotely Piloted Aircraft (RPA) in various operational environments highlights their relevance to the security and defense of Brazilian Air Force (FAB) military organizations. This study aimed to assess the applicability of these systems in Surface Self-Defense (SSD) missions. The research, qualitative and exploratory in nature, was based on official doctrinal documents, technical reports, and case studies from real-world conflicts. To perform a comparative analysis among RPA models, the Weighted Sum Model (WSM) method was applied, structured on six criteria: technical capability, operational efficiency, employment flexibility, cost, interoperability, and logistical support. The analysis indicated that the Skylark system is the most suitable alternative for FAB's SSD missions, as it combines simplicity, robustness, and logistical feasibility. The results reinforce the importance of selecting equipment aligned with current doctrine and the specific requirements of the national operational theater.

Keywords: RPA; Surface Self-Defense; Brazilian Air Force; Multicriteria Evaluation; Operational Security.

INTRODUÇÃO

A história da humanidade está profundamente marcada por guerras, desde as primeiras disputas por território, recursos e poder político. Ao longo dos séculos, esses conflitos moldaram fronteiras, culturas e governos, sendo frequentemente impulsionados por ideologias religiosas, políticas e econômicas. No início do século XX, a criação do avião revolucionou a forma como as guerras eram travadas. Enquanto civilizações antigas, como Egito, Grécia e Roma, expandiram-se principalmente por conquistas terrestres, o advento da aviação trouxe uma nova dimensão às guerras modernas.

Durante as guerras mundiais, o uso de aviões para reconhecimento, bombardeios e combates aéreos transformou a estratégia militar, permitindo ataques a longas distâncias e causando destruição em uma escala sem precedentes. A aviação militar tornou-se decisiva em muitos conflitos, alterando para sempre o cenário bélico global.

Dentro desse contexto, a Autodefesa de Superfície emerge como uma das principais ações da Força Aérea, sendo essencial para proteger áreas sensíveis e garantir a continuidade das operações militares. Segundo a Doutrina Básica da Força Aérea, o emprego de Meios Aeroespaciais abrange ações letais e não letais, além de ações especializadas que complementam a capacidade operacional da Força Aérea (Ministério da Defesa, 2024a). O Manual de Autodefesa de Superfície (MCA 125-17) define a ADS como “A Ação que consiste em empregar Meios de Força Aérea para

detectar, identificar e neutralizar ou impedir ataques realizados por forças terrestres, aeroterrestres, aeromóveis ou anfíbias inimigas às Áreas Sensíveis e aos Pontos Sensíveis de interesse da Força Aérea” (Ministério da Defesa, 2023, p. 22).

Com o avanço tecnológico, as Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPs) surgiram como uma nova revolução militar, similar à introdução dos aviões. Inicialmente desenvolvidos para missões de reconhecimento, as ARPs rapidamente evoluíram para realizar ataques de precisão e fornecer suporte tático, tornando-se indispensáveis em operações modernas. Estes veículos permitem monitoramento constante e ataques a distância, sem a necessidade de exposição direta de tropas, reduzindo os riscos em combate. Assim como a aviação transformou as guerras no século XX, as ARPs têm mudado a forma como os conflitos contemporâneos são conduzidos, oferecendo maior precisão e eficiência (Parks; Kaplan, 2017).

O uso das ARPs se destacou no conflito em andamento na Ucrânia, onde elas têm sido amplamente utilizadas para reconhecimento, identificação de alvos e ajuste de fogo de artilharia. As Forças Armadas Ucrânicas têm empregado intensivamente esses veículos para contrabalançar a superioridade de fogo russa, especialmente em relação à artilharia e veículos blindados (Laterz e Cabral, 2022). Contudo, a doutrina da Força Aérea Brasileira ainda não aborda de forma específica o uso de ARPs e outras tecnologias emergentes, deixando uma lacuna em relação à sua aplicação nas operações militares (Ministério da Defesa, 2023).

Para preencher essa lacuna, o MCA 125-26 foi desenvolvido, estabelecendo diretrizes para o emprego dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas nas operações da Força Aérea, com ênfase na atuação da Infantaria da Aeronáutica. No entanto, ainda não existem normas específicas sobre a seleção das tecnologias mais adequadas para as missões de Autodefesa de Superfície (Ministério da Defesa, 2024b).

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo investigar as tecnologias atualmente utilizadas pelas forças de ADS. A questão central é: "Quais são os principais fatores a serem considerados na escolha de tecnologias de aeronaves remotamente pilotadas para a execução de missões de Autodefesa de Superfície?". Para responder a essa pergunta, o estudo visa identificar e analisar os fatores críticos na seleção dessas tecnologias pelas tropas da Infantaria da Aeronáutica. Além disso, busca-se examinar as características técnicas e operacionais das aeronaves remotamente pilotadas que impactam a eficácia das missões de ADS, explorar as demandas específicas dessas operações e como diferentes tecnologias de ARPs podem atender a essas necessidades. O estudo também propõe sugerir critérios para a escolha das tecnologias mais

apropriadas, fundamentados em estudos de caso e na análise de cenários contemporâneos, como o conflito entre Ucrânia e Rússia, Afeganistão, Iraque e Síria.

Dessa forma, para compreender plenamente a importância do emprego de aeronaves remotamente pilotadas na proteção de bases aéreas, é necessário apresentar os fundamentos do Poder Aeroespacial e a evolução do uso de drones em operações militares.

1 REFERENCIAL TEÓRICO

1.1 FUNDAMENTOS DO PODER AEROESPACIAL

O Poder Aeroespacial é definido como a capacidade de explorar, controlar e empregar o espaço aéreo e o espaço exterior para atingir objetivos estratégicos, operacionais e táticos em prol dos interesses nacionais. Segundo a Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (DCA 1-1), o Poder Aeroespacial constitui o conjunto de meios e ações que proporcionam a capacidade de influenciar ou controlar a atmosfera e o espaço exterior, com vistas à consecução dos objetivos do Estado (Ministério da Defesa, 2024a).

Historicamente, o domínio do espaço aéreo transformou-se em elemento crucial para o sucesso das operações militares, proporcionando às forças armadas vantagens como mobilidade, flexibilidade, alcance e rapidez de resposta. No contexto brasileiro, a Força Aérea desenvolveu-se sob a premissa de que o preparo e o emprego de seus meios aeroespaciais devem ser pautados por princípios doutrinários claros e atualizados, visando à eficácia no cumprimento de sua missão constitucional (Ministério da Defesa, 2024a).

