



ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
2/2023

EMERSON AUGUSTO **MIRANDA**, Cap Esp CTA

Sistema de Detecção de Drone no aeroporto do Galeão

Rio de Janeiro

2023

ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
CURSO DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS DA AERONÁUTICA
2/2023

EMERSON AUGUSTO **MIRANDA**, Cap Esp CTA

Sistema de Detecção de Drone no aeroporto do Galeão

Trabalho de conclusão de curso apresentado no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica como requisito parcial para aprovação no Curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Liderança com ênfase em Gestão no COMAER.

Linha de Pesquisa: Segurança de Voo.

Orientador: Eduardo Mendes Marcondes,
Maj Av

Rio de Janeiro

2023

EMERSON AUGUSTO **MIRANDA**, Cap Esp CTA

Sistema de Detecção de Drone no aeroporto do Galeão

Trabalho de conclusão de curso apresentado
no Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais da
Aeronáutica.

Aprovado por:

Eduardo Mendes **Marcondes**, Maj Av
EAOAR

Allison Nunes Fernandes, Cap Eng
EAOAR

Rio de Janeiro

2023

RESUMO

A utilização de drones tem apresentado um aumento significativo em seu emprego, uma vez que são equipamentos de baixo custo e que apresentam ferramentas capazes de fomentar seu uso em várias atividades. Com isso, a Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO), a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) regulamentaram sua operação, por reconhecerem o drone como aeronave não tripulada (UAS). No entanto, usuários ainda acessam o espaço aéreo no entorno dos principais aeroportos do Brasil sem autorização do DECEA, de maneira a impactar o fluxo de aeronaves tripuladas. Além disso, o Aeroporto do Galeão (SBGL) é compartilhado pela aviação civil e militar, e é de interesse estratégico da Força Aérea Brasileira (FAB), devido à proximidade com a Base Aérea do Galeão (BAGL), que é considerada uma unidade militar tática e sensível. Sendo assim, defende-se a instalação de um sistema de detecção de UAS no SBGL justificado por duas razões. A primeira é fornecer ao controlador as informações da operação de drone no setor de aproximação e decolagem com a finalidade de reduzir o impacto no fluxo das aeronaves tripuladas que operam no SBGL. A segunda é proporcionar notificações de sobrevoo de UAS, na BAGL, ao efetivo, com o objetivo de proteger as aeronaves militares e as instalações. Por fim, a instalação desse sistema no SBGL auxiliará na instalação em outros aeroportos estratégicos como Brasília e Guarulhos, na elaboração de normas técnicas e na aquisição de um sistema antidrone para a BAGL.

Palavras-chave: drone; aeronave; aeroporto; Base Aérea do Galeão; sistema de detecção.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de drones tem apresentado um considerável crescimento, uma vez que são equipamentos de baixo custo e que apresentam ferramentas que permitem um vasto número de atividades. Nesse sentido, a ICAO publicou um manual para tratar da operação de UAS, pois reconhece qualquer tipo de drone como aeronave não tripulada (Doc. 10019-AN/507, 2015).

Devido ao aumento no acesso de drones ao espaço aéreo brasileiro de aproximadamente mil e quatrocentos por cento de 2017 a 2022 (SILVA, 2023), a ANAC e o DECEA regulamentaram a operação desses instrumentos. No entanto, muitos usuários operam os drones sem autorização do DECEA, no entorno dos principais aeroportos do Brasil. Essa ação irregular impacta a operação das aeronaves tripuladas.

Um dos aeroportos brasileiros que sofre impacto devido à utilização indevida dos drones é o SBGL, como pôde-se observar em uma operação da Polícia Rodoviária Federal (PRF) em coordenação com o DECEA. Na operação em questão, houve a interrupção de um voo ilícito de drone na vertical da ponte Rio-Niterói, onde situa-se os setores de aproximação do SBGL e do Aeroporto Santos Dumont (BASTOS, 2020).

O SBGL é compartilhado tanto pela aviação civil como militar e é considerado pela FAB de interesse estratégico em consequência da proximidade com a Base Aérea do Galeão, que possui instalações sensíveis.

Diante do exposto, este trabalho tem como proposta um Sistema de Detecção de Aeronave Não Tripulada no SBGL com a finalidade de reduzir o impacto no fluxo de tráfego aéreo em seus setores de aproximação e decolagem, além de proteger as aeronaves e as instalações da Base Aérea do Galeão do sobrevoo de drones à baixa altura por meio do seu monitoramento.

