

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
FATEC PROFESSOR JESSEN VIDAL**

EVELLYN KAROLINE DA SILVA BRITO

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE AERONAVES
REMOTAMENTE PILOTADAS (RPA) NO MERCADO
AERONÁUTICO**

São José dos Campos
2024

EVELLYN KAROLINE DA SILVA BRITO

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE AERONAVES
REMOTAMENTE PILOTADAS (RPA) NO MERCADO
AERONÁUTICO**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Tecnólogo em manutenção de aeronaves.

Orientador Interno ou Orientador: Joares Lidovino dos Reis

São José dos Campos
2024

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Divisão de Informação e Documentação

Brito, Evellyn Karoline da Silva Brito.

Análise da utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) no mercado aeronáutico.

São José dos Campos,

2024

29p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Manutenção de Aeronaves)

Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, FATEC Professor Jessen Vidal

Orientador: Joares Lidovino dos Reis.

1. Drones 1. 2. Aeronáutica 2. 3. Segurança 3. I. Faculdade de Tecnologia. FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal. Divisão de Informação e Documentação. II. Análise da utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) no mercado aeronáutico.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRITO, Evellyn Karoline da Silva Brito. **Análise da utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) no mercado aeronáutico.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior em Manutenção de Aeronaves) - Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, FATEC Professor Jessen Vidal, São José dos Campos, 2024.

CESSÃO DE DIREITOS

Evellyn Karoline da Silva Brito

Análise da utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) no mercado aeronáutico.

Trabalho de Graduação/2024.

É concedida à FATEC de São José dos Campos: Professor Jessen Vidal permissão para reproduzir cópias deste Trabalho e para emprestar ou vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste Trabalho pode ser reproduzida sem a autorização do autor.

Evellyn Karoline da S. Brito

Evellyn Karoline da Silva Brito

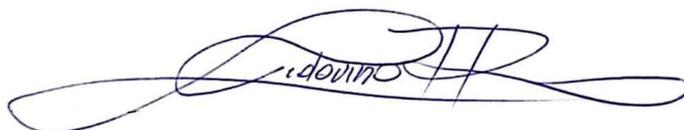
Karolineevellyn38@gmail.com

12229-813, São José dos Campos – SP

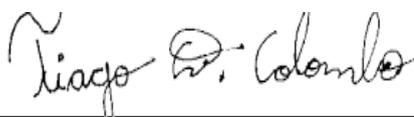
EVELLYN KAROLINE DA SILVA BRITO

**ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE AERONAVES
REMOTAMENTE PILOTADAS (RPA) NO MERCADO
AERONÁUTICO**

Trabalho de Graduação apresentado à Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Tecnólogo em manutenção de aeronaves.



Dr. Joares Lidovino dos Reis – FATEC SJC



Dr. Tiago Cristofer Aguzzoli Colombo – FATEC SJC

Andre Hassessian

Digitally signed by Andre Hassessian
DN: OU=Fatec São José dos Campos, O=Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo, CN=Andre Hassessian, E=andre.hassessian@fatec.sp.gov.br
Reason: I have reviewed this document
Location: your signing location here
Date: 2024.07.01 17:55:47-03'00'
Foxit PDF Reader Version: 11.2.1

Prof. Andre Hassessian – FATEC SJC

28 / 06 / 2024

DATA DA APROVAÇÃO

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço, primeiramente, ao meu orientador, Prof. Joares Lidovino dos Reis por sua orientação, paciência e incentivo durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas de turma, pela parceria, apoio mútuo e pelas discussões construtivas que enriqueceram meu aprendizado.

Aos professores se prontificaram em me ajudar e me passar conselhos valiosos para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família e meu parceiro de vida, pelo amor, paciência e suporte incondicional em todas as etapas da minha vida acadêmica.

A todos, meu sincero agradecimento.

"O futuro pertence àqueles que estão dispostos
a aprender e se adaptar."

Charles Darwin

RESUMO

As aeronaves não tripuladas têm ganho uma exposição mediática sem precedentes explicável, por um lado, pelo número crescente de unidades em operação e, por outro, pela divergência na argumentação entre as entidades que apoiam esta tecnologia. A utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) em atividades de inspeção e monitoramento de máquinas, ajuda cada dia mais o setor industrial, elevando a maneira de se fazer inspeção a um nível mais elevado. Com isso, o presente artigo tem como objetivo demonstrar uma análise da utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas na indústria aeronáutica, expondo o RPA desempenha um papel crescentemente crucial na inspeção e manutenção de aeronaves comerciais e militares, revolucionando a forma como as operações de manutenção são realizadas.