A necessidade de adaptação contínua às novas tecnologias e dinâmicas de guerra é um aspecto central da evolução do Poder Aeroespacial. A FAB reconhece que o fortalecimento da capacidade militar requer o desenvolvimento permanente da ciência, tecnologia e inovação (Ministério da Defesa, 2024a), o que implica investir em plataformas modernas e sistemas avançados de emprego operacional. Nesse cenário, destaca-se a crescente importância das Aeronaves Remotamente Pilotadas, que representam uma ampliação significativa das capacidades de vigilância, reconhecimento e intervenção em ambientes de interesse estratégico.

Assim, a consolidação do Poder Aeroespacial no Brasil não se limita ao domínio tecnológico, mas também envolve a capacidade de integrar efetivamente seus meios aéreos e

espaciais em um contexto operacional conjunto, de forma a garantir a superioridade e a proteção dos interesses nacionais em tempos de paz e em situações de conflito.

1.2 AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

A história dos ARPs remonta ao século XVIII, com o uso de balões para missões militares, e evoluiu para a tecnologia de drones existente atualmente. Inicialmente usados para reconhecimento e treinamento, as ARPs se tornaram cruciais em várias frentes, tanto militares quanto civis. No contexto militar, desempenham papéis essenciais em missões de vigilância e ataques de precisão. No setor civil, têm sido fundamentais em áreas como agricultura, monitoramento ambiental, inspeção de infraestruturas e operações de resgate, aumentando a eficiência e segurança em diversas tarefas (Boucher, 2015).

Essa versatilidade e impacto global tornam as ARPs indispensáveis em um mundo cada vez mais orientado pela automação e tecnologia. Suas aplicações modernas permitem que governos, indústrias e instituições realizem operações com mais precisão, menos custos e menor risco humano, o que solidifica sua importância no contexto tecnológico atual (Gettinger, 2019).

1.3 EMPREGO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS EM OPERAÇÕES MILITARES

A incorporação de aeronaves remotamente pilotadas no contexto militar alterou de forma substancial o panorama das operações aéreas modernas. Desde missões de reconhecimento e vigilância até ataques de precisão, os drones passaram a desempenhar funções estratégicas fundamentais no campo de batalha contemporâneo. As aeronaves não tripuladas ampliaram a capacidade de resposta das forças aéreas, permitindo operações persistentes com menor risco aos tripulantes (Fowler, 2014).

Os conflitos no início do século XXI, como as guerras no Afeganistão e no Iraque, evidenciaram o valor operacional das ARPs, principalmente no apoio a forças terrestres e na execução de missões de inteligência, vigilância e reconhecimento (IVR). O emprego de sistemas como o RQ-1 Predator e o MQ-9 Reaper tornou-se símbolo da capacidade dos Estados Unidos de projetar poder aéreo com eficiência e precisão, consolidando a utilização de drones como ferramenta central nas operações militares (Gettinger, 2019).

O crescimento exponencial do uso de ARPs não se restringe às grandes potências. Segundo Gettinger (2019), mais de noventa países já incorporaram drones militares às suas forças armadas, com variados níveis de sofisticação e capacidade. A difusão da tecnologia, combinada ao custo relativamente reduzido em comparação com aeronaves tripuladas, incentivou a adoção global desses sistemas para missões que vão desde o patrulhamento de fronteiras até a autodefesa de bases aéreas.

O desenvolvimento contínuo das ARPs é impulsionado pela necessidade de forças armadas mais adaptáveis e resilientes, capazes de operar em ambientes cada vez mais contestados. Essa tendência aponta para uma doutrina em que a integração entre plataformas tripuladas e não tripuladas seja cada vez mais comum, visando combinar capacidades distintas para maximizar a eficácia tática e a permanência em operações. Esse tipo de arquitetura híbrida tem sido explorada por diversas forças armadas como forma de ampliar o alcance, reduzir riscos e integrar sensores e armamentos com maior flexibilidade (Gettinger, 2019).

1.4 USO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS NA FORÇA AÉREA BRASILEIRA

A evolução tecnológica e a necessidade de ampliação das capacidades de vigilância, reconhecimento e apoio tático impulsionaram a Força Aérea Brasileira a investir no emprego de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP). Esse processo reflete uma tendência mundial e está alinhado às diretrizes doutrinárias da Força, que visam à constante modernização de seus meios e métodos de atuação (Ministério da Defesa, 2024a).

O uso de ARPs na FAB consolidou-se a partir da percepção da importância desses sistemas para missões de IVR. De acordo com o Manual de Emprego do Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas em Proveito da Infantaria da Aeronáutica, as ARPs possibilitam a obtenção de consciência situacional em tempo real, a extensão do alcance da capacidade de observação e a maximização da eficiência das ações de defesa e segurança (Ministério da Defesa, 2024b).

Além disso, a ampliação do emprego de ARPs pela Força Aérea está alinhada às normas específicas sobre o acesso ao espaço aéreo brasileiro, conforme regulamentado pela ICA 100-40 (Ministério da Defesa, 2023). Esse arcabouço normativo estabelece os procedimentos para a operação segura dessas aeronaves em território nacional, garantindo a integração das atividades dos SARP com a aviação convencional.

A adoção de sistemas como o RQ - 450 Hermes e o Hermes 900 demonstra o compromisso da FAB em expandir suas capacidades operacionais no campo da inteligência e da autodefesa. Esses equipamentos, combinados a doutrinas específicas de emprego, reforçam o objetivo de garantir a segurança das infraestruturas críticas e a soberania do espaço aéreo brasileiro.

Portanto, o uso de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas pela Força Aérea Brasileira representa um avanço estratégico que contribui para a modernização e para a ampliação da eficácia operacional da instituição frente aos desafios contemporâneos.

1.5 AUTODEFESA DE SUPERFÍCIE

Alan J. Vick (1995) observou que, apesar de a rapidez, agilidade e furtividade ao radar tornarem as aeronaves, mesmo sem blindagem, decisivas no campo de batalha, elas ainda são vulneráveis devido ao seu revestimento fino. Ele destacou que, quando estacionadas, as aeronaves se tornam alvos fáceis, especialmente quando comparadas a outros alvos terrestres.

