

SEVEN

EDITORIA
2026

VOANDO ALTO

FUNDAMENTOS DO MAPEAMENTO
COM DRONES



JOHANSEN LOPES LOBO
LUCAS DE MEDEIROS SILVA
SERGIO ORLANDO ANTOUN NETTO

EDITORIA CHEFE

Prof^o Me. Isabele de Souza Carvalho

EDITOR EXECUTIVO

Nathan Albano Valente

AUTORES DO LIVRO

Johanssen Lopes Lobo

Lucas de Medeiros Silva

Sergio Orlando Antoun Netto

2026 by Seven Editora

Copyright © Seven Editora

Copyright do Texto © 2026 Os Autores

Copyright da Edição © 2026 Seven Editora

PRODUÇÃO EDITORIAL

Seven Publicações Ltda

EDIÇÃO DE ARTE

Evellyn Thais de Souza

EDIÇÃO DE TEXTO

Stephanie Caroline Meyer de Quadros

BIBLIOTECÁRIA

Bruna Heller

IMAGENS DE CAPA

Evellyn Thais de Souza

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Seven Publicações Ltda. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Seven Publicações Ltda é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação.

Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.



O conteúdo deste Livro foi enviado pelos autores para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

L799v Lobo, Johanssen Lopes.

Voando alto [recurso eletrônico] : Fundamentos do Mapeamento com Drones / Johanssen Lopes Lobo, Lucas de Medeiros Silva, Sergio Orlando Antoun Netto. – São José dos Pinhais, PR: Editora Seven, 2026.
Dados eletrônicos (1 PDF).

ISBN 978-65-6109-306-4

1. Drones. 2. Geoprocessamento. 3. Mapeamento. I. Silva, Lucas de Medeiros. II. Antoun Netto, Sergio Orlando. III. Título.

528.9

Bruna Heller - Bibliotecária - CRB10/2348

Índices para catálogo sistemático:

1 Cartografia temática 528.9

DOI: 10.56238/livrosindi202624-001

Agradecimentos Faperj: O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ – Processo E-26/290.116/2021 (262461). O suporte financeiro e o incentivo à pesquisa desta instituição viabilizaram a infraestrutura tecnológica incluindo hardwares de ponta e softwares especializados, além da logística de campo, elementos indispensáveis para a coleta e o processamento dos dados que fundamentam este estudo. Sendo assim, essencial para a construção e desenvolvimento do conhecimento que possibilitou a criação deste material.

Seven Publications Company
CNPJ: 43.789.355/0001-14
editora@sevenevents.com.br
São José dos Pinhais/PR

AUTORES DO LIVRO

Johanssen Lopes Lobo

Lucas de Medeiros Silva

Sergio Orlando Antoun Netto

SUMÁRIO

MÓDULO 1 – INTRODUÇÃO.....	5
MÓDULO 2 – REGULAMENTAÇÃO.....	24
MÓDULO 3 – EQUIPAMENTOS E APLICATIVOS.....	39
MÓDULO 4 – PLANEJAMENTO.....	49
MÓDULO 5 – PRÁTICA DE PILOTAGEM.....	54
MÓDULO 6 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS DO MAPEAMENTO COM DRONES.....	57
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICES.....	64

MÓDULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

Este e-book foi desenvolvido como material de apoio ao curso de Mapeamento com Drones. O objetivo é oferecer uma formação abrangente e de alta qualidade para aqueles que desejam se destacar na operação de drones. O conteúdo será abordado de maneira detalhada e objetiva, garantindo que os leitores adquiram o conhecimento necessário de forma eficiente. Além disso, a metodologia foi cuidadosamente desenvolvida para ser aplicada de maneira prática, levando em consideração as situações reais enfrentadas pelos pilotos de drones.