Para sustentar a tese, como primeiro argumento, faz-se fundamental a obtenção da informação de início e término da operação de drone no setor de aproximação e decolagem, para que o controlador possa tomar uma ação que minimize os impactos causados, pelos UAS, ao fluxo de tráfego aéreo das aeronaves tripuladas operando no SBGL.

Como segundo argumento para defender a tese, faz-se necessária a identificação de sobrevoo de drone à baixa altura sobre a Base Aérea do Galeão

com a finalidade de auxiliar o seu efetivo na tomada de decisão de contenção dessa ameaça.

2 DESENVOLVIMENTO

O Sistema de Detecção de Aeronave Não Tripulada é um subconjunto do sistema antidrone. O sistema antidrone, também conhecido como contradrone e C-UAS (*counter unmanned aircraft system*), possui os seguintes subconjuntos: detecção, identificação e contenção.

Neste trabalho, o intuito é propor a implantação apenas de um sistema de detecção, uma vez que, para se obter um sistema de contenção, faz-se necessário a elaboração de leis que garantam a captura ou a destruição em ambiente civil. Além disso, conforme Cetin, Barrado e Pastor (2021), um sistema completo de antidrone apresenta um custo muito elevado.

O sistema de detecção pode ser composto por um ou mais equipamentos dependendo das características do local, tais como, edifícios, antenas, montanhas, vales, rios, oceanos, entre outros.

Os equipamentos mais utilizados para compor o sistema de detecção são: antena de rádio frequência (RF), radar, sensor eletro-óptico (EO) com infravermelho (IR) e sensor acústico.

2.1 Sistema de Detecção de Drone para o Aeroporto do Galeão

O tráfego aéreo possui uma série de variáveis que impactam no seu controle, tais como, quantidade de aeronaves voando em um mesmo setor, condições meteorológicas desfavoráveis e interação homem-máquina. Cada um desses fatores leva o controlador a adotar medidas para manter o tráfego aéreo seguro, ordenado e rápido, por meio de ferramentas como atraso na decolagem, redução da velocidade da aeronave e realização de esperas.

A operação de drones, no entorno dos aeroportos, surgiu como mais um elemento a impactar no controle dos aeródromos, pois esse tipo de voo não está sujeito ao controle de tráfego aéreo. O operador da torre de controle somente recebe informação desse tipo de operação por meio de reporte do piloto ou denúncia de terceiros.

De acordo com Park *et al.* (2021), um drone, mesmo que seja pequeno, pode danificar o motor ou a estrutura da aeronave, principalmente nos momentos de pouso e decolagem. E a forma proposta, para evitar comprometer a segurança do voo, é monitorar as pistas e áreas nos arredores do aeroporto, a fim de que o controlador de tráfego aéreo (ATCO) possa tomar uma medida imediata para manutenção da separação dos tráfegos.

Sendo assim, pode-se observar o impacto na segurança e fluidez do tráfego aéreo dos aeródromos, em especial o do Galeão, por ser um aeroporto internacional e alternativo em caso de fechamento dos aeroportos Santos Dumont e Guarulhos.

Segundo Pascarella *et al.* (2023), existem três tipos de medidas contra os drones que ingressam nos limites do entorno do aeroporto: reativas, preventivas e proativas. Atualmente, o aeroporto do Galeão adota a medida reativa que é o fechamento do aeroporto sempre que houver um reporte de drone na vizinhança, até que seja recebida a informação de que a ameaça encerrou. O DECEA já realiza a medida preventiva: com campanhas educativas; com o Sistema para Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo por Aeronaves Não Tripuladas (SARPAS) por meio do qual o piloto de drone pode pleitear seu voo próximo do aeroporto sem interferir na operação do aeródromo; e a designação de uma área de proteção do aeroporto onde o drone só pode voar dentro de determinadas condicionantes.

A proposta da implantação do sistema de detecção é permitir evoluir para uma medida proativa em que o controlador já possui a informação de que o drone ingressou nos limites da área do entorno do aeródromo. Com isso, o ATCO poderá avaliar o cenário da operação no aeródromo; verificar o setor do voo do drone e, finalmente, avaliar o impacto causado para a tomada de decisão assertiva, que pode ser desde manter a operação somente informando a posição da aeronave, alterar o setor de aproximação, efetuar espera ou adotar a suspensão das operações no aeródromo. Dessa forma, a implantação do sistema seria efetuada mediante gerenciamento de risco, de maneira a definir o modelo de operação, efetuar simulação, elaborar manual operacional e, por fim, aperfeiçoamento de equipes.