Palavras-Chave: RPA, Segurança, Aeronáutica, Monitoramento, Inspeção.

ABSTRACT

Unmanned aircraft have gained unprecedented media exposure, which can be explained, on the one hand, by the growing number of units in operation and, on the other, by the divergence in arguments between the organizations that support this technology. The use of Remotely Piloted Aircraft (RPA) in machine inspection and monitoring activities is increasingly helping the industrial sector, taking the way inspection is carried out to a higher level. With this in mind, this article aims to demonstrate an analysis of the use of Remotely Piloted Aircraft in the aeronautical industry, showing how RPAs play an increasingly crucial role in the inspection and maintenance of commercial and military aircraft, revolutionizing the way maintenance operations are carried out.

Keywords: RPA, Security, Aeronautics, Monitoring, Inspection.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Asa fixa	19
Figura 2 – Phantom 3 - 4k	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Matriz de Análise (FOFA) 25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	<i>Agência Nacional de Aviação Civil</i>
ANATEL	<i>Agência Nacional de Telecomunicações</i>
ARP	<i>Aeronaves Remotamente Pilotadas</i>
ATM	<i>Gerenciamento do Tráfego Aéreo</i>
CAVE	<i>Certificado de Autorização de Voo Experimental</i>
DECEA	<i>Departamento de Controle do Espaço Aéreo</i>
FOFA	<i>Força, Oportunidade, Fraqueza e Ameaça</i>
GPS	<i>Sistema de Posicionamento Global</i>
ICA	<i>Instrução do Comando da Aeronáutica</i>
MAPA	<i>Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento</i>
MCA	<i>Manual do Comando da Aeronáutica</i>
MD	<i>Ministério da Defesa</i>
PMD	<i>Peso Máximo de Decolagem</i>
RBAC	<i>Regulamento Brasileiro da Aviação Civil</i>
UA	<i>Aeronaves Autônomas</i>
RPA	<i>Aeronave Remotamente Pilotada</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1. Breve Histórico	13
2.2. Legislação	13
2.3. Classificação	15
2.4. Tipos de RPA.....	16
2.5. Principais aplicações dos RPA	19
3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	21
3.1. Metodologia (FOFA)	21
3.2. Análise	22
3.3. Matriz (FOFA).....	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
5. CONCLUSÃO.....	26
6. SUJESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos as Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) vem se fazendo presente em quase todos os grandes polos empresariais. Na indústria aeronáutica não foi diferente, ela vem testemunhando os grandes avanços das RPAs como ferramenta de melhoria e eficiência operacional. Fabricantes, operadores de linhas aéreas e os profissionais envolvidos na aviação, têm buscado constantemente maneiras de aprimorar a qualidade dos serviços prestados, desde o mapeamento de áreas pavimentadas, áreas verdes e edificações até o gerenciamento de riscos, promoção da segurança operacional e inspeções de aeronaves.

À medida que se explora o papel das Aeronaves Remotamente Pilotadas na indústria aeronáutica, também se enfrenta os desafios e regulamentações que habilitam seu uso. As questões de segurança, privacidade e integração cuidadosa no espaço aéreo convencional são preocupações fundamentais que devem ser abordadas para garantir o sucesso contínuo dessa tecnologia inovadora.

Ao investigar o papel de RPA na esfera aeronáutica, depara-se também com os desafios e normativas que delineiam sua aplicação. A segurança e a integração cuidadosa no espaço aéreo tradicional são preocupações centrais que precisam ser abordadas para assegurar a contínua prosperidade desta tecnologia inovadora.

Siegel (1998) concebeu uma abordagem para inspeções de aeronaves que se concentra na detecção por meio de algoritmos de corrosões ou falhas na estrutura. Este método focaliza na identificação de corrosão abaixo da superfície, através de um mapeamento de elevações visíveis, utilizando uma RPA com uma malha de laser projetada para iluminar a área danificada, resultando em um mapa correspondente da profundidade.

As Aeronaves Remotamente Pilotadas têm despertado muito interesse em diversas áreas, o qual ficou conhecido pelo uso das suas filmagens e fotografias aéreas para fins recreativos e não recreativos. As empresas entram nesse mercado visando aprimorar a execução das suas atividades, buscando custos viáveis com relação as suas aquisições. (SILVA, 2018).

Este trabalho contribuirá para futuras análises sobre as tendências no uso das Aeronaves Remotamente Pilotadas na indústria aeronáutica, destacando o seu emprego por meio da metodologia FOFA (Força, oportunidade, fraqueza e ameaça).

1.1. Objetivo Geral

Analisar a viabilidade, eficiência e impacto do uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) no mercado aeronáutico, utilizando a metodologia FOFA para avaliar os benefícios e desafios dessa tecnologia, avaliando sua viabilidade, eficiência e impacto no mercado aeronáutico.

