

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AERONÁUTICAS**

**A UTILIZAÇÃO DE VANT EM AEROPORTOS COMO FERRAMENTA DA
GESTÃO DE SEGURANÇA OPERACIONAL**

GOIÂNIA
2022

GUSTAVO NOLASCO CHAVES

**A UTILIZAÇÃO DE VANT EM AEROPORTOS COMO FERRAMENTA DA
GESTÃO DE SEGURANÇA OPERACIONAL**

Artigo Científico apresentado à Pontifícia
Universidade Católica de Goiás como exigência
parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências Aeronáuticas.
Professora Orientadora: Esp. Tammyse Araújo da Silva.

GOIÂNIA
2022

GUSTAVO NOLASCO CHAVES

**A UTILIZAÇÃO DE VANT EM AEROPORTOS COMO FERRAMENTA DA
GESTÃO DE SEGURANÇA OPERACIONAL**

GOIÂNIA-GO, 9/6/2022.

BANCA EXAMINADORA

Esp. Tammyse Araújo da Silva _____ CAER/PUC-GO _____
Assinatura Nota

Me. Paulo José Gonzaga _____ ADM/CAER/PUC-GO _____
Assinatura Nota

Me. Raul Francé Monteiro _____ CAER/PUC-GO _____
Assinatura Nota

A UTILIZAÇÃO DE VANT EM AEROPORTOS COMO FERRAMENTA DA GESTÃO DE SEGURANÇA OPERACIONAL

THE USE OF UAV IN AIRPORTS AS OPERATIONAL SAFETY MANAGEMENT TOOL

Gustavo Nolasco Chaves¹
Tammyse Araújo da Silva²

RESUMO

A aviação civil busca a melhoria contínua de seus Sistemas de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO), o que torna imprescindível a adoção de novas tecnologias, seja para uso em aeronaves ou em aeroportos. Em termos de tecnologia de aeronaves, o veículo aéreo não tripulado (VANT) foi projetado para operar sem piloto, embarcar carga útil e sensores, o que favorece sua aplicação em diferentes setores e atividades. À vista disso, essa pesquisa tem como objetivo verificar a viabilidade do uso dessa tecnologia como ferramenta para gestão de segurança operacional em aeroportos e apurar se ela já vem sendo utilizada nestes ambientes em âmbito nacional. Para alcançar os objetivos propostos, adotou-se, como método de pesquisa, a qualitativa, ancorada em procedimentos documental e bibliográfico. A partir desta metodologia, foi possível verificar as atividades dos fiscais de pátio e observar que algumas delas podem ser realizadas por VANT. Constatou-se, ainda, que veículos aéreos não tripulados já são adotados em alguns aeroportos na Alemanha, França e Estados Unidos, com a finalidade de analisar obstruções, inspecionar pavimentos, realizar inspeções diárias para localização de FOD, entre outras atividades. Como resultado, verificou-se nesses locais uma melhoria da coleta de dados, a redução de custos operacionais, o aumento do nível de segurança e a diminuição do tempo necessário para realizar esses procedimentos se comparado à forma convencional. Identificou-se, ainda, a importância do monitoramento constante de alguns espaços aeroportuários e de controle permanente da qualidade da infraestrutura aeroportuária, medidas exigidas pelos órgãos reguladores desses países para mitigar riscos e prevenir acidentes ou incidentes. No Brasil, a Força Aérea, responsável pela inspeção de auxílios de navegação, realizou testes com VANTs que comprovaram a redução dos impactos operacionais gerados em comparação com as inspeções realizadas com aeronaves tripuladas. Essa tecnologia também já foi adotada como ferramenta para gestão de segurança operacional pelo aeroporto de Vitória/ES, gerando um aumento do nível de segurança. Conclui-se, portanto, que esta ferramenta pode ser utilizada como complemento às atividades já existentes, como, por exemplo, ocorre no monitoramento de fauna executado no aeroporto de Vitória. Por se tratar de uma tecnologia recente, sugere-se como pesquisa futura a análise dos custos para a implementação de VANT nos aeroportos nacionais, traçando um comparativo com meios tradicionais, além da realização de estudo de caso para aeródromos brasileiros.

Palavras-chaves: VANT, Segurança Operacional, Aeroporto, Monitoramento.

¹ Graduando em Ciências Aeronáuticas, Piloto Privado. Endereço eletrônico: gustavo_nolasco@hotmail.com.

² Especialista em Docência Universitária pela Universidade Católica de Goiás. Graduanda em Ciências Aeronáuticas pela UnisulVirtual. Professora da Escola Politécnica no curso de Ciências Aeronáuticas da Pontifícia Universidade Católica de Goiás. EC-PREV pelo CENIPA. Credenciada no SGSO pela ANAC e pela Infraero. Endereços eletrônicos: tammyse@hotmail.com/tammyse@pucgoias.edu.br.

ABSTRACT

Civil aviation constantly seeks to improve its Operational Safety Management Systems (SGSO), which requires the adoption of new technologies, whether for use on aircraft or at airports. In terms of aircraft technology, the unmanned aerial vehicle (UAV) was designed to operate without a pilot, to embark payload and sensors, which favors its application in different sectors and activities. Considering that, this research aims to verify this technology feasibility as a tool for operational security management in airports and to identify if it is already being used in these environments in Brazil. To reach these objectives, the qualitative research method was adopted, and the documental and bibliographic procedures were used. It was possible to verify the yard inspectors' activities and observe that some of them can be carried out by UAV. It was also found that unmanned aerial vehicles are already adopted in some airports in Germany, France and the United States, in order to analyze obstructions, to inspect pavements and to carry out daily inspections to locate FOD, among other activities. As a result, it was found in these places an improvement in data collection, a reduction in operating costs, an increase in security level and a reduction in the time required to carry out these procedures compared to conventional way. It was also identified the importance of constant monitoring of some airport spaces and permanent control of their infrastructure quality, actions required by regulatory institutions of these countries to mitigate risks and prevent accidents or incidents. In Brazil, the Air Force, responsible for the navigational aids inspection, carried out tests with UAVs that proved the reduction of operational impacts generated compared to inspections carried out with manned aircraft. This technology has also been adopted as a tool for operational security management by Vitória/ES airport, increasing the security level. It is concluded, therefore, that this tool can be used as a complement to existing activities, as occurs, for example, in the fauna monitoring at Vitória airport. As it is a recent technology, it is suggested as future research the analysis UAVs' implementation costs in national airports, drawing a comparison with conventional means, in addition to carry out a case study for Brazilian aerodromes.

Keywords: UAV, Operational Safety, Airport, Monitoring.

INTRODUÇÃO

A gestão de segurança operacional é um dos pilares da aviação. A constante busca pela melhoria da segurança em todas as etapas dos voos leva à criação e adoção de novas tecnologias como ferramentas de auxílio para tomada de decisões. Entre os beneficiados com os recursos tecnológicos no setor aéreo, destacam-se as aeronaves e a infraestrutura aeroportuária.