Além das vulnerabilidades identificadas por Vick (1995), as experiências históricas, ataques a bases aéreas durante a Guerra do Vietnã, estimularam o desenvolvimento de estratégias integradas de defesa, combinando vigilância, reconhecimento e forças de reação rápida. Essa lógica tem sido adotada em diversas doutrinas militares contemporâneas, especialmente aquelas voltadas à defesa de bases em ambientes de conflito irregular. Caudill (2014), por exemplo, destaca a necessidade de tecnologias avançadas e coordenação entre forças terrestres e aéreas como condição indispensável para garantir a segurança contínua dos ativos e do pessoal em bases operacionais.

Apesar de sua fragilidade, essas máquinas são fundamentais para garantir o controle do espaço aéreo, elemento crucial para a aplicação plena do Poder Aéreo. Contudo, para que sejam operadas de forma eficaz, é imprescindível a existência de infraestruturas e aeródromos adequados, o que ressalta a importância da proteção dessas instalações.

O MCA 125-17 diz:

[...] considera a sua capacidade de Autodefesa de Superfície de instalações como um dos fatores críticos de sucesso para o cumprimento da missão da Aeronáutica, uma vez que contribui para a preservação do poder de combate, pela garantia de um ambiente seguro para que as instalações e demais recursos possam gerar, lançar e sustentar as operações aéreas e o controle do espaço aéreo contra o vasto espectro de ameaças (Ministério da Defesa, 2023, p. 22).

A Doutrina Básica da Força Aérea descreve essa ação da Força Aérea como o emprego de recursos para detectar, identificar e neutralizar, ou impedir, ataques inimigos provenientes de forças terrestres, aeroterrestres, aeromóveis ou anfíbias contra áreas sensíveis e pontos críticos de interesse estratégico (Ministério da Defesa, 2024a).

A Autodefesa de Superfície é uma extensão das ações de Segurança das Instalações e da Polícia da Aeronáutica, ativada quando o grau de risco aumenta, especialmente em momentos críticos ou conflitos armados. No entanto, é importante ressaltar que as operações conduzidas pela ADS diferem significativamente das realizadas por tropas convencionais, exigindo uma formação especializada, adestramento específico, além de ferramentas e organização distintas das utilizadas no cotidiano (Ministério da Defesa, 2023).

Essa necessidade de procedimentos especializados se torna ainda mais evidente quando se consideram as técnicas e equipamentos empregados pelas forças inimigas, que podem comprometer ou neutralizar as operações aéreas e a defesa perimetral das instalações sem revelar sua posição ou entrar em confronto direto com as Forças de Autodefesa de Superfície (FADS). Diante desse cenário, é crucial que a ADS adote tanto procedimentos ofensivos quanto defensivos para garantir o sucesso e a continuidade das operações.

1.6 EMPREGO DOS SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

O uso militar dessas aeronaves evoluiu consideravelmente ao redor do mundo, sendo empregadas em uma ampla variedade de missões. Elas representam uma solução estratégica para reduzir os riscos e minimizar a exposição das tropas. O MCA 125-26, que estabelece os procedimentos para o emprego dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas no apoio às operações da Infantaria da Aeronáutica, enfatiza o uso dessas aeronaves tanto como parte de uma estratégia de segurança integrada quanto para operações específicas. As ARPs se tornaram aliadas indispensáveis na execução das missões da Infantaria da Aeronáutica, com especial foco na defesa de áreas sensíveis e na proteção dos militares envolvidos (Ministério da Defesa, 2024b).

Esse documento também define as possíveis aplicações das ARPs nas ações de Autodefesa de Superfície, sendo elas:

- a) Seção de Vigilância;

- b) Postos de Vigilância;
- c) Patrulhas; e
- d) Força de reação.

Oferecendo uma vigilância constante e suporte ao reconhecimento de áreas estratégicas. Eles auxiliam na extensão do alcance das patrulhas, monitorando possíveis ameaças e permitindo respostas rápidas e eficientes. Além disso, essas aeronaves contribuem para o rastreamento de forças inimigas, reforçando a proteção das instalações e proporcionando maior segurança para a operação das forças de defesa.

Ao longo dos próximos tópicos serão analisados alguns dos drones mais utilizados no mundo nos últimos anos, de acordo com Gettinger em seu livro *The Drone Databook*, entre eles observa-se algumas características em comum, como versatilidade, longa autonomia de voo, tecnologia avançada de sensores, capacidade de ataque e precisão.

1.7 FATORES DETERMINANTES PARA A ESCOLHA DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

No contexto das operações de ADS da Força Aérea Brasileira, a seleção de Aeronaves Remotamente Pilotadas deve considerar aspectos operacionais, logísticos e doutrinários, conforme estabelecido nos manuais MCA 125-17, MCA 125-26 e no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial nº 94.

A seguir, no quadro 1 são apresentados os principais fatores que orientam essa escolha no cenário brasileiro, com base nas exigências táticas, nas condições do ambiente operacional e nas normas vigentes. Os critérios técnicos e os pesos atribuídos foram definidos a partir da análise da DCA 1-1, do MCA 125-26 e do RBAC-E nº 94, que tratam da doutrina, dos requisitos operacionais e da regulamentação aplicável ao emprego de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas.

As justificativas para as notas dos modelos avaliados e os pesos dos critérios estão detalhadas nos Apêndices A e B, respectivamente.

Quadro 1 Critérios Técnicos de Avaliação de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas para Autodefesa de Superfície

Fator	Requisito Técnico para o Contexto Brasileiro
Missão de Autodefesa de Superfície (ADS)	Capacidade de realizar reconhecimento, vigilância persistente, identificação e neutralização de ameaças terrestres e aeroterrestres.
Ambiente Operacional	Operação eficiente em ambientes urbanos, rurais, florestais e áreas de baixa visibilidade (uso de sensores EO/IR).
Tempo de Voo e Alcance	Mínimo de 1 hora de autonomia e alcance operacional de vários quilômetros para vigilância contínua e deslocamento tático.
Facilidade de Transporte e Desdobramento	Estrutura compacta, montagem rápida, capacidade de lançamento manual ou por catapulta.
Custo de Aquisição e Manutenção	Sistemas de baixo custo operacional, fácil reposição de peças e suporte técnico nacional ou regionalizado.
Nível de Discrição	Perfil de voo silencioso, baixa assinatura visual e capacidade de operação furtiva em diferentes cenários.
Resiliência e Robustez	Resistência a intempéries (chuva, calor, ventos fortes) e proteção contra interferência eletrônica.
Capacidade de Carga Útil	Transporte de câmeras ópticas e térmicas, sensores de movimento, detectores SIGINT e, futuramente, carga útil de neutralização.
Integração com Sistemas C2	Compatibilidade com Centros de Operações de Autodefesa de Superfície (COADS) e redes de comando e controle tático da FAB.
Conformidade Regulatória	Atender aos requisitos do RBAC-E 94 da ANAC e normas internas da Força Aérea Brasileira para operação segura e controlada de ARP.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em MCA 125-26 (Ministério da Defesa, 2024b); MCA 125-17 (Ministério da Defesa, 2023); Gettinger (2019)

1.8 EXPERIÊNCIA OPERACIONAL DE SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS RELEVANTES

A escolha de Aeronaves Remotamente Pilotadas para emprego nas missões de ADS da Força Aérea Brasileira deve considerar não apenas os requisitos técnicos, mas também a experiência comprovada em conflitos militares. A utilização de determinados modelos em teatros de operações complexos fornece evidências práticas de sua eficácia e adaptabilidade a ambientes hostis.