1.2. Objetivos Específicos

Para a consecução deste objetivo geral foram estabelecidos os objetivos específicos:

- Identificar os principais benefícios do uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) no mercado aeronáutico, tais como redução de custos, aumento da segurança e eficiência operacional.
- Mapear os desafios e limitações associados à implementação de RPA no mercado aeronáutico, incluindo questões técnicas, regulatórias e operacionais.
- Aplicar a metodologia FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) para avaliar o impacto da utilização de RPA no mercado aeronáutico.
- Comparar a eficácia dos RPAs em relação aos métodos tradicionais de inspeção e manutenção, considerando critérios como tempo de execução, custo e precisão das inspeções.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Breve Histórico

As Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs) são robôs voadores que podem ser controlados remotamente ou voar autonomamente utilizando planos de voo controlados por software nos seus sistemas incorporados, que funcionam em conjunto com sensores a bordo e um sistema de posicionamento global (GPS). (CHIARELLO, 2017)

Essas características ajudam a entender como esses equipamentos se tornaram muito comuns entre aparatos militares e de vigilância. Inicialmente, as RPAs foram criadas com objetivos militares, para a prática de tiro ao alvo antiaéreo, obtenção de informações e, mais controversamente, como plataformas de armamento. As RPAs tinham como objetivo proteger vidas de soldados, pois era menos arriscado enviar unidades não tripuladas em missões militares do que colocar a vida de soldados em risco.

A história das Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) demonstra que eles exigiram mais tecnologia até alcançar momentos de vantagem sobre outras plataformas tripuladas. Atualmente as RPAs são utilizados para executar trabalhos pesados em ambientes hostis, de grande dificuldade de acesso. As câmeras e softwares embarcados nas RPAs, podem servir para realizar missões para cada necessidade com precisão.

2.2. Legislação

A operação de aeronaves remotamente pilotadas, popularmente conhecidas como drones, é regulamentada no Brasil pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) e o Departamento de Controle Aéreo (DECEA).

Operação Remotamente Pilotada significa a operação normal de uma aeronave não tripulada durante a qual é possível a intervenção do piloto remoto em qualquer fase do voo, sendo admitida a possibilidade de voo autônomo somente em casos de falha do enlace de comando e controle, sendo obrigatória a presença constante do piloto remoto, mesmo no caso da referida falha do enlace de comando e controle.

ANAC - RBAC-E 94/2023

O RBAC (Regulamento Brasileiro da Aviação Civil) da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) serve para estabelecer normas e procedimentos que regem a aviação civil

no Brasil. Esses regulamentos são fundamentais para garantir a segurança, a regularidade e a eficiência das operações aeronáuticas no país. (ANAC, 2023)

RBAC-E 94 da ANAC, 2023 aborda os requisitos gerais de competência da ANAC para aeronaves não tripuladas de uso civil. Este Regulamento Especial estabelece as condições para a operação de aeronaves não tripuladas no Brasil considerando o atual estágio do desenvolvimento desta tecnologia. Ele atua como um regulador da aviação civil especial objetivando as questões técnicas e operacionais relativas à segurança da aviação civil no Brasil. Além do mais, esse regulamento é parte integrante de um sistema regulador, ou seja, integram-se num contexto maior quanto à relação entre segurança da aviação civil e aeronaves não tripuladas em meio aos outros atores da administração pública direta ou indireta.

ANATEL/ 2023

De acordo com a Anatel (2023), todas as empresas ou pessoas físicas proprietárias de drones (veículos aéreos não tripulados) precisam homologar seus equipamentos com a Agência. Os drones possuem transmissores de radiofrequência em seus controles remotos e, em alguns casos, no próprio veículo aéreo, para a transmissão de imagens. A medida da Agência tem como objetivo evitar interferências dos drones em outros serviços, a exemplo das comunicações via satélite.

Os interessados em utilizar esta tecnologia deverão preencher um requerimento disponível no site da Agência e pagar uma taxa. No processo de homologação, são verificadas as características técnicas de transmissão dos equipamentos. Além da homologação da Anatel, só poderá operar um drone quem possuir uma autorização da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) ou o “Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE)”, que permite o uso de aeronaves apenas em operações experimentais sem fins lucrativos e sobre áreas pouco povoadas. A operação dos drones faz parte das atividades de controle do espaço aéreo, segundo o DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo), compartilhado por aviões e helicópteros, por isso necessitam de autorização. A regulamentação preserva o tráfego de aeronaves e a segurança das pessoas em solo.