Dentro desse cenário, faz-se necessária ainda a criação de normas para garantir que o operador de aeródromo promova a gestão de segurança operacional, a partir de um constante monitoramento de seus espaços e do controle de pessoas, além de monitorar as condições físicas e de funcionamento do aeródromo. Esses procedimentos são realizados por fiscais de pátio, que, não raras vezes, precisam interromper as operações no aeródromo, o que gera altos custos e atrasos nos voos. Todavia, dispositivos tecnológicos como os veículos aéreos não tripulados (VANTs), equipados com sensores, podem servir como auxílio nesse processo de gestão de segurança.

Em vista disso, o presente estudo tem como objetivo verificar a viabilidade do uso de VANTs como ferramenta da gestão operacional em aeroportos, com vistas a elevar os níveis de segurança e baixar custos operacionais na gestão de riscos. Além disso, busca-se compreender como essa nova tecnologia pode ser aplicada nos aeroportos brasileiros.

Para alcançar estes objetivos, aplica-se, do ponto de vista metodológico, a natureza básica de pesquisa (de caráter exploratório), a partir de uma abordagem documental e bibliográfica. O estudo pauta-se em autores como Alves, Araújo, Tramontini, Hubbard, entre outros, além de consulta a documentos de órgãos como a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), o Departamento do Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a *Federal Aviation Administration* (FAA).

A pesquisa segue uma estrutura de três seções. A primeira apresenta, inicialmente, o histórico da evolução dos aeroportos. Em seguida, aborda como são realizadas as inspeções, a manutenção e a conservação dos pavimentos aeroportuários e destaca a função do fiscal de pátio, além da importância do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional. A segunda seção trata da regulamentação de veículos aéreos não tripulados e sua aplicabilidade no setor aeroportuário, trazendo um comparativo com os métodos tradicionais de monitoramento desses pavimentos, bem como uma perspectiva para o uso de VANT em âmbito nacional. Por fim, na terceira seção, são apresentadas as considerações finais.

Com a pesquisa, espera-se demonstrar a viabilidade da utilização de drones em aeroportos e os benefícios que essa tecnologia pode agregar à gestão de segurança operacional em âmbito nacional.

1 INSPEÇÕES VISUAIS EM AEROPORTOS: TIPOS E CARACTERÍSTICAS

O transporte aéreo teve um relevante impacto no desenvolvimento econômico e social da humanidade. A partir de sua origem, no início do século XX, os aviões e todas as estruturas necessárias para efetuar voos passaram por um processo de desenvolvimento e aperfeiçoamento, que vão desde a melhora da segurança e maior capacidade de transporte até o aumento da velocidade de voo. Todos esses atributos tornaram o modal aeroviário uma opção de transporte rápido e seguro (SILVA; PARRA, 2008).

Para que o modal possa fluir, é necessário ter uma infraestrutura capaz de suportar demandas por voos, empresas, passageiros e cargas. No início da atividade aérea, os aeroportos eram construídos para atender a questões específicas de cada aeronave e às necessidades para

operá-las. Com a evolução do meio aeronáutico, os terminais aeroportuários se transformaram em complexos dotados de padrões a serem seguidos que incluíssem limitações quanto ao ruído, edificações próximas, áreas de segurança e outros fatores correlatos (ALVES, 2014).

O mesmo autor considera que as fronteiras de um complexo aeroportuário estão muito além de suas instalações e dos limites físicos do terreno, o que torna complexa a sua gerência, que envolve, entre outros itens, a manutenção e a conservação dos pavimentos aeroportuários, tema a seguir tratado.

1.1 Aeroportos: manutenção e conservação dos pavimentos aeroportuários

Alves (2014) alerta que um aeroporto não se limita à “faixa de terra ou água destinada a operação de pouso e decolagem de aeronaves e dotada de instalações para o processamento adequado de passageiros e/ou cargas” (p. 9).

O art. 4º do Programa Nacional de Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita (PNAVSEC) divide em duas áreas os aeroportos de operações comerciais, os quais contam com uma administradora aeroportuária: o lado terra, consistente na área de uso público, cujo acesso não é controlado e ao qual as pessoas têm livre acesso, como, por exemplo, o saguão do aeroporto, lojas, entre outros espaços; e o lado ar, onde o acesso é controlado, considerada uma aérea prioritária e de risco, cujo acesso demanda inspeções de segurança, como, por exemplo, o pátio de aeronaves, as pistas de táxi, de pouso e de decolagem e o embarque e desembarque (SILVA, 2019).

A pista de pouso e decolagem, para Bezerra (2011), é um espaço de extrema importância nessa infraestrutura, pois é destinado a suportar a aeronave desde seu primeiro contato com o solo até a corrida de decolagem. De acordo com Silveira e Rodgher (2018), todos os pavimentos se deterioram de forma gradativa com o tempo. Essa deterioração pode ser causada por uma combinação de condições climáticas, ambientais e materiais. Esses defeitos são evidenciados pelo aparecimento de imperfeições estruturais e de superfície.

Para Glushkov et al. (1988) apud Araújo (2019), as áreas de superfície pavimentada em aeroportos devem ser capazes de combater efeitos climáticos ofensivos, ter impermeabilidade para evitar e infiltração de água nas camadas inferiores, ser resistentes aos fluxos das turbinas, evitando erosões, além de proporcionar fácil manutenção e reparos descomplicados.

De acordo com Araújo (2019), como parte de um sistema funcional, os órgãos reguladores exigem um controle de qualidade dessas infraestruturas, já que sempre haverá um

risco potencial embutido em uma presumível geração de acidentes ou incidentes, evitando que essas ocorrências se potencializem.

Para mitigar esses riscos, as pistas em terminais de aviação necessitam ser suficientemente longas e manter sua sinalização ou bases de navegação atualizadas, a fim de certificar-se como zona adequada para seus fins. Além disso, há a necessidade de um controle rigoroso em pátios asfálticos, para evitar que impurezas ou defeitos contribuam para uma perda gradual da aderência entre os pneus da aeronave e a superfície da pista (ARAÚJO, 2019).

Com o fluxo de operações na pista de pouso, é natural que ocorra o acúmulo de borracha sobre o pavimento, devido à degradação natural dos pneus. Os depósitos de borracha constituem perigo às operações das aeronaves e, a depender de sua espessura, área coberta e localização, torna-se um fator de impureza que causa a redução do atrito do pneu com o pavimento, gerando potencial perda de controle direcional, sobretudo quando há presença de água, gelo, neve ou outro contaminante (BEZERRA, 2011).

Outros fatores também se configuram potenciais fontes de risco para as operações das aeronaves no pátio. Como exemplificado por Silveira e Rodgher (2018), cada problema encontrado em um pavimento pode estar relacionado a mais de uma causa. As trincas longitudinais, por exemplo, têm como uma de suas principais causas a deficiência de compactação na área de encontro das faixas. Já o desgaste do revestimento pode ter origem no envelhecimento natural da pista, nas condições ambientais e na utilização constante da pista.