1.8.1 Skylark

O Skylark, como mostra a figura 1, é uma ARP de asa fixa, desenvolvida pela empresa israelense Elbit Systems, amplamente empregada em operações militares de vigilância e reconhecimento. Entre suas principais variantes, destacam-se o Skylark I-LEX, com autonomia de até 3 horas e alcance de 40 quilômetros, e o Skylark 3, com capacidade estendida de 6 horas de voo e alcance de 100 quilômetros. Operado por forças como a Força de Defesa de Israel (IDF), que criou a unidade "Sky Rider" para seu emprego tático, o Skylark demonstrou eficácia em missões de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR) no nível de batalhão. Foi empregado em teatros operacionais como Iraque e Afeganistão por países como a Austrália que, embora não integre formalmente a OTAN, é aliada de seus membros, e Hungria, atuando na detecção de artefatos explosivos improvisados e no apoio a patrulhas terrestres (Gettinger, 2019).



Figura 1 Sylark

Fonte: Recuperado de <https://www.army-technology.com/projects/skylark-i-lex-mini-unmanned-aircraft-system-uas/>

Acesso em 2 maio 2025

1.8.2 RQ - 11 Raven

O RQ-11 Raven, como mostra a figura 2, é uma ARP de pequeno porte, desenvolvida pela empresa norte-americana AeroVironment e amplamente adotada pelas forças armadas dos Estados Unidos e de diversos outros países. Introduzido em 2006, o Raven foi projetado para missões de reconhecimento, vigilância e patrulha em nível tático, possuindo autonomia de até 90 minutos e alcance de aproximadamente 10 quilômetros. Extremamente portátil, com peso máximo de decolagem inferior a 2 kg e lançamento manual, o Raven destaca-se pela facilidade de transporte, montagem e operação em campo. Seu emprego foi extensivo em operações no Afeganistão, Iraque e em missões de apoio como a *Operation Resolute Support*, além de ser utilizado em forças militares da Itália, Hungria, Bélgica, Romênia, entre outras (Gettinger, 2019).



Figura 2 RQ - 11 Raven

Fonte: Recuperado de <https://www.military.com/equipment/rq-11b-raven> Acesso em 2 maio 2025

1.8.3 ScanEagle

O ScanEagle, como mostra a figura 3, é uma ARP de asa fixa, desenvolvida pela empresa norte-americana Insitu, subsidiária da Boeing, e projetada para missões de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR) em ambientes operacionais exigentes. Com autonomia de até 24 horas e capacidade de operar a altitudes de até 19.500 pés, o ScanEagle oferece vigilância persistente sobre áreas extensas sem a necessidade de pistas de pouso, sendo lançado por catapulta e recuperado por meio do sistema SkyHook. Amplamente utilizado em conflitos no Afeganistão e no Iraque, tanto por forças dos EUA quanto pelo Exército Afegão e a Marinha Australiana, o ScanEagle demonstrou grande eficácia em missões de coleta de inteligência, vigilância de alvos e apoio à coordenação de ataques aéreos (Gettinger, 2019).



Figura 3 ScanEagle

Fonte: Recuperado de <https://forcaarea.com.br/drone-scaneagle-equipado-com-sistema-de-alerta-de-trafego/>. Acesso em 3 de out. 2024

1.8.4 RQ - 1 Predator

O RQ-1 Predator, como mostra a figura 4, é uma ARP da categoria MALE, aeronaves de média altitude e longa resistência (Medium Altitude Long Endurance), desenvolvida nos Estados

Unidos pela General Atomics. Foi amplamente utilizado em missões de reconhecimento e ataque leve em zonas de conflito como o Afeganistão, Iraque e Paquistão. Sua capacidade de realizar vigilância persistente, aliada à integração de sensores eletro-ópticos e armamentos leves (como mísseis AGM-114 Hellfire), consolidou seu papel em operações de IVR e contraterrorismo (Gettinger, 2019).



Figura 4 RQ - 1 Predator

Fonte: Recuperado de <https://www.airforce-technology.com/projects/predator-uav/>. Acesso em 2 maio 2025

1.8.5 MQ - 9 Reaper

Sucessor direto do RQ-1, o MQ-9 Reaper, como mostra a figura 4, representa uma evolução significativa nas capacidades operacionais das ARPs de média altitude e longa duração. Com maior carga útil, potência e autonomia, o Reaper foi projetado não apenas para missões de vigilância e reconhecimento, mas também para ataques de precisão contra alvos estratégicos. Empregado em diversos teatros de operações, como Iêmen, Síria e Somália, destaca-se pela

integração com sistemas de comando e controle (C2), interoperabilidade com plataformas tripuladas e elevada eficácia em missões ofensivas e defensivas (Gettinger, 2019).



Figura 5 MQ - 9 Reaper

Fonte: Recuperado de

<https://aeroim.net/drone-gigante-mq-9-dos-eua-tera-capacidade-de-atacar-com-precisao-em-alcance-aumentado/>. Acesso em 2 maio 2025

1.8.6 Bayraktar TB2

O Bayraktar TB2, como mostra a figura 6, é uma aeronave remotamente pilotada de origem turca, desenvolvida pela empresa Baykar, que alcançou notoriedade internacional por seu desempenho em conflitos recentes, como na Síria, Líbia e, especialmente, na guerra da Ucrânia. Classificado como um sistema MALE de baixo custo e alta eficiência, o TB2 possui sensores eletro-ópticos, capacidade de ataque com armamentos guiados leves e notável autonomia para vigilância contínua. Sua operação em conflitos reais demonstrou um equilíbrio entre simplicidade logística, eficácia tática e impacto estratégico, o que o transformou em um dos modelos mais influentes no debate contemporâneo sobre guerra não tripulada (Gettinger, 2019).