DECEA - ICA 100-37/2020

A ICA 100-37/2020, "Serviços de Tráfego Aéreo", é uma instrução do Comando da Aeronáutica do Brasil que estabelece normas e procedimentos para a prestação de serviços de controle de tráfego aéreo, garantindo a segurança, regularidade e eficiência do tráfego aéreo nacional.

ICA 100-40/2023

O DECEA elaborou a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA 100-40), que tem por função regular os procedimentos e responsabilidades necessários para operações seguras no espaço aéreo Brasileiro por aeronaves não tripuladas, a qual foi aprovada pela Portaria DECEA nº112/DECEA, de 22 de maio de 2023.

Uma Aeronave Não Tripulada somente poderá acessar o Espaço Aéreo Brasileiro após a emissão de Autorização por parte do Órgão Regional responsável pelo espaço aéreo onde ocorrerá o voo, em consonância com o artigo 8º da Convenção de Chicago. Essa autorização poderá ser emitida: a) automaticamente, quando os parâmetros da operação solicitada cumprirem as condicionantes operacionais previstas nesta Instrução; ou b) após análise ATM (Gerenciamento do tráfego aéreo) do Órgão Regional, quando os parâmetros da operação solicitada exigirem o estabelecimento de condicionantes específicas para a garantia da segurança da navegação aérea.

2.3. Classificação

De acordo com Chamayou (2015) Drones/RPA, além de veículos aéreos, podem ser definidos como qualquer máquina pilotada sem a necessidade de uma tripulação humana a bordo. Podem ser controlados a distância por operadores humanos através do princípio de telecomando, além disso, também operam de forma autônoma, com o auxílio de dispositivos robóticos programados para a pilotagem automática. Existem alguns Drones/ RPA que inclusive combinam esses dois modos de controle.

As Aeronaves Remotamente Pilotadas são classificadas a partir da sua finalidade. Os aeromodelos são considerados como equipamentos para atividades recreativas, já RPA são consideradas como não recreativas, ou seja, para fins comerciais, corporativos e experimentais. Vale ressaltar que os dois tipos de aeronaves só poderão ser operados em áreas com no mínimo 30 metros de distância horizontal das pessoas não anuentes ou não envolvidas com a operação, e cada piloto remoto só poderá operar 1 por vez (ANAC, 2021)

Quanto as ARP são divididas em 3 classes, de acordo com seu peso máximo de decolagem (PMD), necessitando de cadastro junto à ANAC, seguindo as seguintes características: Classe 1-PMD maior que 150Kg, Classe 2-PMD maior que 25Kg e até 150Kg, Classe 3-PMD de até 25Kg.

Aeronaves que possuam 250g ou menos não necessitam de cadastro ou certificado junto à ANAC. Os aeromodelos operados em linha visual maior do que 400 pés acima do nível do solo deverão ser cadastrados, e os pilotos remotos que irão operar aeronaves classe 1 ou 2, deverão possuir licença e habilitação válida emitida pela ANAC (ANAC, 2021).

2.4. Tipos de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA)

Ao explorar a utilização de diferentes tipos de drones/RPA, é possível destacar várias configurações comuns, mas cada uma dessas opções possui vantagens e desvantagens distintas. Existem diversos modelos de Drones, com várias formas e tamanhos. Sendo os maiores deles usados por militares para operações de reconhecimento, vigilância e obtenção de informações. Alguns destes também voam equipados com armamentos para realizar ataques estratégicos e geralmente são do modelo de asa fixa. Os modelos menores são mais comuns no uso comercial e civil, principalmente para a obtenção de vídeos e imagens. A maioria deles é composta de modelos de asas rotativas ou hélices, pois, proporcionam maior estabilidade no voo.

2.4.1 RPA de Asa fixa

Essa categoria de Aeronave Remotamente Pilotada usa asas como um avião normal para fornecer sustentação (Exemplo de modelo RPA de Asa Fixa na figura 1). A maior parte da energia é usada na decolagem, já que suas asas geram sustentação vertical à medida que avançam. Devido a essa característica, esse tipo de aeronave é capaz de percorrer longas distâncias, mapear grandes áreas e trabalhar por longos períodos.

Existem modelos movidos a gás, permitindo sua permanência no ar por até 16 horas em um único voo.

As principais desvantagens desse modelo é seu pouso e lançamento que necessitam ser realizados manualmente ou por meio de um instrumento de impulsão e sempre em um local amplo e aberto, além de que alguns modelos utilizam um sistema de paraquedas para amenizar o impacto no momento do pouso. Eles são considerados mais adequados para mapeamento aéreo, sendo qualificados como mais profissionais por muitos especialistas. (PAMELA,2024)

Figura 1 – Modelo de Asa fixa

Fonte: Horus Aeronaves (2019).