Para manter o gerenciamento efetivo do pavimento, é necessária uma intervenção periódica na pista, tanto para a remoção do acúmulo de borracha quanto para a verificação de falhas estruturais. Essas intervenções, além de restringir a capacidade de processamento de aeronaves, geram alteração no sistema de pistas que exige gestão por parte da administração do aeroporto, em termos de controle de risco e de eficiência dos processos (BEZERRA, 2011).

1.2 Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) em Aeroporto

Para garantir a segurança das operações na aviação mundial, a Organização Internacional de Aviação Civil (OACI) passou a prever, em nível internacional, sistemas de gerenciamento da segurança operacional para serem utilizados nas operações de aeroportos, por meio da Emenda 4 ao Anexo 14, que entrou em vigor em 2001, que dispõe sobre infraestrutura aeroportuária. Em novembro de 2005, passou a ser norma internacional a implementação de

um Sistema de Gerenciamento de Segurança Operacional (SGSO) (TRAMONTINI; SOUSA, 2021).

Visando atender aos requisitos internacionais, o então Departamento de Aviação Civil (DAC) hoje ANAC, emitiu, em maio de 2005, a Instrução de Aviação Civil (IAC) nº 139-1002, a qual estabeleceu a implementação do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO) em Aeroporto³. Nele, estão previstos a estrutura organizacional, as responsabilidades, os processos e o padrão a serem seguidos para assegurar a efetividade e adequação deste normativo brasileiro à norma internacional (TRAMONTINI; SOUZA, 2021). Atualmente, a matéria está normatizada no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) 153/2021 (ANAC, 2021a).

Após a Conferência dos Direitos Gerais da Aviação Civil sobre a Estratégia Global para a segurança Operacional da Aviação, ocorrida em Montreal, de 20 a 22 de março de 2006, e da Conferência de Alto Nível sobre Segurança Operacional, realizada de 29 de março a 1º de abril de 2010, também em Montreal, foi constatada a necessidade de um Anexo dedicado à gestão de segurança operacional. A Comissão de Navegação Aérea⁴ estabeleceu o Painel sobre Gestão da Segurança Operacional (SMP), o qual determinou que tais questões possuíam importância e alcance suficientes, e forneceu recomendações sobre a elaboração do Anexo 19 (ANAC, 2016).

Desta forma, o SGSO é um sistema de gestão voltado à segurança operacional composto por quatro componentes. O primeiro faz alusão às políticas e aos objetivos da segurança operacional; o segundo corresponde ao gerenciamento dos riscos à segurança operacional; o terceiro foca na garantia da segurança operacional; o último componente trata da promoção da segurança operacional (ANAC, 2019a).

O processo de gerenciamento de riscos compreende um conjunto de atividades organizadas relacionadas com a identificação de perigos e análise de risco, com a finalidade de subsidiar as decisões da organização quanto à aplicação de ações que eliminem ou mitiguem os riscos até um nível que seja aceitável. Já a garantia da segurança operacional, compreende atividades contínuas com a finalidade de garantir que as operações sejam realizadas seguindo parâmetros aceitáveis de segurança (ANAC, s./d.a).

³ Sendo progressivamente substituído pelos documentos da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC).

⁴ É o principal organismo que assiste ao Conselho da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI) nos assuntos técnicos de aviação, visando a elaboração e a adoção de normas e métodos recomendados (SARPs), bem como sua inclusão nos anexos ao convênio de Aviação Civil Internacional (DECEA, 2022).

A garantia da segurança operacional requer que o Provedor de Serviços de Aviação Civil (PSAC)⁵ correlacione os indicadores de desempenho de segurança e os objetivos de segurança operacional, além de monitorar a aplicação e efetividade de políticas, procedimentos e controles de risco. A promoção da segurança operacional refere-se ao treinamento e à divulgação de informações essenciais para a formação de uma cultura positiva de segurança operacional (ANAC, s./d.a).

Segundo o RBAC 153 da ANAC, o operador de aeródromo deve desenvolver, implantar, manter e garantir a melhoria contínua de um SGSO adequado à complexidade das operações realizadas sob sua responsabilidade. O operador deve, nesse sentido, estabelecer e submeter à ANAC os Níveis Aceitáveis de Desempenho de Segurança Operacional (NADSO), proporcionais à complexidade de suas operações, além de seguir os quatro pilares do SGSO (ANAC, 2021a).

Com o foco no monitoramento da condição física e do operacional do aeródromo, o operador de aeródromo tem a função de estabelecer e implementar procedimentos de monitoramento na área operacional com o objetivo de identificar: condições de perigo para as operações aéreas e aeroportuárias, como falhas no controle de acesso de pessoas e animais na área operacional; obstáculos que possam gerar impacto direto na operação de aeronaves; e falhas na condição física ou de funcionamento de equipamentos e veículos (ANAC, 2021a).

O monitoramento se estende também às condições físicas e de funcionamento dos pavimentos; à sinalização horizontal e vertical, luminosa, provisória e definitiva; aos sistemas de isolamento; à faixa de pista de pouso e decolagem e de pista de táxi; à vegetação; à edificação e abrigos; aos auxílios à navegação; aos contaminantes no pavimento; às obstruções; entre outros aspectos (ANAC, 2021a).

Cabe ressaltar que no processo de SGSO estas atividades de monitoramento são estabelecidas e documentadas de acordo com os requisitos específicos para o aeródromo, considerando alguns aspectos, como realização de atividade de monitoramento, pessoal envolvido, equipamento, comunicação, veículo, percurso e coleta de dados; relação de itens a serem checados durante o monitoramento; armazenamento dos dados coletados durante a inspeção; distribuição e processamento dos dados durante o monitoramento; e adoção das providências cabíveis (ANAC, 2021a).

⁵ São PSACs as escolas de aviação, os aeroclubes, alguns operadores aéreos, aeródromos civis públicos, entre outros agentes (ANAC, 2015).

1.3 Serviços auxiliares e atividade de fiscal de pátio

São serviços auxiliares ao transporte aéreo aqueles que dão suporte às suas operações, apontados, caracterizados e classificados na Resolução ANAC nº 116/2009. A ANAC estabelece a autorização para o funcionamento de empresas interessadas em prestar serviços auxiliares ao transporte aéreo que cumpram às condições estabelecidas no normativo (ANAC, 2009).

Além das informações exigidas na Resolução nº 116/2009, para cadastro do prestador de serviços auxiliares, o operador de aeródromo poderá exigir outros requisitos necessários para o credenciamento de pessoas, autorização de veículos ou a avaliação da aptidão do prestador para atender aos requisitos nacionais e locais. Desta forma, o já citado RBAC 153 normatizou que o operador de aeródromo deve definir requisitos para o credenciamento e a qualificação dos profissionais que atuam na área operacional, o treinamento estabelecido no Programa de Instrução em Segurança Operacional (PISOA), e para as condições de veículos e equipamentos e de acesso e permanência na área de manobras (ANAC, 2018).