Figura 6 Bayraktar TB2

Fonte: Recuperado de

<https://www.jornalopcao.com.br/guerra/empresas-da-turquia-e-da-alemanha-anunciam-investimentos-militares-na-ucrania-535847/>. Acesso em 2 maio 2025

1.9 MÉTODO DE ANÁLISE

A tomada de decisão multicritério é o ramo mais amplamente conhecido dentro da tomada de decisão. Ela pertence à classe geral de modelos da Pesquisa Operacional (ou OR), que lida com problemas de decisão envolvendo múltiplos critérios. Esta classe de modelos é frequentemente denominada tomada de decisão multicritério (MCDM) (Triantaphyllou, 1998).

Com a contínua proliferação de métodos de decisão e suas variações, torna-se essencial compreender seu valor comparativo. Cada um desses métodos utiliza técnicas numéricas para auxiliar os tomadores de decisão na escolha entre um conjunto específico de alternativas. Essa escolha é baseada no impacto que cada alternativa tem em determinados critérios, resultando assim na utilidade global para o decisor (Triantaphyllou, 1998).

1.9.1 The Weighted Sum Model

O modelo de soma ponderada (WSM) é provavelmente a abordagem mais utilizada, especialmente em problemas multidimensionais. Quando há M alternativas e N critérios, a pontuação total da alternativa é calculada por meio da equação (1), conforme o modelo de soma

ponderada proposto por Fishburn (1967):

$$A_i^{WSM} = \sum_{j=1}^n w_j a_{ij}, \text{ para } i = 1, 2, 3, \dots, m. \quad (1)$$

Onde:

A_i^{WSM} – pontuação total da alternativa i no modelo WSM;

w_j – peso atribuído ao critério j ;

a_{ij} – nota da alternativa i no critério j ;

n – número total de critérios.

m – número total de alternativas.

No presente estudo serão verificadas as necessidades que as missões de ADS demandam para que seja proposta a escolha das tecnologias que as atendam. Portanto, após identificação das alternativas para apuração e equivalência serão definidos os critérios de avaliação, após atribuir peso para cada um dos critérios estabelecidos, as alternativas serão avaliadas e a elas serão atribuídas notas com base em seu desempenho, utilizando uma análise qualitativa dos dados. De modo que após agrupamento dos resultados seja possível definir a melhor opção de tecnologia para o cumprimento das missões de ADS.

2 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada de abordagem qualitativa, com objetivo exploratório e método de análise comparativa. A investigação foi conduzida a partir da identificação de critérios técnicos e operacionais essenciais para o emprego de Aeronaves Remotamente Pilotadas em missões de Autodefesa de Superfície no âmbito da Força Aérea Brasileira.

Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica e documental dos principais manuais doutrinários da FAB, especialmente o Manual de Autodefesa de Superfície, o Manual de Emprego dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas em Proveito da Infantaria da Aeronáutica, e o

Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial nº 94 da ANAC. Também foram analisados estudos de caso de emprego de ARPs em conflitos militares recentes, como Afeganistão, Iraque, Síria e o atual conflito na Ucrânia.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS

Com base na revisão, foram selecionados três modelos de ARPs amplamente utilizados em operações militares e que apresentavam características técnicas compatíveis com as exigências da missão de ADS:

- a) Skylark;
- b) RQ-11 Raven;
- c) ScanEagle.

Essas plataformas foram escolhidas considerando seu histórico de emprego militar, portabilidade, autonomia e robustez operacional.

3.2 DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

Foram definidos os seguintes critérios de avaliação para a análise comparativa dos modelos:

- a) Capacidade Técnica (CT): considera a autonomia, alcance, tipo de sensor embarcado e capacidade de operação em tempo real. Fundamenta-se no MCA 125-26, que destaca a importância da vigilância contínua, da integração com centros de decisão e da adequação tecnológica dos sensores embarcados.
- b) Eficiência Operacional (EO): avalia a confiabilidade do sistema, sua prontidão e desempenho em campo. Está alinhada ao MCA 125-17, que exige resposta rápida e ação contínua em profundidade, demandando plataformas confiáveis e ágeis.

- c) Flexibilidade de Emprego (FE): considera a capacidade do sistema de operar em diferentes terrenos e missões. Fundamenta-se na MCA 125-17, que prevê a atuação em ambientes urbano, rural e de selva, exigindo adaptabilidade dos meios.
- d) Custo (C): avalia o custo de aquisição e operação do sistema. Embora não seja tratado diretamente nos manuais, pode ser justificado com base na lógica de racionalização de meios implícita na MCA 125-17, especialmente no planejamento de emprego de frações descentralizadas.
- e) Interoperabilidade (I): mede a compatibilidade com outros sistemas de comando e controle. Fundamenta-se na DCA 1-1, que estabelece a necessidade de interoperabilidade entre forças e sistemas, inclusive em cenários conjuntos ou de coalizão.
- f) Suporte Logístico (SL): avalia a facilidade de manutenção e reposição de componentes. É respaldado pela MCA 125-17, que evidencia a ausência de logística orgânica nas frações de ADS e a necessidade de meios de alta disponibilidade técnica e fácil sustentação.

Cada critério foi ponderado conforme sua importância relativa para o contexto das missões de ADS, estabelecendo-se pesos de avaliação, conforme tabela 1:

Tabela 1 Critérios de Avaliação e Pesos Atribuídos na Seleção de ARPs

Critério	Peso (%)
Capacidade Técnica (CT)	25%
Eficiência Operacional (EO)	20%
Flexibilidade de Emprego (FE)	15%
Custo (C)	15%
Interoperabilidade (I)	10%
Suporte Logístico (SL)	15%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em Triantaphyllou (1998); MCA 125-26 (Ministério da Defesa, 2024b)

3.3 APLICAÇÃO DO MODELO DE DECISÃO

Para a análise comparativa, utilizou-se o Modelo de Soma Ponderada (Weighted Sum Model – WSM), reconhecido em pesquisas operacionais multicritério.

Cada ARP recebeu uma pontuação qualitativa para cada critério, variando de 1 (baixo desempenho) a 5 (alto desempenho), conforme sua aderência às necessidades operacionais. Em seguida, as pontuações foram multiplicadas pelos respectivos pesos atribuídos a cada critério, e a soma ponderada final determinou a melhor alternativa para as missões de ADS.