2.4.2 RPA composto por hélices ou rotores

As Aeronaves Remotamente Pilotada compostos por hélices ou rotores, tendem a ter mais estabilidade no voo e por isso são muito requisitados em filmagens. Possuem ampla variedade de manobras e são de fácil controle, até mesmo para usuários pouco experientes. São mais atrativos no mercado consumidor por possuírem um custo mais baixo em relação aos modelos de asa fixa. Os modelos mais comuns compostos por hélices são os quadricopteros, sendo esse nome respectivo a quantidade de hélices que o RPA possui. A seguir um exemplo de quadricoptero, o modelo Phantom 3 desenvolvido pela empresa chinesa Dà-Jiāng Innovations Science and Technology Co., Ltd ou apenas DJI. (KULLMANN, 2016).

Figura 2 – Phantom 3 - 4k

Fonte: DJI (2016).

2.4.2.1 Rotor Único

RPA de Rotor Único são drones que utilizam apenas um rotor para sustentá-lo, além do rotor de cauda para dar direção. Se assemelham a helicópteros, tanto em estrutura como em seu design.

São considerados mais eficientes do que aqueles com multirotores, conseguem voar mais alto, possuem mais autonomia de voo e geram empuxo, uma das forças atuantes na sustentação de uma aeronave.

2.4.2.2 Multirotor

RPA de Multirotor são os drones que possuem mais de um rotor para manter sua posição no ar estável por um período regular.

A subdivisão baseada no número de hélices é:

2.4.2.2.1

Tricópteros (três rotores) – apresentam três controladores, quatro giroscópios e um servo. Cada rotor é geralmente posto nas extremidades dos braços do drone junto a um sensor de localização.

2.4.2.2.2

Os quadricópteros (quatro rotores) – com sua capacidade de manobra ágil, são excelentes para acessar áreas de difícil alcance nas aeronaves. No entanto, eles tendem a ter uma autonomia de voo mais limitada e capacidade de carga reduzida, o que pode ser uma restrição em inspeções de longa duração ou em situações que requerem equipamentos pesados.

2.4.2.2.3

Hexacópteros (seis rotores) – oferecem maior estabilidade e resistência a ventos. Isso os torna uma escolha sólida para inspeções em áreas externas de aeronaves, onde as condições podem ser desafiadoras. Sua capacidade de carga aprimorada permite a incorporação de sensores mais avançados e, assim, uma coleta de dados mais abrangente.

2.4.2.2.4

Os octocópteros (oito rotores) – destacam-se pela sua capacidade de carga superior, o que os torna ideais para tarefas que requerem equipamentos pesados ou sensores de alta

resolução. No entanto, sua complexidade técnica pode resultar em um custo mais elevado e maior manutenção.

A escolha entre essas configurações de RPA depende, portanto, das necessidades específicas de inspeção, bem como das restrições de orçamento e autonomia. Todos esses tipos de Aeronaves Remotamente Pilotadas desempenham um papel vital na economia de tempo e custos associados à manutenção de aeronaves, tornando o seu uso mais seguro e eficiente. (PAMELA,2024)

2.5 Principais aplicações das Aeronaves Remotamente Pilotadas

2.5.1. Vigilância e Segurança

Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) de vigilância e segurança equipados com câmeras de alta resolução proporcionam imagens nítidas e detalhadas, o que é essencial para a identificação precisa de pessoas e objetos desempenham um papel fundamental na melhoria da segurança em aeroportos e áreas aeroportuárias. Eles oferecem diversas contribuições significativas para a segurança, diferindo em termos de capacidades técnicas onde é mais demorado de chegar uma pessoa.

Os RPA também podem ser equipados com sensores adicionais, como infravermelho ou detecção de gases, para uma vigilância mais abrangente com autonomia de voo, alcance de transmissão, resistência a condições climáticas adversas e estabilidade. Eles são capazes de patrulhar áreas extensas e de difícil acesso de forma eficiente, o que seria desafiador para uma equipe de segurança terrestre tornando-os mais adequados para missões de segurança críticas.

Com essas características, é possível concluir que a presença dos drones/RPA de alta resolução que entrega uma visão aérea detalhada e eficaz nos aeroportos podem contribuir com a segurança dos passageiros e do pessoal aeroportuário, melhorando a eficiência das operações. (COSTA, 2019)

2.5.2. Qualidade da Pintura

Eles oferecem uma visão ampla e mais global do desempenho da aeronave e também permitem uma análise mais detalhada e específica das condições da aeronave.