Constitui um dos serviços auxiliares o de fiscal de pátio, pessoa responsável por controlar e fiscalizar nos pátios o tráfego e o estacionamento de aeronaves, veículos e equipamentos. Dentre suas atribuições, destacam-se a de fiscalizar as operações de abastecimento e retirada de resíduos e o balizamento de aeronaves. Além disso, esse profissional inspeciona as viaturas e os equipamentos que transitam no Área de Manobras⁶. Também é função do fiscal de pátio inspecionar as operações de ponte, de “siga-me”⁷ e de segurança dos pátios e pistas de decolagem (ARAÚJO, 2020).

Para Araújo (2020), durante as inspeções na Área de Movimento⁸ do aeródromo, esses fiscais irão identificar a existência de avarias causadas por erosão, rachadura ou fissuras no pavimento onde seja possível a introdução de objetos, para que se faça um selamento, evitando assim a entrada de água, o que compromete a base do pavimento. O autor complementa que durante essas inspeções, falhas, afundamentos, protuberâncias ou buracos, empoçamento ou represamento de água, também são observados e registrados.

Outro ponto que requer atenção dos responsáveis é o recolhimento de “*Foreign Object Damage*” (FOD), que, segundo a FAA, órgão regulatório dos Estados Unidos, são quaisquer

⁶ Área de manobras é a parte do aeródromo utilizada para decolagem, pouso e taxiamento de aeronaves, excluindo-se o pátio de aeronaves (BRASIL, 2012).

⁷ *Follow-me*.

⁸ Área de movimento é a parte do aeródromo a ser utilizada para decolagem, pouso, taxiamento e alocação de aeronaves, consistindo na soma da área de manobras e do pátio de aeronaves (BRASIL, 2012).

objetos, vivos ou não, presentes em local não apropriado dentro de um aeroporto e que possam prejudicar as operações, danificar equipamentos ou ferir colaboradores e/ou passageiros (ARAÚJO, 2020).

Nesse sentido, Araújo (2020) complementa que é necessário inspecionar todos os elementos que compõem ou transitam em um aeródromo que possam resultar em alguma consequência de insegurança para as operações. Assim, os fiscais de pátio inspecionam as condições de pintura de sinalização horizontal; os danos nas placas verticais da Área de Movimento; a presença de pessoas, veículos e máquinas não autorizados; a presença de animais vivos ou mortos, ou de aves atípicas; a deficiência na iluminação dos pátios e demais áreas operacionais; eventuais obstáculos à passagem das aeronaves, bem como as aeronaves em operação anormal fora da Área de Movimento.

O período noturno também é alvo de verificação dos fiscais de pátio, principalmente no que se refere ao funcionamento dos Auxílios de Navegação que buscam por lâmpadas queimadas, lentes quebradas ou sujas, desalinhamento de lâmpadas ou de dispositivos refletores, falhas na sincronização de lampejos das luzes, variação da intensidade das luzes, movimentos de torção dos faróis rotativos e dos indicadores de direção de pouso, fixação das unidades no pavimento, obstrução de fochos luminosos e falha na iluminação e/ou danos no equipamento indicador de vento (biruta) (ARAÚJO, 2020).

Se durante as atividades do fiscal de pátio forem constatadas anormalidades, este providenciará imediatamente formas de sanar o problema. Assim, sempre que a anormalidade observada representar risco imediato para a segurança das operações de aeronaves, ou quando necessárias atividades de manutenção ou obras, as áreas afetadas serão interditadas parcial ou totalmente. Em alguns casos, haverá necessidade de informar tais condições em um aviso específico para quem opera no aeródromo, conhecido como Pré-Notam (ARAÚJO, 2020).

2 DRONES: APLICABILIDADE NO SETOR AEROPORTUÁRIO BRASILEIRO

O termo drone é popularmente empregado para descrever qualquer tipo de aeronave que possua alto grau de automatismo. Entretanto, não há uma definição técnica formal para o vocábulo. No caso do Brasil, o termo adotado pela ANAC é “aeromodelos” e “veículo aéreo não tripulado” (VANT) (ANAC, 2017a). Para o DECEA (2015), VANT é a terminologia oficial prevista pelos órgãos reguladores brasileiros para descrever este tipo de aeronave e, segundo normativo pertinente (Circular de Informações Aéreas AIC nº 21/10), identifica-se como

VANT toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, que tenha carga útil embarcada, não usada para fins recreativos.

São dois os tipos de VANT: Aeronave Remotamente Pilotada (RPA)⁹ e a Aeronave Autônoma. No primeiro tipo, o voo é controlado remotamente por meio de uma interface que pode ser simulador, dispositivo digital, computador, controle remoto etc. Já o segundo, não permite intervenções externas durante o voo, uma vez que sua trajetória é previamente programada. Cabe acrescentar que os modelos autônomos são proibidos no Brasil (DECEA, 2015). Sobre os modelos permitidos e sua regulamentação, discorre-se a seguir.

2.1 Drones: breve histórico e regulamentação nacional pertinente

Em termos históricos, Neto (2021) ressalta que apesar da popularização recente dos VANT, dispositivos que podem ser considerados seus percussores datam de 180 a 234 d.C., quando chineses usavam balões de papel que carregavam uma lamparina a óleo. Tal dispositivo tinha como objetivo assustar inimigos, que, por não terem conhecimento do que se tratava, acreditavam que os balões eram alguma entidade divina.

Durante o período das guerras mundiais, o avanço tecnológico dos veículos não tripulados foi reflexo da necessidade de utilizá-los para combate. A primeira aeronave não tripulada para uso em guerra foi criada em 1916, sendo uma adaptação do avião Curtiss N-9, com o potencial de detonar uma ogiva a mil metros de altura, porém não foi efetivamente adotada em combate. Durante a Segunda Guerra, a aeronave *Vengeance Weapon-1(V-1)* ou “*Buzz Bomb*” ficou conhecida por ser uma aeronave não tripulada, lançada a partir do solo, com a capacidade de acelerar até 600 km/h – originando os mísseis de longo alcance teleguiados (NETO, 2021).

Para Prudkin e Breunig (2019), com o desenvolvimento das aeronaves não tripuladas e sua inserção no mercado, foi necessário criar regras para sua utilização, visando diminuir os perigos decorrentes do emprego indiscriminado desses equipamentos.

Neste sentido, o Brasil, por meio da ANAC, aprovou, em 2 de maio de 2017, o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial RBAC-E nº 94, que estabelece as condições para a operação de VANT em âmbito nacional, com o objetivo de promover um desenvolvimento sustentável e seguro do setor (a partir de algumas restrições operacionais),

⁹ *Remotely Piloted Aircraft Systems.*

que inclui aspectos de projeto, produção, manutenção, registro, operação e licença pessoal (ANAC, 2021c).