Diante da importância da informação de início e término da operação de drone, no setor de aproximação e decolagem, para que o controlador minimize os impactos no fluxo de tráfego aéreo, propõe-se a implantação de um Sistema de Detecção de Aeronave Não Tripulada no Aeroporto do Galeão.

2.2 Sistema de Detecção de Drone para a Base Aérea do Galeão

As instalações militares possuem uma série de recursos que são responsáveis pela segurança do país e soberania da nação. De acordo com o citado por Alves (2008), as unidades militares são consideradas áreas sensíveis, porque são responsáveis pela sobrevivência da instituição militar, por possuírem recursos como paiol de material bélico, pelotões de militares e aeronaves de combate. Desta forma, uma base aérea possui risco de invasão para roubo desses recursos ou até mesmo para atentado terrorista. Também deve ser considerado o risco de acidente com algum transeunte, nos arredores do quartel, devido à realização de atividades de instrução militar com armamento de tiro real. Todas estas características de uma unidade militar fazem dela uma área sensível e de vital importância para a segurança da nação. Sendo assim, as instalações militares demandam uma atenção especial em relação aos voos de drones em seu entorno.

Existem vários estudos e pesquisas que defendem a necessidade de um sistema antidrone para a proteção de instalações militares, como citado por Kang *et al.* (2020) que defende não somente a utilização do sistema de detecção, como o sistema antidrone com seus demais sistemas de identificação e contenção. Dentro do sistema de contenção, o autor aponta a definição do equipamento de acordo com as necessidades e o cenário, de maneira a poder se utilizar de vários recursos, tais como: assumir o controle do drone por meio de falsificador de sinal; interromper a operação por meio de bloqueador de sinal; capturar o drone por meio de outro drone; ou até mesmo destruir fisicamente o circuito do drone por meio de micro-ondas ou feixe de energia a laser. Embora Kang *et al.* (2020) defenda o sistema de identificação, não seria compulsória sua utilização, para se obter o sistema de contenção, uma vez que uma unidade militar possui a prerrogativa de abater uma aeronave que sobrevoe suas instalações sem autorização, amparado pelo parecer da Consultoria Geral da União (CONJUR) nº 00067/2018/CONJUR-MD/CGU/AGU.

Segundo Praisler (2017), quase todos os quadricópteros possuem algum tipo de câmera de foto e vídeo instalada a bordo, permitindo coletar informações da rotina da tropa, das instalações, dos equipamentos, da organização, bem como das atividades e eventos como missão presidencial. Portanto, tais aeronaves são uma potencial ameaça, podendo ser utilizadas nas tarefas de inteligência, vigilância e reconhecimento (IVR).

O autor também julga essencial considerar que o drone tem capacidade de carregar pequenas cargas explosivas. Orienta que deverá ser considerada a necessidade de compatibilidade com outros sistemas e um custo razoável de manutenção preventiva na definição dos requisitos para aquisição.

Ratificando o exposto acima, Praisler (2017) defende a utilização do sistema antidrone em unidades militares para a segurança e proteção de suas construções, recursos físicos e humanos; e afirma o sucesso do equipamento nos testes realizados. No entanto, informa que o sistema de detecção é a parte mais desafiadora e difícil do sistema antidrone por causa do pequeno tamanho dos drones. Dessa forma, é fundamental que seja feita uma prova de conceito antes da aquisição do sistema de detecção, para definir tanto os requisitos técnicos e operacionais, como também comprovar sua eficiência no cenário desejado. O autor deixa claro que o sistema sofrerá atualizações, conforme novos tipos de ameaça surjam e novas tecnologias sejam desenvolvidas com as lições aprendidas. Por isso, é importante buscar um sistema eficiente, mas de menor custo.

Praisler (2017) também verificou a necessidade de um sistema antidrone para unidades militares, devido a um aumento significativo do emprego de drone e ao seu pequeno tamanho e versatilidade que o coloca como uma eficaz arma de destruição.

É notório que uma das bases militares brasileiras que sofre maior impacto em sua segurança com o sobrevoo de drones é a Base Aérea do Galeão, a qual possui quatro esquadrões de transporte e mais dois esquadrões de transporte de tropa contendo seis tipos de aeronaves: C-130 (Hércules), KC-30 (A330-200 - Airbus), C-97 (E-120 – Brasília), C-95 (E-110 – Bandeirante), C-99A (Embraer ERJ-145) e KC-390 (Millennium).