A perda excessiva de tinta e brilho pode ter um impacto direto no fluxo de ar, levando a mais arrasto e, em última análise, a maior consumo de combustível. Hoje não há dados objetivos para avaliar a qualidade da pintura em toda a frota e priorizar a

repintura das aeronaves. Esta falta de dados objetivos também torna mais complicado o apoio às reclamações às oficinas de pintura.

Os drones/ RPA coletam rapidamente e automaticamente imagens da superfície da aeronave e mapeia a densidade de rebites e parafusos na fuselagem. Ele fornece avaliação consistente e objetiva da condição da pintura para rastrear com eficiência a perda excessiva de desgaste da estrutura, priorizar aeronaves que necessitam de repintura e acionar reclamações de garantia junto a OEMs/oficinas de pintura. (DONECLE, 2024)

2.5.3. Inspeção visual geral

As inspeções zonais (GVI) são um processo longo, caro e subjetivo. A detecção e localização precisas dos danos são um desafio para os inspetores.

A inspeção automatizada de RPA quando a aeronave entra no hangar fornece um relatório de inspeção detalhado e objetivo. O posicionamento preciso de todos os defeitos presentes nas estruturas e longarinas permite um mapeamento confiável de danos e uma comparação objetiva do status da aeronave ao longo do tempo.

Os Drones/RPA podem ser usados para monitorar aeronaves regularmente, permitindo a identificação precoce de problemas antes que se tornem graves, reduzindo a necessidade de manutenção corretiva cara e permite intervenções preventivas. A utilização de drones elimina a necessidade de técnicos e equipes de inspeção realizarem tarefas manuais demoradas e em áreas de difícil acesso ou perigosas, a exposição dos técnicos a possíveis riscos é minimizada e reduz custos com mão de obra e contribui para a segurança da equipe de manutenção. (HANGAR 33, 2014)

As imagens e vídeos de alta resolução e dados precisos capturados pelas RPA, podem ser integrados em sistemas de análise permitindo uma manutenção mais precisa e eficiente para gerar a documentação visual precisa que pode ser usada para avaliações futuras, registros de manutenção e relatórios de conformidade com mais confiabilidade. (DONECLE, 2024)

2.5.4. Monitoramento ambiental

O uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) no monitoramento ambiental ajuda a garantir que as operações de aeronaves sejam mais sustentáveis e respeitem as regulamentações ambientais, contribuindo para a redução do impacto ambiental da aviação.

Para um monitoramento ambiental de manutenção de aeronaves, os drones podem ser usados para monitorar as emissões de poluentes atmosféricos das aeronaves, o que ajuda

as autoridades e operadores aéreos a garantir que as aeronaves estejam em conformidade com as regulamentações ambientais.

RPA que possuem equipados de sensores de detecção de vazamentos podem ser usados para inspecionar aeronaves em busca de vazamentos de óleo, combustível ou outros fluidos que possam prejudicar o meio ambiente e permitindo a rápida intervenção e prevenindo danos adicionais.

Drones/RPA podem ser usados para medir os níveis de ruído produzidos pelas aeronaves durante a decolagem, o pouso e o voo. Isso ajuda a avaliar o impacto sonoro nas áreas circundantes e a implementar medidas para reduzir o ruído, para garantir uma melhor qualidade de vida aos técnicos e para a proteção da vida selvagem que existe ao redor dos aeroportos. (FARIA, 2015)

3. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

3.1. Metodologia (FOFA)

A análise ou matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas, Ameaças), é uma ferramenta de planejamento estratégico que tem como objetivo a compreensão dos fatores que influenciam a empresa e apresentar como eles podem afetar a iniciativa organizacional, levando em consideração as quatro variáveis citadas (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças) e suas inter-relações na manutenção de aeronaves, ajudando-as a tomar decisões mais estratégicas. (SILVA et al, 2020).

3.2. Análise

3.2.1. Forças

1. Menor custo operacional: Os custos operacionais mais baixos em comparação com métodos tradicionais de manutenção, como a utilização de equipes de manutenção terrestre ou aérea. Isso ocorre devido à menor necessidade de recursos humanos e materiais, bem como à redução dos custos associados à mobilização e desmobilização de equipamentos.

2. Maior flexibilidade de operação: As Aeronaves Remotamente Pilotadas podem ser rapidamente direcionados para áreas específicas de uma aeronave que requerem inspeção ou reparo, sem a necessidade de ajustes logísticos significativos.

3. Acesso a áreas de difícil acesso: As Aeronaves Remotamente Pilotadas podem acessar áreas de uma aeronave que são difíceis ou perigosas para os técnicos de manutenção

alcançarem. Isso inclui áreas elevadas, como as partes superiores das asas ou da fuselagem, bem como áreas confinadas.