Os principais benefícios da obtenção das imagens com drones contemplam os baixos custos materiais e operacionais, controle flexível da resolução espacial e temporal, coleta de dados de alta intensidade e ausência de risco para as tripulações. (TANG; SHAO, 2015)

Principais Características do e-book:

1. Conteúdo Abrangente, Enxuto e Consistente: Nosso programa aborda os principais aspectos da pilotagem de drones, garantindo que os leitores adquiram um conhecimento completo, sem se perderem em detalhes desnecessários.
2. Dinâmica Voltada à Realidade do leitor: Adotamos uma abordagem prática, onde os leitores terão a oportunidade de aplicar os conceitos aprendidos em situações reais. Isso permite uma aprendizagem mais efetiva e uma melhor preparação para os desafios do campo.
3. Tratamento de Questões Específicas Extracurriculares: Entendemos que a operação de drones envolve uma série de questões específicas, como regulamentações locais, licenças e certificações. Abordaremos esses temas para garantir que os leitores estejam devidamente informados e preparados para lidar com esses aspectos.
4. Ênfase à Segurança e Normas do Setor: A segurança é um aspecto crucial na operação de drones. Durante a leitura, os leitores aprenderão as melhores práticas de segurança, bem como as regulamentações e normas do setor, garantindo uma operação responsável e ética.
5. Foco em "Piloto de Drone" em Detrimento a "Droneiro": Nosso objetivo é formar profissionais altamente capacitados, preparados para atuar de forma profissional e ética no mercado de drones. O e-book destaca a importância de ser um "Piloto de

Drone", assumindo responsabilidades e competências além do simples manuseio do equipamento.

Ao final, os leitores estarão aptos a operar drones de forma segura, eficiente e em conformidade com as normas estabelecidas, estando prontos para enfrentar os desafios do mercado de pilotagem de drones. Desejamos a todos uma excelente jornada de aprendizado e sucesso na sua carreira como piloto de drone!

1.2 ESCOPO DO E-BOOK

1.2.1 Voos Não Recreativos

Este e-book abordará voos não recreativos, especialmente aqueles destinados a atividades de mapeamento. Ao longo do conteúdo, os leitores terão a oportunidade de compreender os requisitos normativos e as melhores práticas operacionais relacionadas a esse tipo de operação.

1.2.2 Equipamentos

O principal equipamento abordado é a aeronave, mais especificamente a Aeronave Não Tripulada. Esse tipo de aeronave é projetado para voar sem a presença de um piloto a bordo, sendo controlado remotamente por um piloto remoto ou operando de forma autônoma por meio de sistemas embarcados.

Ao longo do conteúdo, também serão apresentadas práticas de pilotagem amplamente utilizadas em drones da DJI, incluindo modelos como o DJI Mini, o DJI Mavic 2 e um dos mais populares da categoria, o DJI Phantom 4 Pro V2.0.

Esses modelos foram escolhidos por apresentarem grande presença no mercado e diferentes níveis de capacidade e recursos, permitindo que o leitor compreenda, de forma mais prática, como funcionam as operações com drones em diferentes cenários e aplicações.

1.2.3 Aplicativos

Os aplicativos de missão utilizados em drones da DJI têm como principal objetivo planejar, automatizar e controlar voos voltados para atividades específicas, como mapeamento, inspeções e levantamentos técnicos. Por meio dessas ferramentas, o operador pode configurar previamente diversos parâmetros do voo, como altitude, rota, velocidade e área de cobertura, o que contribui para operações mais precisas, padronizadas e eficientes.

Entre os aplicativos mais utilizados estão o DJI GO 4, o DJI Fly e o DJI Pilot. Cada um deles desempenha um papel importante na configuração, monitoramento e controle da aeronave durante as operações. Ao longo deste e-book, os leitores terão a oportunidade de aprender como utilizar essas ferramentas de forma prática e eficiente, compreendendo melhor seu funcionamento no planejamento e na execução das missões de voo.

Além desses, existem diversos outros softwares que auxiliam no processo de aquisição de imagens. A título de informação, podemos citar: Pix4D, DroneDeploy e Map Pilot Pro. A principal diferença entre outros softwares está relacionada a compatibilidade com determinados modelos de drones, ser pago ou não e funcionabilidade interna do programa.

Ao compreender e dominar esses tópicos, os leitores estarão mais preparados para operar aeronaves não tripuladas com segurança e eficiência, especialmente aquelas classificadas como Classe 3. Além disso, adquirirão maior familiaridade com a pilotagem de drones da linha DJI, a principal marca do mercado, ampliando sua capacidade de conduzir operações com mais confiança e qualidade.