3.4 SÍNTESE DOS PROCEDIMENTOS

O processo metodológico seguiu as seguintes etapas:

- a) Levantamento dos fatores críticos e requisitos operacionais.
- b) Seleção das alternativas (modelos de ARPs).
- c) Definição dos critérios de avaliação e atribuição de pesos.
- d) Aplicação do Modelo de Soma Ponderada (WSM).
- e) Análise dos resultados e proposição da melhor solução para a missão de Autodefesa de Superfície.

As notas foram atribuídas segundo a tabela a seguir:

Tabela 2 Atribuição de notas com base nos documentos, conflitos reais e características operacionais:

Modelo	Capacidade Técnica (CT)	Eficiência Operacional (EO)	Flexibilidade Emprego (FE)	Custo (C)	Interoperabilidade (I)	Suporte Logístico (SL)
Skylark	4	5	4	3	3	4
ScanEagle	5	3	3	2	4	3
RQ - 11 Rav	3	3	4	5	3	5

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em MCA 125-17 (Ministério da Defesa, 2023); MCA 125-26 (Ministério da Defesa, 2024b); Gettinger (2019).

3.5 CÁLCULO DO WEIGHTED SUM MODEL (WSM)

$$WSM = (CT \times 0,25) + (EO \times 0,20) + (FE \times 0,15) + (C \times 0,15) + (I \times 0,10) + (SL \times 0,15)$$

Cálculos:

a) Skylark

$$\begin{aligned} & (4 \times 0,25) + (5 \times 0,20) + (4 \times 0,15) + (3 \times 0,15) + (3 \times 0,10) + (4 \times 0,15) \\ & = 1 + 1 + 0,6 + 0,45 + 0,3 + 0,6 \\ & = 3,95 \end{aligned}$$

b) ScanEagle

$$\begin{aligned} & (5 \times 0,25) + (3 \times 0,20) + (3 \times 0,15) + (2 \times 0,15) + (4 \times 0,10) + (3 \times 0,15) \\ & = 1,25 + 0,6 + 0,45 + 0,3 + 0,4 + 0,45 \\ & = 3,45 \end{aligned}$$

c) RQ - 11 Raven

$$\begin{aligned} & (3 \times 0,25) + (3 \times 0,20) + (4 \times 0,15) + (5 \times 0,15) + (3 \times 0,10) + (5 \times 0,15) \\ & = 0,75 + 1 + 0,75 + 0,75 + 0,3 + 0,75 \\ & = 3,75 \end{aligned}$$

Os resultados constam na tabela abaixo:

Tabela 3 Resultado da Aplicação

Modelo	Pontuação WSM
Skylark	3,95
RQ - 11 Raven	3,75
ScanEagle	3,45

Fonte: Elaborado pelo autor.

A aplicação do Modelo de Soma Ponderada permitiu comparar os três modelos de ARPs considerados neste estudo. Conforme os pesos atribuídos aos critérios técnicos e as notas qualitativas definidas, o modelo Skylark obteve a maior pontuação final (3,95), seguido do RQ-11 Raven (3,75) e do ScanEagle (3,45).

3.6 ANÁLISE CRÍTICA DOS MODELOS AVALIADOS

A avaliação dos SARPs demonstrou diferenças significativas entre os modelos considerados. O Skylark destacou-se pela sua combinação de autonomia satisfatória, baixo peso, facilidade de desdobramento e capacidade de operar em ambientes variados. Essas características o tornam particularmente eficaz para missões de patrulhamento, vigilância e reconhecimento em áreas sensíveis, típicas das operações de Autodefesa de Superfície.

O RQ-11 Raven, embora apresente vantagens em termos de portabilidade e simplicidade operacional, revelou limitações no que se refere à autonomia e alcance, fatores que podem restringir sua aplicação em missões que demandem maior tempo de cobertura ou abrangência territorial.

O ScanEagle, por sua vez, mostrou-se superior em termos de tempo de voo e capacidade de vigilância prolongada. Contudo, sua necessidade de estruturas específicas para lançamento e recuperação reduz sua flexibilidade operacional, um elemento essencial para cenários de ADS que exigem mobilidade e rápida capacidade de resposta.

Assim, a análise crítica evidencia que, para o contexto de emprego da Força Aérea Brasileira, o Skylark apresenta um equilíbrio mais favorável entre capacidade técnica, eficiência operacional e flexibilidade de emprego, fatores essenciais para a eficácia das missões de Autodefesa de Superfície.

3.7 CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO NO CONTEXTO DA FORÇA AÉREA BRASILEIRA

O ambiente operacional brasileiro caracteriza-se por uma grande diversidade geográfica, que inclui áreas urbanas, zonas de densa vegetação e extensões territoriais de difícil acesso. Nesse cenário, a capacidade de rápida implantação, operação silenciosa e perfil de voo discreto tornam-se requisitos essenciais para os sistemas de defesa aérea de superfície.

O Skylark atende a esses requisitos, oferecendo mobilidade, autonomia operacional e eficácia em missões de vigilância de curto e médio alcance. Além disso, a facilidade logística e a existência de suporte técnico nacional para plataformas de pequeno porte contribuem para sua viabilidade operacional no contexto da Força Aérea Brasileira.

Dessa forma, a análise realizada confirma que o Skylark é o Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada que melhor se adequa às necessidades da Força Aérea Brasileira em missões de Autodefesa de Superfície, fortalecendo as capacidades de proteção de suas infraestruturas críticas e contribuindo para a manutenção da soberania do espaço aéreo nacional.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo analisar os principais fatores que influenciam a escolha de Aeronaves Remotamente Pilotadas para emprego em missões de Autodefesa de Superfície pela Força Aérea Brasileira. A partir de uma abordagem qualitativa e comparativa, fundamentada em documentos doutrinários oficiais e na literatura especializada, foi possível sistematizar critérios técnicos relevantes e aplicá-los na avaliação de modelos com histórico de uso em operações reais.

A aplicação do modelo de Soma Ponderada demonstrou-se eficaz para comparar alternativas segundo critérios previamente definidos e ponderados. A inclusão de variáveis como interoperabilidade, suporte logístico e custo permitiu uma análise mais alinhada às necessidades reais da FAB, considerando aspectos operacionais e estruturais frequentemente negligenciados.