4. Maior rapidez na execução de tarefas: As Aeronaves Remotamente Pilotadas podem realizar inspeções e tarefas de manutenção de forma mais rápida do que os métodos tradicionais, devido à sua capacidade de voar diretamente até o local de interesse sem a necessidade de equipamentos especiais. Isso pode resultar em menos tempo de inatividade da aeronave e, portanto, em menores custos operacionais. (KULLMANN, 2016)

3.2.2. Oportunidades

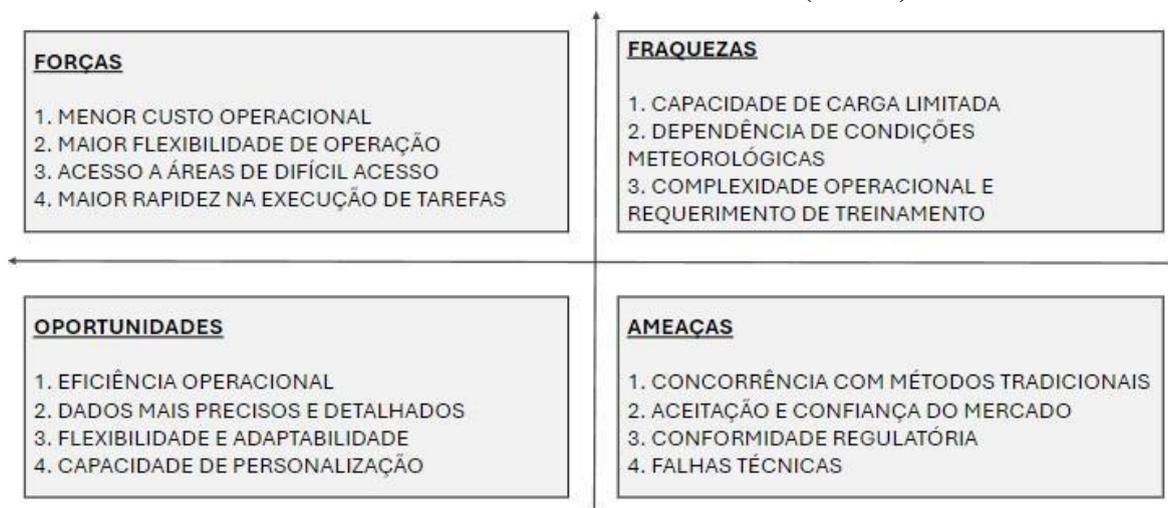
1. Eficiência Operacional: As Aeronaves Remotamente Pilotadas podem realizar inspeções e monitoramentos de forma mais rápida e eficiente do que os métodos tradicionais, reduzindo o tempo de inatividade das aeronaves e aumentando a disponibilidade da frota.

2. Dados Mais Precisos e Detalhados: O fornecimento de dados precisos e detalhados sobre o estado das aeronaves, permitindo uma análise mais aprofundada e a identificação precoce de possíveis problemas.

3. Flexibilidade e Adaptabilidade: As Aeronaves Remotamente Pilotadas podem ser facilmente adaptados para diferentes tarefas e requisitos, oferecendo uma solução flexível para as necessidades de manutenção das empresas.

4. Capacidade de personalização: As Aeronaves Remotamente Pilotadas podem ser equipados com uma variedade de sensores e câmeras, permitindo uma inspeção altamente personalizada e adaptada às necessidades específicas de cada aeronave. (KULLMANN, 2016)

3.3. Matriz (FOFA)

Tabela 1 – Matriz de Análise (FOFA)

Fonte: Autoria Própria (2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados coletados durante a pesquisa sobre a utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) na indústria aeronáutica revelou várias informações relevantes. Primeiramente, observou-se que o uso de RPA resultou em uma significativa redução no tempo necessário para a realização de inspeções de aeronaves.

Além disso, as aeronaves remotamente pilotadas foram capazes de detectar falhas estruturais com uma acurácia maior. Esse aumento na precisão pode ser atribuído à capacidade das RPA de acessar áreas de difícil alcance e fornece imagens de alta resolução, permitindo uma análise mais detalhada e minuciosa.

A segurança operacional também foi um aspecto destacado nos resultados. Havendo uma redução nos incidentes de segurança durante as inspeções, indicando que o uso de RPA pode contribuir para um ambiente de trabalho mais seguro para os técnicos de manutenção. Esses achados estão alinhados com estudos anteriores, como o de SILVA et al. (2020), que também ressaltaram as vantagens dos RPAs em termos de segurança e eficiência.