1.3 HISTÓRICO

A história dos drones é marcada por uma evolução tecnológica contínua, que ao longo do tempo transformou significativamente a forma como essas aeronaves são projetadas e utilizadas. Os drones que conhecemos atualmente são resultado de muitos anos de desenvolvimento e aperfeiçoamento em diferentes áreas do conhecimento, como engenharia aeronáutica, eletrônica, sistemas de navegação e tecnologias de comunicação. Esse conjunto de avanços possibilitou o surgimento de aeronaves cada vez mais eficientes, precisas e acessíveis para diversas aplicações.

A seguir, serão apresentados alguns marcos importantes na linha cronológica do desenvolvimento dos drones, desde os primeiros experimentos até as tecnologias utilizadas nos dias atuais.

1783 – Marco 0, a primeira aeronave não tripulada

O primeiro registro na humanidade de uma aeronave sem piloto a bordo ocorreu na França. Os inventores Joseph-Michel e Jacques-Étienne Montgolfier lançaram um balão de ar quente não tripulado, construído em linho e seda, aquecido por um fogão a lenha que queimava lã e palha. O balão subiu aproximadamente 1.800 metros e percorreu mais de 1,6

km em cerca de 10 minutos. Este evento marcou o início da exploração dos voos não tripulados pela humanidade.

Figura 1 - O sonho de voar: No século 18, o balonismo entusiasmou a humanidade, inclusive a suíça.



Fonte: Bibliothèque de l'EPFZ, Zurich

1849 – Primeiro uso militar de UAVs

Menos de um século depois, o uso dos balões evoluiu para aplicações militares. Durante o cerco de Veneza, o Império Austríaco lançou balões carregados de explosivos em direção à cidade. Embora rudimentar e de baixa precisão, essa estratégia é considerada a primeira aplicação bélica de veículos aéreos não tripulados. No entanto, os balões incendiários foram relatados como amplamente ineficazes após a mudança de vento e a maioria errou o alvo.

