



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE POLÍTICA E ESTRATÉGIA AEROESPACIAIS

EVANDRO SILVA DE OLIVEIRA, Cel Inf

**O uso de inteligência artificial associado às aeronaves remotamente pilotadas em prol da
proteção de instalações militares estratégicas da Força Aérea Brasileira**

Rio de Janeiro
2025

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO DE POLÍTICA E ESTRATÉGIA AEROESPACIAIS

EVANDRO SILVA DE OLIVEIRA, Cel Inf

**O uso de inteligência artificial associado às aeronaves remotamente pilotadas em prol da
proteção de instalações militares estratégicas da Força Aérea Brasileira**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Escola de Comando e Estado-Maior da
Aeronáutica como requisito parcial para
aprovação no Curso de Política e Estratégia
Aeroespaciais.

Orientador: Rodrigo Santos de Faria.

Rio de Janeiro
2025

1 INTRODUÇÃO

No contexto brasileiro, o termo “drone” continua sendo o mais popular para se referir às aeronaves não tripuladas, especialmente em reportagens da mídia e entre os usuários em geral. Apesar de sua ampla utilização, a palavra não possui respaldo técnico nem reconhecimento formal nas normas legais em vigor. Neste trabalho será adotado o termo Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) uma tradução livre de *Remotely Piloted Aircraft*, em conformidade com a ICA 100-40.

Embora utilizem uma tecnologia atual e no meio militar sejam empregados tanto para vigilância como para ataque, a história dos veículos aéreos não tripulados é bem antiga. Atribui-se a um brasileiro, o padre Bartolomeu Lourenço de Gusmão, uma das primeiras referências sobre o assunto, ao realizar o voo demonstrativo de um pequeno modelo de balão de ar quente, ainda sem qualquer tipo de controle, em oito de outubro de 1709, em Lisboa, Portugal, na presença do Rei João V e de toda a corte portuguesa (Brandão *et al.*, 2007).

Perdido o protagonismo acima, somente no final do século XX observamos os primeiros relatos de utilização de uma aeronave não tripulada, os quais datam da década de 80, quando foi registrado o BQM1BR, um protótipo com propulsão a jato, fabricado pela CBT (Companhia Brasileira de Tratores), que voou pela primeira vez em 1983 com o objetivo de servir de alvo aéreo.

Atualmente, nosso País vem aperfeiçoando a concepção de sua estrutura de Defesa, processo complexo que se consolida no longo prazo, pois abarca os estudos e as medidas referentes às ameaças, ao desenvolvimento das potencialidades de todos os segmentos do País, à modernização dos equipamentos das Forças Armadas e à qualificação do seu capital humano, além da discussão de conceitos, doutrinas, diretrizes e procedimentos de preparo e emprego da expressão militar do Poder Nacional (PND, 2024). A recente aquisição das aeronaves Gripen, que após atingirem sua capacidade operacional plena, contribuirão sobremaneira com a nossa estrutura de defesa, o desenvolvimento do KC-390 em parceria com a Embraer, fortalecendo a base industrial e os lançamentos bem-sucedidos do VS-30 impulsionando a pesquisa espacial brasileira, são exemplos inquestionáveis de que estamos no caminho certo para continuarmos cumprindo com êxito a missão da Força Aérea Brasileira: “Manter a soberania do espaço aéreo e integrar o território nacional, com vistas à defesa da Pátria.”.

O avanço tecnológico tem impactado diretamente o campo da defesa e segurança nacional, mas o longo período afastado dos grandes conflitos do globo, pode trazer ao cidadão comum uma falsa sensação de que não existem ameaças ao *status quo*. Ledo engano.

As ameaças sempre existiram e continuarão a existir, por isso há necessidade de buscarmos a ampliação da nossa capacidade de proteção, agindo preventivamente e não de forma reativa, depois que um prejuízo tenha sido causado. Esse tipo de ação contra os meios de uma Força Armada, geralmente ocasionam perdas materiais e pessoais irreparáveis e, ainda, trazem consigo uma verdadeira mácula à imagem da Força.