Os resultados obtidos corroboram com a literatura existente, que já apontava para os benefícios do uso de RPA na manutenção de aeronaves. A redução no tempo de inspeção não só diminui os custos operacionais, mas também minimiza o tempo de inatividade das aeronaves, um fator crítico para a competitividade das companhias aéreas. A maior precisão na detecção de falhas estruturais reforça a viabilidade dos RPA como uma ferramenta eficaz para manutenção preditiva, potencialmente evitando falhas catastróficas e prolongando a vida útil das aeronaves.

No entanto, algumas limitações foram identificadas. A necessidade de operadores altamente treinados para manusear as RPA e interpretar os dados coletados é um desafio que deve ser abordado. Além disso, questões regulatórias e de certificação ainda precisam ser plenamente resolvidas para garantir a ampla adoção desta tecnologia. A regulamentação precisa acompanhar o rápido avanço tecnológico para assegurar a segurança e a eficácia das operações com RPA.

5. CONCLUSÃO

Em resumo, os dados coletados e analisados neste estudo demonstram claramente que as Aeronaves Remotamente Pilotadas possuem um potencial significativo para melhorar a eficiência, a precisão e a segurança das operações de manutenção na indústria aeronáutica. No entanto, para maximizar esses benefícios, é essencial que a adoção dessa tecnologia seja acompanhada por um investimento em treinamento especializado que siga o quadro regulatório adequado.

A pesquisa apresentada confirma que as Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) possuem um potencial transformador para a manutenção de aeronaves, destacando-se pela capacidade de melhorar a eficiência operacional, a precisão nas inspeções e a segurança no ambiente de trabalho. A implementação de RPAs permite o acesso a áreas de difícil alcance, proporcionando imagens e dados de alta resolução que facilitam a identificação de falhas estruturais com maior precisão.

Os resultados deste estudo sugerem que, apesar dos obstáculos, os benefícios proporcionados pelos RPA justificam o investimento em tecnologia e treinamento. A adoção planejada e regulada dessa tecnologia pode trazer avanços substanciais para a indústria aeronáutica, diminuindo os custos operacionais e o tempo de inatividade das aeronaves, aspectos cruciais para a competitividade das companhias aéreas.

Portanto, este estudo conclui que, com uma abordagem cuidadosa e estratégica, a integração das Aeronaves Remotamente Pilotadas na manutenção de aeronaves tem o potencial de revolucionar as práticas atuais, trazendo ganhos significativos tanto para operadores quanto para fabricantes no setor aeronáutico.

6. SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Para o futuro, recomenda-se que pesquisas adicionais explorem a integração de RPA com tecnologias avançadas, como inteligência artificial e realidade aumentada, para aprimorar ainda mais as capacidades de diagnóstico e manutenção preditiva. Também é essencial desenvolver programas de treinamento robustos para operadores de RPA e criar normas e regulamentos que facilitem a adoção segura e eficiente dessa tecnologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. RBAC-E 94: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial. Brasília: ANAC, 2023.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. RBAC: Classes de Drone (RPA). Brasília: ANAC, 2021.

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações. Regras de Homologação de Drones. Brasília: ANATEL, 2023.

CHIARELLO, Cássia Gilmara Fraga et al. **Regulação dos veículos aéreos não tripulados para agricultura no Brasil: das competências normativas.** 2017.

COSTA, R. Análise da atuação dos drones na segurança de um país. **Lisboa: FDUNL**, 2019.

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo. ICA 100-37: Requisitos e Procedimentos para o Uso de Drones. Rio de Janeiro: DECEA, 2020.

DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo. ICA 100-40: Requisitos e Procedimentos para o Uso de Drones. Rio de Janeiro: DECEA, 2023.

DONECLE. Automating your aircraft inspections. **Disponível em:** <https://www.donecle.com/solution/#ourDrone> Acesso em: 04/06/2024

HANGAR 33. Drones e realidade aumentada inovam na manutenção de aeronaves. Disponível em: <http://blog.hangar33.com.br/drones-e-realidade-aumentada-inovam-na-manutencao-de-aeronaves/> Acesso em: 04/06/2024

KULLMANN, Mateus Carlos. Drones e a segurança da vida privada. 2016.

PAMELA. **Quais são os principais tipos de drone?** Disponível em <https://www.alarmesecameras.com.br/quais-sao-os-principais-tipos-de-drone/> Acesso em: 04/06/2024.

SILVA, Adail Nunes. **Utilização de drones para inspeção visual remota de aeronaves.** São José dos Campos, 2020.

SILVA, Moisés Câmara da. **A "revolução militar" dos drones (2001 a 2018): da "caçada humana" no Afeganistão às várias frentes de batalha no Oriente Médio e ao aumento da escala da guerra entre as "grandes potências.** Paraíba, 2018.