Outro documento, a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40, de 2021, apresenta os regulamentos com os parâmetros técnicos de enquadramento e categorização dos VANT, e as regras de voos às quais são submetidos. Para utilizar um VANT, ainda que seja para procedimentos experimentais, este deve ser certificado para voo, assim como a sua estação de pilotagem e de comunicação. A intenção da certificação é minimizar a possibilidade de quedas e garantir sua segurança operacional (DECEA, 2020a). O Quadro 1 a seguir elenca os principais documentos pertinentes aos VANTs, adotados no Brasil.

Quadro 1 – Normativos nacionais relacionados à operação de aeronave não tripulada

Documentos	Finalidade
Código Brasileiro de Aeronáutica – Lei nº 7.565 (1986)	Dispõe sobre o Código Brasileiro de Aeronáutica
MCA 56-1 (2020)	Manual que trata de “Aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em apoio às situações emergenciais”.
MCA 56-2 (2020)	Trata de “Aeronaves não tripuladas para uso recreativo – aeromodelos”.
MCA 56-3 (2020)	Manual que trata de “Aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos órgãos ligados aos governos federal, estadual e municipal”.
MCA 56-4 (2020)	Manual que trata de “Aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos órgãos de Segurança Pública, da Defesa Civil e de Fiscalização da Receita Federal”.
RBAC-E 94 EMD 01 (2021)	Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil.
IS nº E94-001 – Revisão B (2019)	Autorização de Projeto de Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada – Procedimentos Gerais.
IS nº E94-002 – Revisão A (2017)	Autorização de Projeto de Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPAS) – Requisitos Técnicos
IS nº E94-003 (2017)	Procedimentos para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas.
IS nº E94.503-001 (2021)	Emissão de Certificado de Autorização de Voo Experimental para Aeronaves Remotamente Pilotadas
Resolução nº 25 (2008)	Dispõe sobre o processo administrativo para a apuração de infrações e aplicação de penalidades, no âmbito da competência da ANAC.
ICA 100-40 (2021)	Instrução sobre “Aeronaves não tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro”.
ICA 100-12 (2016)	Instrução sobre as “Regras do Ar”.
ICA 100-37 (2020)	Instrução do Comando da Aeronáutica que regulamenta os "Serviços de Tráfego Aéreo"
Resolução Anatel nº 242 (2000)	Regulamento para Certificação e Homologação de Produtos para Telecomunicações.
Resolução Anatel nº 506 (2008)	Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita.
Resolução Anatel nº 635 (2014)	Regulamento sobre Autorização de Uso Temporário de Radiofrequências

Fontes: ANAC (2008, 2017b, 2017c, 2019b, 2021b, 2021c, 2021d); ANATEL (2000, 2008, 2014); BRASIL (1986); DECEA (2016, 2020a; 2020b, 2020c; 2020d, 2020e, 2020f, 2021).

O Quadro 1 apresenta 17 documentos relacionados à operação de VANTs e seus distintos usos. Sobre tais documentos, há de se diferenciar ICA e do Manual do Comando da Aeronáutica (MCA). A ICA é uma publicação destinada a divulgar regras, preceitos, programas de trabalho e procedimentos diversos, com caráter diretivo e determinativo, e visa facilitar a aplicação de leis, portarias e regulamentos (ANAC, 2022). Já o MCA é uma publicação de caráter diretivo, informativo ou didático, com a função de divulgar e regular assuntos relacionados à doutrina, ao ensino, à técnica, podendo também complementar matéria já tratada em outras publicações oficiais (DECEA, 2022).

Para utilizar um VANT no espaço aéreo brasileiro, é necessário que se faça a solicitação de acesso ao espaço aéreo por meio do sistema de Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARPAS). Neste sistema, entre outras informações, deverá ser indicada a localidade em que se pretende voar e, a partir desta informação, a solicitação será destinada ao órgão responsável pela área de jurisdição a ser voada (ANAC s./d.b).

Cabe ressaltar que todos os operadores de RPA com peso máximo de decolagem de até 250g são tidos como licenciados, sem necessidade de possuir documento emitido pela ANAC. Já os pilotos de operações com RPA das classes 1 (peso máximo de decolagem de mais de 150 kg), 2 (mais de 25 kg e até 150 kg) ou 3 (até 25 Kg), que pretendam voar acima de 400 pés, são obrigados a possuir licença e habilitação emitidas pela ANAC. Sobre os pilotos remotos de aeronaves não tripuladas RPA das classes 1 e 2, estes deverão possuir o Certificado Médico¹⁰ conforme o RBAC-E nº 94 (ANAC, s./d.b).

O RPA e o seu controle também devem ser homologados pela Agência de Telecomunicações (ANATEL), uma vez que ambos emitem sinais para comunicação via rádio. Para isso, o operador deverá acessar o Sistema de Gestão de Certificado e Homologação (SGCH) e realizar o seu autocadastro (ANAC s./d.b).

2.2 Drones e métodos tradicionais de inspeção visual em aeroportos: um comparativo

Operadores aeroportuários visam a melhoria de qualidade de serviços, como o mapeamento de áreas pavimentadas, áreas verdes e edificações, além do gerenciamento de

¹⁰ CMA de 1ª, 2ª ou 5ª classes válido, conforme o parágrafo 67.13(g) do RBAC nº 67, ou CMA de 3ª Classe válido emitido pelo Comando da Aeronáutica, segundo a ICA 63-15 (ANAC, 2021c).

riscos, monitoramento do sítio aeroportuário, garantia e promoção da segurança operacional. Essas ações, ao serem realizadas com aeronaves remotamente pilotadas, agregam valor em razão das imagens captadas, do acesso mais fácil às áreas do sítio, da redução de custos e de tempo para a conclusão dos trabalhos (ANAC s./d.b).

Para Hubbard et al. (2018), a manutenção de um caminho sem obstáculos e obstruções para o pouso e decolagem é um essencial à segurança das operações em aeroportos. O autor aponta, por outro lado, que a análise tradicional de obstáculos é realizada por aviões convencionais com equipamentos de fotografia ou por equipamentos em solo, o que torna a operação cara devido ao valor do equipamento e de equipes especializadas.

A análise de obstruções por meio de RPA pode reduzir os custos, além de diminuir o tempo da operação, aspectos comprovados por estudos realizados pela *South Carolina Aeronautics Commission* (GRAVEY, 2016 apud HUBBARD et al., 2018). Nos Estados Unidos, se um obstáculo é identificado, o mapeamento e a inspeção aérea se fazem imediatamente necessários. Este procedimento custa de \$8,000 a \$10,000 por pista utilizando meios convencionais. Para um aeroporto com uma pista principal e uma pista de vento cruzado, o custo para mapear quatro aproximações pode chegar a \$75,000. Esta despesa excede o custo único de uma RPA de asas fixas e o software de mapeamento. Em comparação, a Carolina do Sul usou o *SenseFlyEBee* RTK e ArcGIS (modelos de RPA), com um custo total aproximado de \$50,000, para conduzir o mapeamento em diversos aeroportos de sua competência (HUBBARD et al., 2018).