Dentre os modelos analisados, o Skylark obteve a melhor pontuação geral, evidenciando-se como a opção mais adequada para o contexto brasileiro de ADS. Sua portabilidade, simplicidade de operação, autonomia satisfatória e viabilidade logística o tornam especialmente apto para as missões desempenhadas pelas tropas da Infantaria da Aeronáutica.

Conclui-se, portanto, que o uso racional e criterioso das ARPs pode ampliar significativamente a capacidade da Força Aérea em garantir a proteção de suas infraestruturas críticas, especialmente em um cenário de ameaças assimétricas e ambientes operacionais diversos. Espera-se que os critérios apresentados neste estudo possam contribuir para futuras decisões de aquisição e aprimoramento doutrinário no âmbito da ADS.

REFERÊNCIAS

BLACK HORNET: O drone espião que cabe na palma da mão. Público, 26 jul. 2023.

Disponível em:

<https://www.publico.pt/2023/07/26/mundo/noticia/black-hornet-drone-espiao-cabe-palma-mao-2058246>. Acesso em: 2 out. 2024.

BOUCHER, Philip. Domesticating the drone: the demilitarisation of unmanned aircraft for civil markets. **Science and engineering ethics**, v. 21, n. 6, p. 1393-1412, 2015. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11948-014-9603-3>. Acesso em: 24 jun. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **RBAC-E nº 94: Requisitos para Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas de uso civil**. Brasília: ANAC, 2022. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>. Acesso em: 2 maio 2025.

CONSORTIQ. **A short history of unmanned aerial vehicles (UAVs)**. Consortiq, 2023.

Disponível em:

<https://consortiq.com/uas-resources/short-history-unmanned-aerial-vehicles-uavs>. Acesso em: 3 out. 2024.

CAUDILL, Shannon W. **Defending Air Bases in an Age of Insurgency**. Maxwell Air Force Base: Air University Press, 2014.

CAUDILL, Shannon W. **Defending Air Bases in an Age of Insurgency**. Volume 2. Maxwell Air Force Base: Air University Press, 2019

CAUDILL, Shannon W. **Defending Air Bases in an Age of Insurgency: Integrated Base Defense Principles for Commanders**. Volume 3. Maxwell Air Force Base: Air University Press, 2021.

DJI. MAVIC. DJI, 2023. Disponível em: <https://www.dji.com/br/mavic/info>. Acesso em: 2 out. 2024.

FISHBURN, P. C. **Additive Utilities with Incomplete Product Set: Applications to Priorities and Assignments**. Operations Research Society of America (ORSA) Publication, Baltimore, MD, 1967.

Fowler, Mike. "The Strategy of Drone Warfare." *Journal of Strategic Security* 7, no. 4 (2014): : 108-119.

Disponível em: <http://scholarcommons.usf.edu/jss/vol7/iss4/9>. Acesso em: 24 jun. 2025

GETTINGER, Dan. **The drone databook**: Center for the Study of the Drone, 2019. Disponível em: <https://dronecenter.bard.edu/files/2019/10/CSD-Drone-Databook-Web.pdf>. Acesso em: 27 set. 2024.

GLADE, David. **Unmanned Aerial Vehicles: Implications for Military Operations**.

Washington, D.C.: U.S. Air Force, 2000.

GODOI, W. C. **Método de construção das matrizes de julgamento paritários no AHP–Método do julgamento holístico.** Revista Gestão Industrial, v. 10, n. 3, 2014.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, Carlos Francisco Simões. **Princípios e métodos para a tomada de decisão: Enfoque multicritério.** São Paulo: Atlas, 2019.

GROSSMAN, Nicholas. **Drones and terrorism: Asymmetric warfare and the threat to global security.** Bloomsbury Publishing, 2018.

HAMBLING, David. **Swarm Troopers: How small drones will conquer the World.** Publishing services provided by Archangel Ink, 2015.

IAI. Heron. Israel Aerospace Industries (IAI). Disponível em: <https://www.iai.co.il/p/heron>. Acesso em: 3 out. 2024.

LELEKA-100. Military Factory, 2023. Disponível em: https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.php?aircraft_id=2469. Acesso em: 2 out. 2024.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. **Autodefesa de Superfície.** MCA 125-17. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/46672?guid=1727693614519&returnUrl=%2fterminalcendoc%2fresultado%2flistar%3fguid%3d1727693614519%26quantidadePaginas%3d1%26codigoRegistro%3d46672%2346672&i=2>. Acesso em: 20 set. 2024.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. **Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira.** DCA 1-1. Brasília, 2024a. Disponível em: <http://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/49109>. Acesso em: 5 maio 2024.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. **Emprego dos Sistemas de Aeronave Remotamente Pilotada em Proveito da Infantaria da Aeronáutica.** MCA 125-26. Brasília, 2024b. Disponível em: <https://www.sislaer.fab.mil.br/terminalcendoc/acervo/detalhe/48048?guid=1727693817844&returnUrl=>. Acesso em: 24 set. 2024.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Comando da Aeronáutica. **Aeronaves não tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro.** ICA 100 - 40. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.decea.mil.br/drone/docs/ICA%20100-40%20-%20Aeronaves%20não%20Tripuladas%20e%20o%20Acesso%20ao%20Espaço%20Aéreo%20Brasileiro%202023%20-%20BCA%20103%2006.06.23.pdf>. Acesso em: 5 maio 2025.

O EMPREGO DE UAV PELAS FORÇAS ARMADAS UCRANIANAS. História Militar em Debate, 2023. Disponível em: <https://historiamilitaremdebate.com.br/o-emprego-de-uav-pelas-forcas-armadas-ucranianas/>.

Acesso em: 2 out. 2024.

PARKS, Lisa; KAPLAN, Caren. Life in the age of drone warfare. **Durham, NC**, 2017.

Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/2325548X.2018.1472452#page=56>. Acesso em: 24 jun. 2025.

PP10-15_2022. ETH Zurich Center for Security Studies, 2022. Disponível em:

https://css.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/gess/cis/center-for-securities-studies/pdfs/PP10-15_2022-EN.pdf. Acesso em: 27 set. 2024.

ROGERS, Ann; HILL, John. **Unmanned: Drone Warfare and Global Security**. Londres: Pluto Press, 2014.

ROGERS, James; KUNERTOVA, Dominika. **The vulnerabilities of the drone age:**

Established threats and emerging issues out to 2035. 2022.

TONG, Eric. **Repercussions of the Russia–Ukraine war**. International Review of Economics & Finance, v. 89, p. 366-390, 2024.