Figura 2 - Representação artística desse primeiro ataque

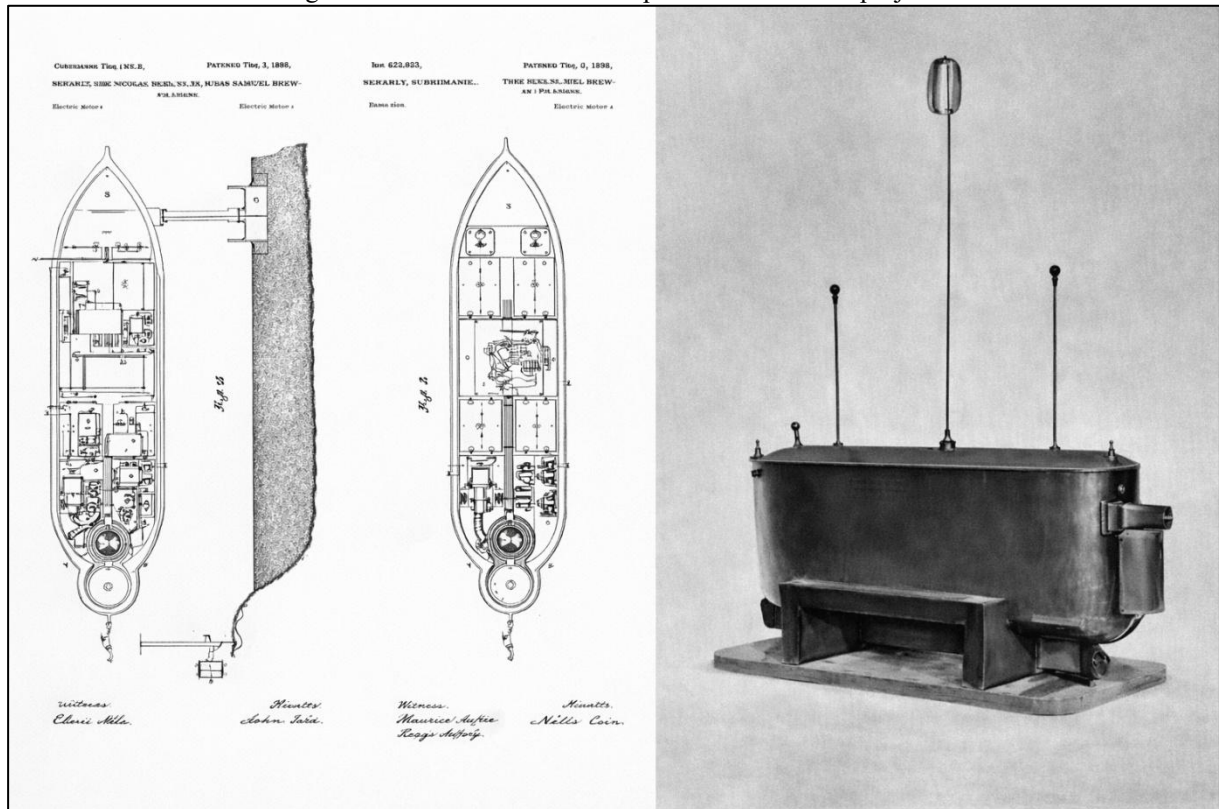


Fonte: <https://www.openculture.com/2021/09/the-first-air-raid-in-history.html>

1898 – Primeira aeronave controlada por rádio

Nikola Tesla, inventor e engenheiro sérvio-americano, demonstrou a primeira aeronave controlada por rádio com sua invenção: um barco controlado por rádio. O barco tinha apenas cerca de um metro de comprimento e, enquanto estava na água, demonstrou o potencial dos veículos controlados remotamente. Essa inovação lançou as bases para o desenvolvimento de aeronaves controladas remotamente.

Figura 3 - Desenho técnico desse primeiro modelo de projeto



Fonte:

[https://naturespace.com.br/nikola-tesla-e-seu-pioneiro-barco-controlado-remotamente-sem-fi o-inovador-em-1898-antes-havia- apenas-controle-com-fio/](https://naturespace.com.br/nikola-tesla-e-seu-pioneiro-barco-controlado-remotamente-sem-fi-o-inovador-em-1898-antes-havia- apenas-controle-com-fio/)

Tesla acreditava em um futuro em que tal tecnologia poderia defender um país, tornando-o menos suscetível a ataques e, assim, desencorajando guerras, mas criando uma proteção tão forte que a paz é garantida, tornando a defesa quase impossível de ser derrubada. Entretanto, a tecnologia de drones tem uma história mais longa, com o uso militar abundante.

1944 – Segunda Guerra Mundial: Bomba Voadora V-1

Durante a Segunda Guerra Mundial, a Alemanha utilizou a Vergeltungswaffe 1 (V-1), conhecida como "bomba voadora". Esse artefato é considerado um dos precursores dos drones modernos, pois operava de forma não tripulada, sendo lançado a grandes distâncias para atingir alvos estratégicos.

Figura 4 - Imagem de uma possível bomba voadora.