Hubbard et al. (2018) consideram que a eficiência de custos com RPA para a análise de obstruções se torna mais viável para agências reguladoras com muitos aeroportos ou para uma autoridade aeroportuária com diversos aeroportos sob sua responsabilidade. Assim, a eficiência de custo das RPAs pode ser ainda mais atraente quando o equipamento também for utilizado para outras atividades.

Isto porque, durante uma inspeção convencional, o inspetor anda sobre o pavimento e identifica áreas com falhas (HUBBARD et al., 2018). Há a necessidade de controle das seções inspecionadas, mensuração periódica de cada padrão de capacidade estrutural, defeitos, irregularidades e de armazenamento dos dados coletados em um Banco de Dados Sistemáticos de Gerência (ARAÚJO, 2019).

Faz-se necessária, ainda, a interrupção das operações do aeroporto durante o procedimento de inspeção do pavimento, porém, se em virtude das operações houver uma redução da periodicidade das inspeções, isso pode dificultar a identificação dos problemas em estágio inicial, identificação esta importante para minimizar os custos com manutenção. Por

esse motivo, inspeções em intervalos menores e com mais frequência são ideais, tornando vantajosa a utilização de RPAs para estes procedimentos (HUBBARD, et. al., 2018).

Foram realizadas avaliações da condição do pavimento nos aeroportos de Hamburg Finkenwerder (Alemanha) e no aeroporto Chales de Gaulle (França). Uma inspeção de pista de pouso e decolagem utilizando RPA pôde ser concluída em 30 minutos, realizando o percurso três vezes em 10 minutos cada, eliminando, desta forma, a necessidade de fechar a pista de pouso e a *taxiway*, enquanto uma inspeção análoga por meios convencionais requer de 6 a 8 horas (HUBBARD et. al., 2018).

A inspeção diária para a localização de FOD, utilizando-se um sistema autônomo em solo e com RPAs, já foi demonstrada sob uma perspectiva técnica e teoricamente apresenta melhor custo-benefício quando comparada às inspeções tradicionais. Os efeitos negativos mais comuns dessa atividade são a perda de eficiência do aeroporto, atraso nos portões de embarque e fechamento temporário das operações na pista, para que o FOD seja removido. Nestas ocasiões, mais de 33 tipos de custos foram reportados, sendo que aquele relacionado ao atraso de uma aeronave fica, aproximadamente, em torno de \$ 50 por minuto, o que pode resultar em um custo anual de \$12 bilhões relacionados somente à inspeção e à retirada de FOD (ÖZTÜRK; KUZUCUOĞLU, 2016).

Outro fator de risco que pode ocasionar danos causados às aeronaves é a presença de animais selvagens. A colisão de aeronaves com pássaros e mamíferos ocorre em uma média diária mundial de 26 vezes e causa um prejuízo de \$1.3 bilhões de dólares em todo o mundo. Todo aeroporto tem a responsabilidade de monitorar a vida selvagem em seus arredores, além de implementar métodos para remover a incursão desses animais na pista ou na rota das aeronaves, com um foco especial nos pássaros, responsáveis por 97% dos impactos reportados (HUBBARD et al. 2018).

Há uma vasta variedade de aplicações possíveis de RPA para dar suporte ao controle da vida selvagem em aeroportos. Essas aplicações incluem a identificação de ninhos e de animais selvagens, avaliação do *habitat*, obtenção do índice da abundância de presas nas proximidades, determinação da idade das aves para se possam ser realocadas no momento ideal (HUBBARD et al., 2018).

2.3 Perspectivas de utilização no âmbito nacional

O Brasil conta com mais de 900 auxílios à navegação, que são inspecionados regularmente desde a década de 1950. O Grupo Especial de Inspeção de Voo (GEIV) é uma organização militar subordinada ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), responsável por aferir os equipamentos que auxiliam o tráfego de aeronaves realizando em média 1.200 inspeções de voo por ano (DECEA, 2019).

Em 2019, com a criação do Grupo de Trabalho (GT) criado pela Portaria DECEA nº 11, que reuniu três unidades da Força Aérea Brasileira, novas pesquisas sobre o tema foram realizadas. Além do GEIV, o GT contava com o Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA), organização militar responsável pela pesquisa e desenvolvimento do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro, e o Instituto de Estudos Avançados (IEA) (DECEA, 2019).

Um dos primeiros testes realizados pelo GT foi a instalação de um Indicador de Precisão da Trajetória de Aproximação Abreviado (APAPI)¹¹, equipamento similar ao Indicador de Precisão da Trajetória de Aproximação (PAPI)¹², sistema de luzes brancas e vermelhas que auxilia no pouso de aeronaves, com o objetivo de desenvolver um sistema específico para a coleta de dados (DECEA, 2019).

Para realizar uma inspeção do instrumento de auxílio à navegação pelos meios tradicionais, o GEIV precisa de dois pilotos, um mecânico, um ou dois operadores de sistema de inspeção em voo e dois operadores de teodolitos, que realizam as medições necessárias em solo. A aferição do PAPI é realizada pela aeronave laboratório do GEIV na rampa de descida a aproximadamente cinco quilômetros da cabeceira da pista, onde a medição acontece até ser definido o ponto ideal da calibração do auxílio e pode levar até quatro horas para ser concluída (DECEA, 2019).

O equipamento utilizado para os testes com RPA foi o VANT da fabricante chinesa DJI, e o grupo de trabalho iniciou os testes repetindo as ações da aeronave laboratório, a partir de uma distância menor. Após uma fase bem-sucedida de testes, foram realizados novos estudos no Aeroporto Professor Urbano Ernesto Stumpf, em São José dos Campos (SP); na Academia da Força Aérea (AFA), em Pirassununga (SP); e no Aeroporto Santos Dumont, no Rio de Janeiro (RJ) (DECEA, 2019).

De acordo com o DECEA (2019), além da economia em horas de voo das aeronaves do GEIV, o uso do RPA na inspeção em voo pode levar à redução dos impactos operacionais gerados pela inspeção de PAPI nos aeródromos, resultando em uma redução de custos.

¹¹ *Abbreviated Precision Approach Path.*

¹² *Precision Approach Path Indicator.*

O aeroporto de Vitória, no Espírito Santo, administrado pela empresa Zurich Airport Brasil, foi pioneiro no país ao adotar VANT equipado com câmera para fazer o registro de locais inacessíveis do sítio aeroportuário. Além disso, seu uso levou ao maior controle da fauna em torno do aeroporto e mais agilidade e complementação em inspeções de pátios, *taxiways* e áreas de manobra e pistas (A GAZETA, 2021).