Neste contexto, o estudo propõe que a proteção de instalações estratégicas como Bases Aéreas, Centros de Lançamento de Foguetes, Centros Integrados de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo e Centros Logísticos, exige soluções inovadoras e eficientes. Para este cenário, ferramentas de Inteligência Artificial (IA) associadas às Aeronaves Remotamente Pilotadas têm se destacado como recursos capazes de ampliar as capacidades de vigilância e resposta a ameaças, ao mesmo tempo em que reduzem a exposição do efetivo humano em tarefas de risco (Pinheiro, 2021). Além disso, o uso sinérgico dessas tecnologias fortalece a segurança das estruturas militares frente aos novos paradigmas da guerra híbrida.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 ELEVAÇÃO DA SEGURANÇA CONTRA PARADIGMAS DE GUERRA HÍBRIDA - AGIR ANTES DE REAGIR

As organizações militares de Força Aérea geralmente possuem um perímetro extenso, principalmente aquelas que possuem pistas de pouso e decolagem. Como exemplos, podemos citar a Base Aérea de Anápolis (BAAN) com seus 26 quilômetros quadrados e o Centro de Lançamento de Alcântara (CLA), com aproximadamente 92 quilômetros quadrados de área, são exemplos de instalações estratégicas que demonstram a inviabilidade de implementação de postos de vigilância no entorno de toda essa imensidão. Ao analisar a situação extramuros do CLA, o cenário se complica, pois está localizado na região mais violenta do País, com atuação constante do crime organizado, que, segundo o Anuário Brasileiro de Segurança Pública (Anuário, 2024), obteve uma receita aproximada de 146 bilhões em 2022.

É importante, também, levar em consideração as inúmeras interceptações de voos com drogas, divulgados rotineiramente pela mídia, e trazer à pauta a primeira missão de interceptação com a derrubada efetiva de uma aeronave do tráfico e morte dos homens que

pilotavam a aeronave, após o tiro de detenção efetuado por um caça da Força Aérea Brasileira (FAB).

Esse enfrentamento direto representa um duro golpe na cadeia logística desses criminosos, descortinando um ambiente propício à retaliação. A possível atuação de grupos irregulares contra uma Força Aérea configura um tipo de guerra, definido por Sullivan (2017) como "guerra de crime organizado" (*Organized Crime War – OCW*) ou "guerra híbrida criminal". Ele argumenta que grupos como o PCC operam como "atores não estatais híbridos", combinando: violência paramilitar, corrupção estatal e economia ilegal paralela.

Ao nos depararmos com esse cenário complexo, é necessário que adotemos uma postura proativa e de antecipação, postulado por Wittes e Blum (2015, p. 220) como "estratégias de prevenção assimétricas" – na qual a dissuasão não se baseia apenas em poder de fogo, mas em capacidade de antecipar e neutralizar ameaças antes de sua materialização. Essa abordagem é particularmente crítica para a proteção de instalações militares, na qual a combinação de ARP e inteligência artificial pode criar barreiras dinâmicas contra invasões ou ataques surpresa, fortalecendo consideravelmente a segurança.

2.2 SISTEMAS INTELIGENTES DE VIGILÂNCIA: APLICAÇÕES DE IA E ARP NA PROTEÇÃO DE INSTALAÇÕES MILITARES

O vertiginoso crescimento da Inteligência Artificial (IA) e o seu rápido amadurecimento tecnológico estão redefinindo os paradigmas de segurança e defesa em escala global. A capacidade sem precedentes da IA de processar grandes volumes de dados, identificar padrões complexos e automatizar tarefas de vigilância tem impulsionado a criação de sistemas inteligentes cada vez mais sofisticados. No contexto militar, a integração desta tecnologia com os ARP (Aeronaves Remotamente Pilotadas) está pavimentando o caminho para um novo capítulo na proteção de instalações estratégicas, oferecendo uma resposta proativa e escalável aos desafios de segurança que se apresentam no cenário geopolítico atual, onde a agilidade e a antecipação são cruciais.