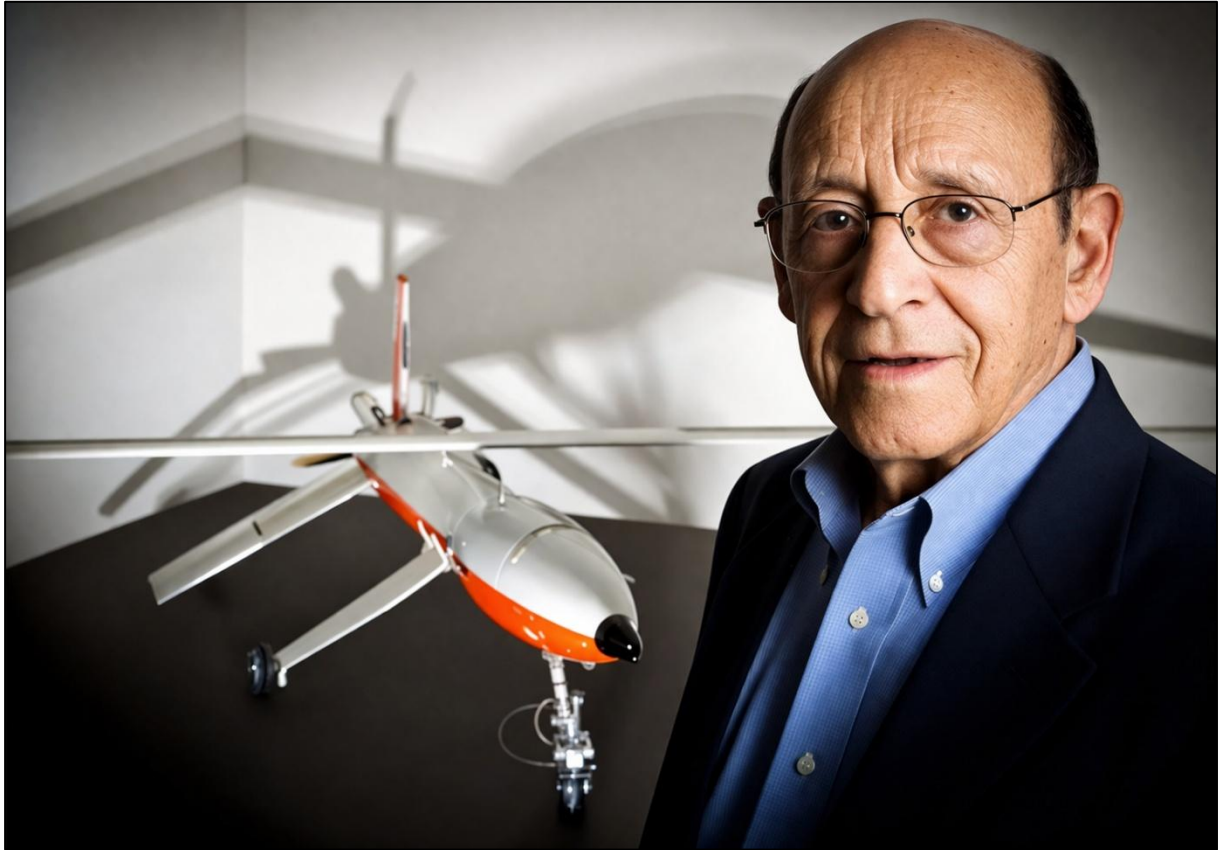


Fonte: <https://www.bundesarchiv.de/en/>

1977 – Abe Karem, “The Drone Father”: Albatross

Em 1977, o engenheiro Abe Karem, conhecido como “*O Pai dos Drones*”, desenvolveu o **Albatross**, considerado um dos primeiros drones modernos. Esse protótipo se destacou pela eficiência e pela autonomia de voo, marcando o início da era dos veículos aéreos não tripulados com características semelhantes aos utilizados atualmente.

Figura 5 - Imagem de Abe Karem, conhecido como "O Pai dos Drones".



Fonte: <https://odrones.com.br/historia-dos-drones/>

2001 – “Caçada Humana” no Afeganistão: o Predator Armado

Em 2001, os Estados Unidos inauguraram uma nova era bélica ao utilizarem drones Predator equipados com mísseis Hellfire durante a Guerra ao Terror. Esse marco representou a transição dos drones de plataformas de vigilância para instrumentos de ataque letal, inaugurando a prática da “caçada humana” contra alvos específicos. O evento é considerado um divisor de águas na história militar contemporânea, desencadeando a expansão global do uso de drones em múltiplos teatros de guerra.

Figura 6 – O predator.



Fonte: <https://airandspace.si.edu/stories/editorial/predator-drone-transformed-military-combat>
<https://airandspace.si.edu/stories/editorial/predator-drone-transformed-military-combat>.

2013 – Primeiro Drone de Consumo: DJI Phantom

Em 2013, a empresa chinesa **DJI** revolucionou o mercado ao lançar o **Phantom**, considerado o primeiro drone de consumo acessível e de alta qualidade. Esse modelo popularizou o uso de drones para fotografia e filmagem aérea, tornando a tecnologia disponível não apenas para fins militares ou científicos, mas também para o público em geral.

Figura 7 – Drone Phantom, DJI.



Fonte: DJI, 2025.

2016 – Delivery Não Tripulado: Amazon Prime Air

Em 2016, a Amazon introduziu o conceito de entrega por drones não tripulados por meio do programa Prime Air. A iniciativa buscava transformar a logística de entregas rápidas, utilizando drones para transportar pequenos pacotes diretamente aos clientes em poucos minutos, marcando um avanço no uso comercial da tecnologia.

Figura 8 - Imagem de um dos Drones do Programa Prime Air.



Fonte: https://www.cnet.com/tech/tech-industry/amazon-prime-air-delivery-by-drone-just-became-a-reality/#google_vignette

2021 – Coisa de Outro Mundo: NASA Mars 2020 – Ingenuity

Em 2021, a **NASA** fez história ao realizar o primeiro voo controlado em outro planeta com o drone **Ingenuity**, parte da missão **Mars 2020**. Esse feito demonstrou a viabilidade da exploração aérea em Marte, representando um marco científico e tecnológico sem precedentes na história da aviação e da exploração espacial.