A utilização de VANT no aeroporto de Vitória foi possível após um acordo entre a Zurich Airport Brasil e o Departamento de Controle do Espaço Aéreo de Vitória (DTCEA). A concessionária treinou uma equipe especializada para pilotar o equipamento e aprovou testes junto aos órgãos reguladores, depois de realizar o cadastro da equipe e dos equipamentos para autorização das inspeções (A GAZETA, 2021).

À vista disso, observam-se os primeiros usos de RPAs em aeroportos brasileiros como complemento da gestão de segurança operacional, que resultaram no aumento do nível de segurança, ao serem usados como auxiliares no monitoramento e fiscalização de diferentes áreas do aeroporto (A GAZETA, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo buscou demonstrar como se dá o processo de gestão de segurança operacional em aeroportos no que pertence ao monitoramento do lado ar e se há viabilidade de implementação de VANT como ferramenta de apoio para inspeções aeroportuárias, com consequente aumento dos níveis de segurança operacional. Ressaltou, também, a importância da manutenção constante do pavimento, assim como de equipamentos que auxiliam a navegação das aeronaves.

A pesquisa constatou que os VANT já veem sendo utilizados em alguns aeroportos no mundo, a exemplo da Alemanha, França e Estados Unidos, onde realizam funções como a análise de obstruções, inspeção de pavimento, inspeção diária para a localização de FOD, controle da vida animal nos arredores dos aeródromos, além da manutenção de equipamentos que auxiliam na aproximação, como o PAPI.

Verificou-se que testes realizados no Brasil pelo DECEA confirmaram que a implementação desta tecnologia – já adotada pelo aeroporto de Vitória, no Espírito Santo – pode diminuir consideravelmente os custos com a segurança operacional, além de reduzir o tempo para a conclusão dos trabalhos, tendo assim um menor impacto nas operações dos aeroportos.

Apesar dos avanços recentes na implementação de VANT em aeródromos, ainda é necessário que mais pesquisas sejam realizadas com o intuito de identificar novas formas de utilizar esses equipamentos dentro de aeródromos e otimizar os procedimentos já realizados, buscando a constante melhoria da segurança operacional.

REFERÊNCIAS

A GAZETA. **Aeroporto de Vitória passa a ser monitorado por drones**. 2021. Disponível em: <https://www.agazeta.com.br/es/economia/aeroporto-de-vitoria-passa-a-ser-monitorado-por-drones-0421>. Acesso em: 19 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Resolução nº 25/2008**. Brasília: ANAC, 2008. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/resolucoes-2008/resolucao-no-025-de-25-04-2008-1>. Acesso em: 3 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Resolução nº 116/2009**. Dispõe sobre os serviços auxiliares ao transporte aéreo. Brasília: ANAC, 2009. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/resolucoes-2009/resolucao-no-116-de-20-10-2009>. Acesso em: 3 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil. RBAC – nº 01/2011, emenda 02**: definições, regras de redação e unidades de medida para uso nos RBAC. Brasília: ANAC, 2011. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2011/36s/rbac-01-emd-02>. Acesso em: 3 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro De Aviação Civil. RBAC – 156/2012, emenda 00**: segurança operacional em aeródromos – operação, manutenção e resposta à emergência. Brasília: ANAC, 2012. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/participacao-social/consultas-publicas/audiencias/2012/04/7-rbac-156-anexo-i-o-resoluthoo.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **PSOE**: programa de segurança operacional específico. Brasília: ANAC, 2015. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulados/aerodromos/arquivos/psoe-anac.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Anexo 19**: gestão da segurança operacional. Brasília: ANAC, 2016. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/planos-e-programas/psoe-anac/@@display-file/arquivo_norma/PSOE-ANAC.pdf. Acesso em: 2 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regras sobre drones**. Brasília: ANAC, 2017a. Disponível em: https://www.cobra.org.br/documentos/arquivos/regras_drones.pdf. Acesso em: 1 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **IS nº E94-002** – Procedimentos para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas. Brasília: ANAC, 2017b. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-e94-003>. Acesso em: 5 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **IS nº E94-003** – Autorização de Projeto de Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada - RPAS - Requisitos Técnicos. Brasília: ANAC, 2017c. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-94-002>. Acesso em: 5 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Manual para monitoramento da segurança operacional nos serviços auxiliares pelos operadores de aeródromos**. Brasília: ANAC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/grupos-brasileiros-de-seguranca-operacional-bast/baist/arquivos/manual_servicos_auxiliares_baist.pdf. Acesso em: 11 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Diretrizes para a avaliação do SGSO**. Brasília: ANAC, 2019a. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2019/39/anexo-i-diretrizes-para-avaliacao-do-sgso.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **IS nº E94-001/2019**. Autorização de Projeto de Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada - Procedimentos Gerais. Brasília: ANAC, 2019b. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-e94-001>. Acesso em: 5 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil. RBAC – 153/2021, emenda 13**: aeródromos – operação, manutenção e resposta à emergência. Brasília: ANAC, 2021a. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/boletim-de-pessoal/2019/19s2/anexo-i-rbac-no-153-emenda-04>. Acesso em: 3 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil. RBAC – 107/2021, emenda 5**: segurança da aviação civil contra atos de Interferência ilícita – operador de aeródromo. Brasília: ANAC, 2021b. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-107/@@display-file/arquivo_norma/RBAC107EMD05.pdf. Acesso em: 4 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial. RBAC-E nº94**, emenda 1: requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Brasília: ANAC, 2021c. Disponível em: https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94/@@display-file/arquivo_norma/RBACE94EMD00.pdf. Acesso em: 4 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **IS nº E94.503-001/2021**. Emissão de Certificado de Autorização de Voo Experimental para Aeronaves Remotamente Pilotadas. Brasília: ANAC, 2021d. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-e94-503-001>. Acesso em: 4 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Anacpédia**: ICA. 2022. Disponível em:

https://www2.anac.gov.br/anacpedia/sig_por/tr9.htm#:~:text=%C3%89%20a%20publica%C3%A7%C3%A3o%20destinada%20a,%20decretos%20portarias%20e%20regulamentos. Acesso em: 10 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **MGSO**: guia para elaboração do manual de gerenciamento da segurança operacional. Brasília: ANAC, s/d.a. Disponível em: <https://www.gov.br/anac/pt-br/centrais-de-conteudo/aeroportos-e-aerodromos/guias-e-outras-publicacoes/guia-para-elaboracao-do-manual-do-sistema-de-gerenciamento-da-seguranca-operacional-para-provedores-de-servicos-psac>. Acesso em: 10 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Guia de boas práticas para uso de aeronaves remotamente pilotadas no espaço aéreo em torno de aeroportos**. Brasília: ANAC, s/d.b. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/seguranca-operacional/grupos-brasileiros-de-seguranca-operacional-bast/baist/arquivos/Guia_de_Boas_Praticas_Drones.pdf. Acesso em: 11 de abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). **Resolução Anatel nº 242/2000**. Brasília: ANATEL, 2000. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=97061>. Acesso em: 14 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). **Resolução Anatel nº 506/2008**. Brasília: ANATEL, 2008. Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelink.php?numlink=1-2-34-2008-07-01-506>. Acesso em: 14 abr. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). **Resolução Anatel nº 635/2014**. Brasília: ANATEL, 2014. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=270092>. Acesso em: 14 abr. 2022.