Podemos considerar diversas aplicações relevantes da Inteligência Artificial na segurança de instalações militares. Suas principais utilizações incluem análise automática de vídeo, detecção de movimento, reconhecimento facial, análise de comportamento e a utilização de dados contendo padrões de ameaças conhecidas. Ferramentas baseadas em aprendizado de máquina e redes neurais profundas são cada vez mais utilizadas em sistemas de vigilância inteligente (Silva; Mendonça, 2020).

A aplicação militar da inteligência artificial (IA) tem se tornado um tema central nas discussões sobre a modernização das forças armadas em todo o mundo. O relatório "*Deadly Algorithms: Destructive Role of Artificial Intelligence in Gaza War*" da *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı* (SETA, 2025), destaca como a utilização de algoritmos avançados para a análise de dados e a tomada de decisões em tempo real, típicos de IA, podem otimizar operações militares, pois facilitam a vigilância e o reconhecimento, permitindo que as forças militares monitorem e identifiquem alvos com maior rapidez.

Por sua vez, as ARPs têm sido um divisor de águas para a segurança de instalações militares em todo o mundo, proporcionando um ângulo único e o aumento da eficiência em operações de vigilância e monitoramento. Um exemplo notável é o uso pela Força Aérea dos Estados Unidos em bases no Oriente Médio (U.S. Air Force, 2021). Esses veículos aéreos não tripulados são utilizados para realizar patrulhas de rotina, monitorando atividades suspeitas nas proximidades das instalações. Com câmeras de alta resolução e sensores avançados, os ARPs conseguem detectar movimentos e identificar ameaças em tempo real, permitindo uma resposta rápida e eficaz (Smith, 2020).

Na Europa, a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) tem investido em tecnologia de ARP para reforçar a segurança em suas bases. Um caso de sucesso foi a implementação de drones de vigilância no Leste Europeu, onde a presença militar foi aumentada em resposta a tensões geopolíticas (NATO, 2022). Eles não apenas monitoram a movimentação de tropas e equipamentos, mas também coletam dados de inteligência que são cruciais para a tomada de decisões estratégicas. A capacidade de operar em condições adversas e em áreas de difícil acesso tem sido um diferencial importante para a segurança das instalações (Johnson, 2021).

Ao se analisar os exemplos acima, pode-se afirmar que a utilização dessas tecnologias já está consagrada, portanto, aqueles que ainda não a empregam estão defasados e, provavelmente, expostos às mais diversas ameaças, desde uma simples invasão desavisada da área de segurança, até um dano a um recurso crítico com a intenção de fragilizar a imagem da Força.

Segundo Morgado (2015), essa capacidade permite a substituição de rondas humanas, por monitoramento em tempo real, aumentando a descrição, a eficiência e a eficácia. Modelos mais sofisticados contam com sensores de varredura infravermelha, visão noturna, rastreamento por *Global Position System* (GPS) e capacidade de voo automatizado por rotas programadas.

3 CONCLUSÃO

A análise básica desenvolvida neste trabalho demonstra de forma inequívoca que as ARP, associadas a sistemas modernos de Inteligência Artificial, representam uma necessidade urgente para a segurança e defesa da FAB.

O cenário estratégico contemporâneo exige uma reavaliação profunda dos modelos tradicionais de vigilância e proteção de ativos críticos. Como evidenciado pela experiência internacional nas bases norte-americanas no Oriente Médio e nas operações da OTAN no Leste Europeu, a combinação entre ARP e IA não constitui mais uma simples vantagem competitiva, mas sim um requisito operacional básico para a segurança. O caso brasileiro, com suas particularidades geográficas e desafios únicos de segurança, demanda com urgência a aceleração desta transformação tecnológica.

Os dados apresentados revelam a crueza de nossa vulnerabilidade atual: instalações estratégicas com grandes áreas, situadas em regiões com a presença confirmada do crime organizado, o qual movimenta uma grande quantidade de recursos financeiros, comparáveis com grandes e bem-estruturadas corporações.