A BAGL é uma unidade militar estratégica que possui uma grande capacidade de apoio logístico na mobilidade de tropa e material, com isso faz-se necessário sigilo em vários eventos realizados dentro de suas instalações, como o recebimento de autoridades; as missões presidenciais; e a realização de treinamentos da tropa no pátio. Dessa maneira, a BAGL é considerada uma área sensível que justifica a implantação de um sistema de detecção para o monitoramento dos drones. Por meio da vigilância da base, o seu efetivo tomará a decisão necessária para impedir o sobrevoo e filmagem das instalações, das aeronaves e dos eventos da Organização Militar (OM), de forma a utilizar o método de neutralização adequada ao cenário.

3 CONCLUSÃO

Em síntese, o considerável crescimento da utilização de drones, por serem equipamentos econômicos, com ferramentas que permitem um extenso número de atividades, fez com que a ICAO reconhecesse qualquer tipo de drone como aeronave não tripulada e publicasse um manual, para tratar desse tipo de operação, de maneira a levar também à regulamentação por parte da ANAC e do DECEA.

Conforme apresentado no texto, um dos aeroportos brasileiros que sofre implicação devido à utilização dos drones é o Aeroporto do Galeão, pois é partilhado tanto pela aviação civil como militar e é de interesse estratégico da FAB, em consequência da adjacência com a Base Aérea do Galeão.

Portanto, o Sistema de Detecção de Aeronave Não Tripulada no Aeroporto do Galeão é muito importante, uma vez que tem a finalidade de reduzir o efeito no fluxo de tráfego aéreo, mais precisamente, nos setores de aproximação e decolagem, e de proteger as instalações da Base Aérea do Galeão do sobrevoo de drones à baixa altura por meio do seu monitoramento.

Além disso, o sistema implantado no SBGL será um estudo de caso para a instalação em outros aeroportos mistos de interesse estratégico da FAB, tais como os aeródromos internacionais de Guarulhos e Brasília. Essa experiência permitirá, também, ao DECEA elaborar normas de requisitos operacionais e técnicos para instalação em aeroportos privados do Brasil. Por fim, a utilização do sistema de identificação na BAGL fornecerá indicadores necessários para justificar a aquisição de um sistema antidrone completo, que inclua a identificação e a neutralização da ameaça.

REFERÊNCIAS

ALVES, Amanda dos Santos Guterres. **Limites espaciais para a atuação do exército brasileiro no policiamento urbano**: da proteção de aquartelamentos militares às operações de garantia da lei e da ordem. 2021.

BASTOS, Gisele. Ação coordenada entre PRF e DECEA impede voo irregular na ponte Rio-Niterói, **Departamento de Controle do Espaço Aéreo**, 2020. Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=acao-coordenada-entre-prf-e-decea-impede-voo-irregular-na-ponte-rio-niteroi. Acesso em: 15 de jul. de 2023.

BRASIL. Consultoria Geral da União (CONJUR). **Fatos que expõem a perigo aparelhamento militar e outros**. Parecer Jurídico nº 00067/2018/CONJUR-MD/CGU/AGU. Disponível em: <http://sapiens.agu.gov.br> mediante o fornecimento do Número Único de Protocolo (NUP) 00495004523201686 e da chave de acesso 89ac2310.

CETIN, Ender; BARRADO, Cristina; PASTOR, E. Improving real-time drone detection for counter-drone systems. **The Aeronautical Journal**, v. 125, n. 1292, p. 1871-1896, 2021.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Doc. 10019-AN507 – Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS)**. 1st ed. Montréal: ICAO, 2015. ISBN 978-92-9249-718-7. Disponível em: https://portal.icao.int/icao-net/ICAO%20Documents/10019_cons_en.pdf. Acesso em 19 jul. 2023.

KANG, Honggu *et al.* Protect your sky: A survey of counter unmanned aerial vehicle systems. **IEEE Access**, v. 8, p. 168671-168710, 2020.

PARK, Seongjoon *et al.* Survey on anti-drone systems: Components, designs, and challenges. **IEEE Access**, v. 9, p. 42635-42659, 2021.

PASCARELLA, Domenico *et al.* Evaluation of a Resilience-Driven Operational Concept to Manage Drone Intrusions in Airports. **Information**, v. 14, n. 4, p. 239, 2023.

PRAISLER, David J. **Counter-UAV solutions for the joint force**. AIR WAR COLLEGE, AIR UNIVERSITY MAXWELL United States, 2017.

SILVA, Eduardo. DECEA divulga número de voos de drones por região, **Departamento de Controle do Espaço Aéreo**, 2023. Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=decea-divulga-numero-de-voos-de-drones-por-regiao. Acesso em: 15 de jun. de 2023.