Figura 9 - Drone Ingenuity em Marte, NASA.



Fonte: <https://science.nasa.gov/mission/mars-2020-perseverance/ingenuity-mars-helicopter/>

1.3.1 Drones como artefatos de guerra

O desenvolvimento histórico dos drones demonstra que sua utilização militar ocorreu antes da aplicação civil. Desde períodos como a Primeira Guerra Mundial e a Segunda Guerra Mundial, protótipos de aeronaves não tripuladas começaram a ser utilizados principalmente em missões de reconhecimento, evoluindo posteriormente para operações com funções ofensivas.

Mesmo com a expansão do uso civil nas últimas décadas, é importante reconhecer que os drones ainda desempenham um papel relevante em cenários de conflito. Conflitos recentes, como a Guerra Rússia-Ucrânia e os enfrentamentos recorrentes na Faixa de Gaza, mostram que essas aeronaves continuam sendo ferramentas estratégicas em operações militares, sendo empregadas tanto para vigilância e reconhecimento quanto para ações de ataque.

Dessa forma, pode-se dizer que o século XX consolidou os drones como instrumentos militares, enquanto o século XXI ampliou significativamente suas aplicações, incorporando-os também em atividades civis e comerciais.

Atualmente, os drones têm grande impacto em áreas como mapeamento, agricultura de precisão, monitoramento ambiental, inspeções técnicas e produção audiovisual, refletindo sua importância crescente nos campos tecnológico, econômico e social.

No cenário geopolítico contemporâneo, o uso cada vez mais frequente de drones em operações militares tem levado países e blocos internacionais a desenvolverem novas estratégias de defesa e monitoramento. Um exemplo recente envolve iniciativas da União Europeia voltadas à criação de sistemas e barreiras eletrônicas para detecção e neutralização de drones em áreas sensíveis, evidenciando como essas tecnologias passaram a ocupar um papel central nas discussões sobre segurança e defesa internacional.

1.3.2 Avanços Tecnológicos

O uso civil e comercial dos drones começou a ganhar maior destaque a partir dos anos 2000, quando diversos avanços tecnológicos tornaram essas aeronaves mais acessíveis e eficientes. Nesse período, houve uma redução significativa nos custos de produção, além de melhorias importantes na autonomia de voo e nos sistemas de controle. Esses avanços possibilitaram que os drones deixassem de ser utilizados exclusivamente em contextos militares e passassem a ser incorporados em diversas atividades profissionais, científicas e técnicas, ampliando consideravelmente suas aplicações em diferentes setores da sociedade.

Paralelamente a esse processo, os sensores embarcados nas aeronaves também passaram por um contínuo processo de evolução. Esses equipamentos são responsáveis por captar e registrar diferentes tipos de informações durante o voo, como imagens, dados de posicionamento, altitude, distância e características do terreno ou do ambiente analisado.

Com o passar dos anos, esses sensores tornaram-se mais precisos, compactos e eficientes, ampliando significativamente as possibilidades de aplicação dos drones. Tecnologias como câmeras de alta resolução, sensores multiespectrais, sensores térmicos e sistemas LiDAR permitiram que essas aeronaves realizassem tarefas cada vez mais complexas e especializadas.

Como resultado desses avanços, tornou-se possível coletar dados com maior qualidade, precisão e confiabilidade, o que é fundamental para diversas áreas de atuação. Atualmente, os drones são amplamente utilizados em mapeamento aéreo, monitoramento ambiental, inspeção de infraestruturas, agricultura de precisão e pesquisas científicas. Dessa forma, a evolução dos sensores embarcados desempenha um papel essencial no