TRANTAPHYLLOU, Evangelos et al. **Multi-criteria decision making:** an operations research approach. Encyclopedia of electrical and electronics engineering, v. 15, n. 1998, p. 175-186, 1998.

VICK, Alan J. **Snakes in the Eagle's Nest: A History of Ground Attacks on Air Bases**. Santa Monica: RAND, 1995.

THE DRONES ARE COMING. Time, 27 jun. 2011. Disponível em:

https://content.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,2074830_2080103_2080115,00.html. Acesso em: 2 out. 2024.

APÊNDICE A — JUSTIFICATIVAS DAS NOTAS ATRIBUÍDAS AOS MODELOS DE ARP

A seguir, apresentam-se as justificativas para as notas atribuídas aos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas avaliados: Skylark, RQ-11 Raven e ScanEagle, com base nos critérios técnicos definidos na metodologia deste trabalho. As notas variam de 1 (desempenho insatisfatório) a 5 (desempenho excelente), de acordo com sua aderência ao contexto de emprego da Força Aérea Brasileira em missões de Autodefesa de Superfície.

Quadro A.1 – Critérios e Pesos de Avaliação para ARPs

Modelo	Critério	Nota	Justificativa Técnica
Skylark	Capacidade Técnica (CT)	4	Autonomia de 2–4 horas e sensores EO/IR avançados, mas alcance limitado em comparação a grandes ARPs.
-	Eficiência Operacional (EO)	5	Portátil, lançado à mão, montagem rápida e operação simples, ideal para frações de Infantaria.
-	Flexibilidade de Emprego (FE)	4	Opera bem em ambientes variados (urbano, rural, florestal), mas com limitações em altitudes/extensões muito grandes.
-	Custo (C)	3	Custo intermediário, com boa relação custo-benefício considerando suas capacidades.
-	Interoperabilidade (I)	3	Integra-se com sistemas de comando de uso comum, mas não apresenta alto grau de interoperabilidade com outras forças.
-	Suporte Logístico (SL)	4	Possui representantes no Brasil, com histórico de operação em forças nacionais; manutenção relativamente simples.

ScanEagle	Capacidade Técnica (CT)	5	Longa autonomia (>20 horas), sensores de alta qualidade, capacidade de operação contínua em grandes áreas.
-	Eficiência Operacional (EO)	3	Requer catapulta para lançamento e sistema especial de recuperação (logística mais complexa).
-	Flexibilidade de Emprego (FE)	3	Muito eficiente em vigilância fixa, mas pouco adaptável para patrulhamento móvel ou operações dinâmicas de frações.
-	Custo (C)	2	Alto custo de aquisição e manutenção, associado à estrutura necessária para lançamento e recuperação.
-	Interoperabilidade (I)	4	Alta compatibilidade com sistemas NATO e interfaces C4ISR; integração superior.
-	Suporte Logístico (SL)	3	Necessita de infraestrutura e suporte técnico mais complexo, com menor disponibilidade de peças e equipe local.
RQ-11 Raven	Capacidade Técnica (CT)	3	Autonomia limitada (60–90 min) e alcance reduzido (~10km), adequado apenas para missões locais.
-	Eficiência Operacional (EO)	3	Extremamente portátil, lançamento manual, montagem rápida, ideal para desdobramentos táticos de pequena escala.
-	Flexibilidade de Emprego (FE)	4	Capaz de operar em ambientes variados (urbano, rural, floresta) com facilidade, muito usado em patrulhas de Infantaria.
-	Custo (C)	5	Considerado de baixo custo para aquisição e operação;

			ideal para forças de pronto emprego.
-	Interoperabilidade (I)	3	Sistema modular, compatível com plataformas do Exército dos EUA, mas sem foco em interoperabilidade com sistemas FAB.
-	Suporte Logístico (SL)	5	Facilidade de transporte, peças intercambiáveis e treinamento rápido; alta disponibilidade logística.

Fonte: elaborado pelo autor com base nos manuais MCA 125-17, MCA 125-26, RBAC-E 94, Gettinger (2019) e análises de casos de emprego operacional em conflitos recentes.

APÊNDICE B – JUSTIFICATIVA DA ATRIBUIÇÃO DOS PESOS

A atribuição dos pesos aos critérios utilizados na avaliação dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas foi realizada com base em uma análise qualitativa das prioridades operacionais da Força Aérea Brasileira no contexto das missões de Autodefesa de Superfície, conforme previsto em doutrina e literatura técnico-operacional.

Quadro B.1 – Justificativas Técnicas para as Notas Atribuídas aos Modelos

Critério	Peso (%)	Justificativa
Capacidade Técnica (CT)	25%	Recebeu o maior peso por representar o desempenho global do sistema em termos de alcance, autonomia, sensores e carga útil — elementos diretamente relacionados à eficácia da missão. Trata-se de um critério central, conforme a MCA 125-26, que atribui à tecnologia embarcada papel essencial na vigilância, detecção e acompanhamento de ameaças.
Eficiência Operacional (EO)	20%	Está relacionada à facilidade de uso, confiabilidade e desempenho da plataforma em campo, especialmente em cenários dinâmicos de Autodefesa de Superfície. Fundamenta-se na MCA 125-17, que reforça a necessidade de prontidão e atuação eficaz em contextos de defesa terrestre.
Flexibilidade de Emprego (FE)	15%	É essencial em um cenário operacional diverso como o brasileiro, que envolve áreas urbanas, selvas e grandes distâncias territoriais. Justifica-se pela exigência de adaptabilidade em múltiplos ambientes, conforme previsto na MCA 125-17 e na DCA 1-1.
Custo (C)	15%	Impacta diretamente a viabilidade de aquisição, operação e manutenção dos sistemas, considerando as limitações orçamentárias da FAB. Fundamenta-se na MCA 125-26, que destaca a necessidade de soluções

		economicamente viáveis para unidades com alta rotatividade e restrições de recursos.
Suporte Logístico (SL)	15%	Reflete a necessidade de garantir manutenção, reposição e suporte técnico contínuos, especialmente em unidades descentralizadas. Está embasado na MCA 125-17, que identifica a ausência de estrutura logística orgânica nas frações de ADS e exige a adoção de soluções sustentáveis e de fácil sustentação.
Interoperabilidade (I)	10%	Embora relevante, recebeu menor peso por depender de fatores estruturais e sistêmicos da força, sendo menos crítico no nível tático.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em MCA 125-17 (Ministério da Defesa, 2023); MCA 125-26 (Ministério da Defesa, 2024); Gettinger (2019)