A aplicação militar da IA, com suas capacidades de análise automatizada, reconhecimento de padrões e correlação de dados complexos, associada à versatilidade operacional das ARP, oferece uma solução concreta para estes desafios complexos. Como apresentado, a Era atual exige "estratégias de prevenção assimétricas" que antecipem ameaças antes de sua materialização. Esta abordagem se mostra particularmente relevante para o Brasil, onde a extensão territorial e a diversidade de ameaças tornam insustentáveis os modelos reativos tradicionais.

Os benefícios desta transformação são multifacetados: aumento considerável da eficácia na detecção e neutralização de ameaças; redução de custos operacionais; minimização da exposição do efetivo humano a situações de risco; e fortalecimento da dissuasão estratégica através da demonstração de capacidades tecnológicas avançadas.

A proa para a Força Aérea Brasileira está clara: acelerar a implementação destas tecnologias, investindo no desenvolvimento contínuo de capacidades nacionais. A Política Nacional de Defesa já estabelece as diretrizes para esta transformação, cabendo agora executá-la com a urgência que a situação demanda.

Em última análise, a proteção do território nacional e de suas instalações estratégicas no século XXI não será determinada pela quantidade de efetivos ou postos de vigilância, mas pela capacidade de integrar tecnologias disruptivas em um sistema coerente de defesa. Como demonstrado ao longo deste trabalho, ARPs e IA não são mais o futuro da segurança militar,

são uma realidade presente e indispensável para qualquer Nação que leve a sério sua capacidade defensiva e soberania.

REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO BRASILEIRO DE SEGURANÇA PÚBLICA. **Anuário 2024**. São Paulo: Fórum Brasileiro de Segurança Pública, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.forumseguranca.org.br>. Acesso em 24 maio 2025.
- BRANDÃO, A. S. et al. **História da Aeronáutica Brasileira**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2007.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria DECEA nº 928/DNOR8, de 15 de maio de 2023. Aprova a reedição da Instrução sobre Aeronaves não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro (ICA 100-40). **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, nº 103, 6 jun. 2023 .
- JOHNSON, M. **NATO's Surveillance in Eastern Europe: Strategic Use of Drones**. Brussels: NATO Publications, 2021. Disponível em : <https://www.nato.int>. Acesso em 12 jun. 2025.
- MORGADO, J. A. N. V. P. **Sistemas Aéreos Autônomos Não-tripulados nas vertentes militares, de segurança e civil: Definição de uma Estratégia Nacional**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.26/17360>. Acesso em: 03 jul. 2025.
- NATO. **Annual Report 2022**. Brussels: North Atlantic Treaty Organization, 2022. Disponível em: <https://www.nato.int/cps/en/natohq/index.htm>. Acesso em: 10 jul. 2025.
- PINHEIRO, J. L. **Tecnologia e Defesa: novos caminhos para a segurança nacional**. Brasília: Cátedra Defesa Nacional, 2021.
- PND. **Política Nacional de Defesa**. Brasília: Ministério da Defesa, 2024. p. 8.
- SETA. **Deadly Algorithms: destructive role of artificial intelligence in Gaza War**. Istanbul: SETA Foundation for Political, Economic and Social Research, 2025. Disponível em: <https://www.setav.org/en>. Acesso em: 2 jun. 2025.
- SILVA, T. A.; MENDONÇA, F. R. **Redes neurais em vigilância de áreas militares**. Revista Brasileira de Segurança e Defesa, v. 12, n. 2, p. 45-63, 2020.
- SMITH, J. **Drone Surveillance in the Middle East: a tactical overview**. Washington: RAND Corporation, 2020. Disponível em: <https://www.rand.org>. Acesso em: 15 jun. 2025.
- SULLIVAN, J. P. **Criminal insurgency in the Americas**. Small Wars Journal, 2017. Disponível em: <https://smallwarsjournal.com>. Acesso em 28 maio 2025.
- U.S. AIR FORCE. **Integrating UAS in base defense operations**. Air Force Magazine, 2021. Disponível em: <https://www.airandspaceforces.com/issue/year/2021>. Acesso em: 28 maio 2025.
- WITTES, B.; BLUM, G. **The Future of Violence: robots and germs, hackers and drones**. New York: Basic Books, 2015. p. 220-230.