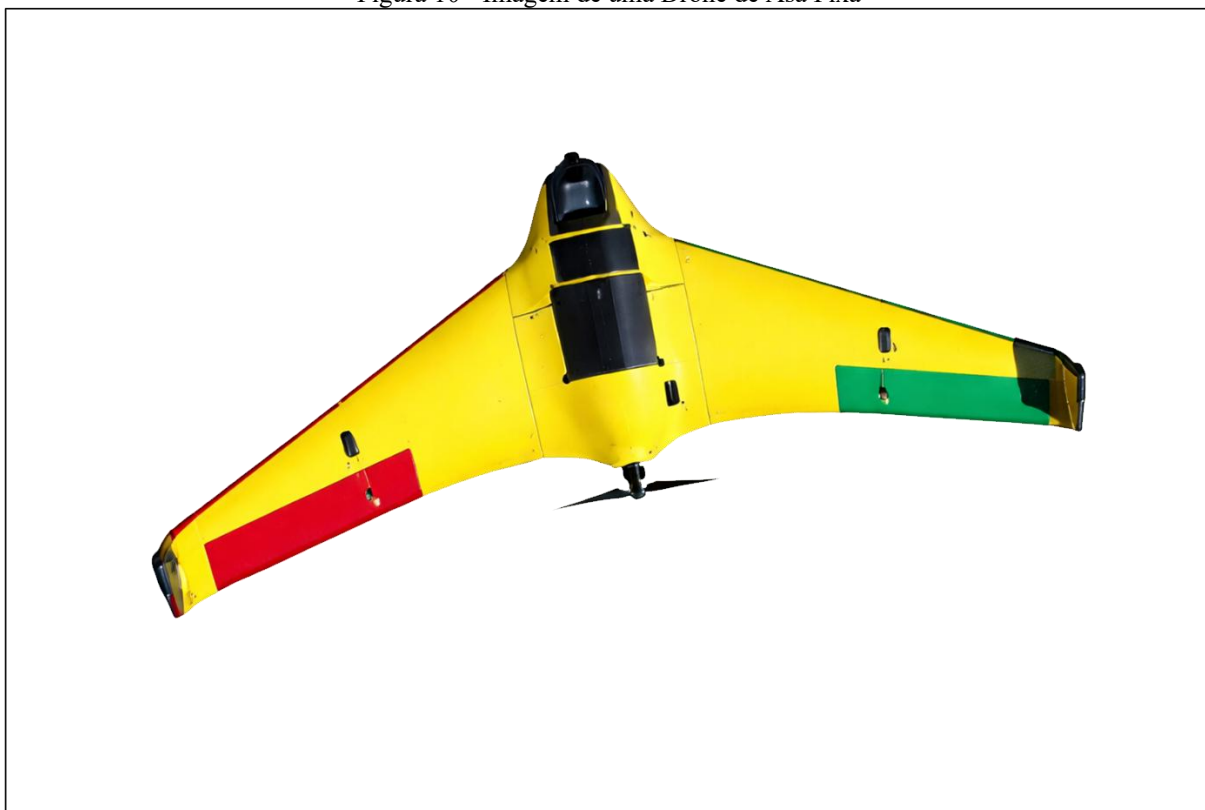
crescimento e na consolidação do uso das aeronaves não tripuladas em diferentes setores da sociedade.

Fato curioso: Não existe um consenso universal sobre o primeiro filme a utilizar drones, mas 007 - Operação Skyfall (2012) é frequentemente citado como um dos primeiros longas-metragens de grande sucesso a empregar drones para filmagem aérea.

1.3.3 Tipos de Drones

- Asa Fixa: Possuem asas e operam de forma semelhante a aeronaves tradicionais.

Figura 10 - Imagem de uma Drone de Asa Fixa



Fonte: <https://revistapesquisa.fapesp.br/fora-do-campo-de-visao/>

- Multirotor: Possuem múltiplas hélices, proporcionando uma grande estabilidade e capacidade de manobra.

Figura 11 - Imagem de aeronave multirotor.



Fonte: DJI, 2025.

- Híbrido: Combinam características de asa fixa e multirotor, oferecendo versatilidade em diferentes cenários, como a decolagem e aterrissagem na vertical.

Figura 12 - Imagem de uma aeronave Híbrida.



Fonte: <https://droneshowla.com/xmobots-lanca-drone-hibrido-com-decolageme-pouso-vtol/>

1.3.4 Nomenclaturas

No cenário brasileiro, as Aeronaves Não Tripuladas são designadas por diferentes nomenclaturas, as quais refletem a evolução técnica, conceitual e normativa do setor aeronáutico. De acordo com o DECEA (2025), embora o termo “drone” (do inglês zangão) seja amplamente difundido pelos meios de comunicação, e a sigla VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado) — derivada do termo Unmanned Aerial Vehicle (UAV) — ainda seja utilizada, esta última vem sendo considerada obsoleta no âmbito da comunidade aeronáutica. Nesse contexto, a terminologia técnica oficialmente adotada no Brasil é Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), por representar de forma mais precisa a operação desses sistemas por um piloto remoto.