ALVES, C. J. P. **Transporte aéreo e aeroporto**. 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/12373022/M%C3%93DULO_1_TRANSPORTE_A%C3%89REO_E_AEROPORTOS_CI%C3%A1udio_Jorge_Pinto_Alves_vers%C3%A3o_07_05_2014. Acesso em: 24 fev. 2022.

ARAÚJO, B. Q. **A importância da atividade de fiscal de pátio nos aeródromos brasileiros**. Monografia (Graduação em Ciências Aeronáuticas) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, p. 39. 2020. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/15938/1/A%20IMPORT%C3%82NCIA%20DA%20ATIVIDADE%20DE%20FISCAL%20DE%20P%C3%81TIO%20NOS%20AEROPORTOS%20BRASILEIROS.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2022.

ARAÚJO, I. M. P. **Textura, atrito & seus indicadores**: uma inspeção na pista do Aeroporto Presidente João Suassuna. 119 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/23535>. Acesso em: 2 abr. 2022.

BEZERRA, G. C. L Gerenciamento do risco em aeroportos durante intervenções de manutenção, Porto Alegre, **Aviation in Focus**, v. 2, n. 2, p. 50-62 – aug./dec. 2011. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/aviation/article/view/8774/7308>. Acesso em: 1 mar. 2022.

BRASIL. **Código Brasileiro de Aeronáutica**. Lei nº 7.565 de 19 de dezembro de 1986. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7565.htm. Acesso em: 3 de abr. 2022.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **Voos de VANT (drones)**. Brasília: DECEA, 2015. Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=autorizacoes-para-voos-de-vant-entenda-melhor. Acesso em: 29 mar. 2022

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO DECEA – **ICA 100-12**: regras do ar. Brasília: DECEA, 2016. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-12>. Acesso em: 29 mar. 2022.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Campanha de testes mostra que inspeção em voo usando RPAS pode se tornar realidade**. Brasília: DECEA, 2019. Disponível em: https://www.decea.mil.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=campanha-de-testes-mostra-que-inspecao-em-voo-usando-drones-pode-se-tornar-realidade. Acesso em: 28 mar. 2022.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **ICA 100-40/2020**: sistemas de Aeronaves não tripuladas e o acesso ao espaço aéreo brasileiro. Brasília: Ministério da Defesa, 2020a. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-40>. Acesso em: 28 mar. 2022.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Manual do Comando da Aeronáutica 56-1/2020**: aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em apoio às situações emergenciais. Brasília: DECEA, 2020b. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-56-1>. Acesso em: 29 mar. 2022.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Manual do Comando da Aeronáutica 56-3/2020**: aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos órgãos ligados aos governos federal, estadual e municipal. Brasília: DECEA, 2020c. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-56-3>. Acesso em: 29 mar. 2022.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Manual do Comando da Aeronáutica 56-4/2020**: aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos órgãos de segurança pública, da defesa civil e de fiscalização da receita federal. Brasília: DECEA, 2020d. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-56-4>. Acesso em: 29 mar. 2022.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **Manual do Comando da Aeronáutica 56-2/2020**: aeronaves não tripuladas para uso recreativo – aeromodelos. Brasília: DECEA, 2020e. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-56-2>. Acesso em: 29 mar. 2022.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **ICA 100-37/2020**: serviços de tráfego aéreo. Brasília: Ministério da Defesa, 2020f. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-37>. Acesso em: 2 abr. 2022.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO. **ANC – Comissão de Navegação Aérea**, 2022. Disponível em: <https://www.decea.mil.br/index.cfm?i=utilidades&p=glossario&single=2161>. Acesso em: 22 mar. 2022.

HUBBARD, S. et al. UAS to support airport safety and operations: opportunities and challenges. **Journal of Unmanned Vehicle Systems**. v. 6, n. 1, p. 1-17, February, 2018. Disponível em: <https://cdnscepub.com/doi/10.1139/juvs-2016-0020>. Acesso em: 15 abr. 2022.

NETO, A. C. S. **A utilização de veículo aéreo não tripulado (Vant) em Goiânia e mecanismos de controle**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Aeronáuticas) – Faculdade de Ciências Aeronáuticas, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/2081?mode=full>. Acesso em: 22 mar. 2022.

ÖZTÜRK, S.; KUZUCUOĞLU, A. E. (2016). **A multi-robot coordination approach for autonomous runway Foreign Object Debris (FOD) clearance**. Robotics and Autonomous. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921889015002171?casa_token=nN6jjMT-Sq8AAAAA:szeW2E4jfeoBm0dfUfZ1QVhfe9s03u_2GhI1-kW2PUQJI0i-ngFO_app0Gzg-b3Zwtd2S6oW. Acesso em: 12 abr. 2022.

PRUDKIN, G.; BREUNIG, F. M. **Drones e ciência: teoria e aplicações metodológicas**. Santa Maria: FACOS-UFMS, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/18774/DRONES%20e%20CIENCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 11 abr. 2022.

SILVA, O. V; PARRA, C. S. **A importância do transporte aéreo para o turismo e a economia mundial**. Revista Científica Eletrônica de Turismo, ano V, n. 9, 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/15756155-A-importancia-do-transporte-aereo-para-o-turismo-e-a-economia-mundial.html>. Acesso em: 1 mar. 2022.

SILVA, P. S. **Análise do processo de manutenção e conservação do pavimento da área de taxiamento de aeronaves no aeroporto de Palmas-TO**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário Luterano de Palmas. Disponível em: <https://ulbrato.br/bibliotecadigital/publico/home/documento/1775>. Acesso em: 10 mar. 2022.

SILVEIRA, R. S.; RODGHER, S. F. **Manutenção e conservação de pavimento aeroportuário**. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVIII, Nº. 000149, 27 nov. 2018. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/artigo/manutencao-e-conservacao-de-pavimento-aeroportuario>. Acesso em: 9 mar. 2022.

TRAMONTINI, P.; SOUSA, M. H. de. Utilização da metodologia PDCA nos processos do sistema de gerenciamento da segurança operacional – SGSO: um estudo de caso no Aeroporto Internacional Hercílio Luz, de Florianópolis – SC. **Revista Brasileira de Aviação Civil & Amp**, Ciências Aeronáuticas, [S. l.], v. 1, n. 4, p. 160–173, 2021. Disponível em: <https://rbac.cia.emnuvens.com.br/revista/article/view/61>. Acesso em: 12 mar. 2022.