Essa diversidade terminológica reflete um padrão igualmente observado na literatura especializada internacional. Conforme destaca PAJARES (2015), na língua inglesa são empregadas diferentes denominações para esses sistemas, como Remotely Piloted Aircraft (RPA), Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) e Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), além da ampla difusão do termo “drones” em contextos mais gerais. Tal

variedade de termos evidencia não apenas diferenças linguísticas, mas também distinções conceituais relacionadas ao nível de autonomia, à estrutura dos sistemas e às abordagens regulatórias adotadas em diferentes países.

1.3.5 Classificação

Os drones são classificados com base no seu Peso Máximo de Decolagem (PMD/MTOW – Maximum Take-Off Weight):

- Classe 3: $\text{PMD} \geq 250 \text{ g}$ e $\leq 25 \text{ Kg}$
- Classe 2: $\text{PMD} > 25 \text{ Kg}$ e $\leq 150 \text{ Kg}$
- Classe 1: $\text{PMD} > 150 \text{ Kg}$

Exemplos:

- Mini 2 – 279 g – Classe 3

Figura 13 - Imagem do Drone DJI Mini 2.



Fonte: DJI, 2025.

- Agras T-16 - 42 KG – Classe 2

Figura 14 - Drone DJI Agras T-16.



Fonte: DJI, 202

- Atobá – 500 KG – Classe 1

Figura 15 - Drone Stella Tecnologia, Atobá é o maior drone brasileiro.



Fonte: <https://www.airway.com.br/empresa-do-rio-de-janeiro-lanca-o-primeiro-drone-militar-fabricado-no-brasil/> (2025)

ATENÇÃO: O Peso Máximo de Decolagem (PMD) independe de a aeronave estar voando com seu limite máximo ou não. Por exemplo, o DJI Mini tem um PMD de 249 g, mas com um protetor de hélices (payload) de 30 g, totalizando 279 g - ainda na Classe 3. Drones com PMD inferior a 250 g não se encaixam em nenhuma categoria específica e, portanto, não requerem registro na ANAC (SISANT) e DECEA (SARPAS).

MÓDULO 2 – REGULAMENTAÇÃO

2.1 OS ÓRGÃOS REGULADORES E SUAS COMPETÊNCIAS



A **Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL)** é o órgão responsável por regulamentar e fiscalizar a utilização de equipamentos que empregam radiofrequência no Brasil. No contexto das aeronaves não tripuladas, sua principal atribuição é a **homologação dos equipamentos** responsáveis pelo enlace de comando e controle (Command and Control – C2), assegurando que a transmissão de radiofrequência atenda aos requisitos técnicos estabelecidos para operação no território nacional.

No processo de certificação de equipamentos de radiocomunicação, a ANATEL emite diferentes documentos de conformidade, de acordo com a finalidade da homologação. O **Certificado de Conformidade** é destinado, em regra, aos fabricantes, importadores ou distribuidores de equipamentos, comprovando que o produto atende aos requisitos técnicos exigidos pela Agência e permanecendo válido enquanto forem mantidas as condições que fundamentaram sua homologação. Já a **Declaração de Conformidade** para Uso Próprio destina-se às pessoas físicas ou jurídicas que importam equipamentos para utilização própria, vinculando-se à unidade específica homologada e comprovando sua regularidade perante a ANATEL, conforme os procedimentos previstos na regulamentação vigente.

Ao adquirir um drone, é fundamental verificar a situação da homologação do equipamento junto à ANATEL. Para isso, deve-se identificar se o drone e o rádio controle (RC) já possuem homologação de fábrica. Dependendo dessa condição, poderão ser necessários procedimentos adicionais para regularização. As situações mais comuns e as respectivas providências estão apresentadas a seguir.

Quadro 1 – Cenários de homologação de drones e rádios controle na ANATEL

Cenário	O que homologar?	Quantos registros?	Onde fixar a etiqueta?
Drone e RC não homologados	Ambos (processos separados)	Dois números distintos	Uma etiqueta no drone e outra no RC (Cada um com o seu número)
Apenas RC não homologado	Somente o Rádio Controle	Um número próprio	No Rádio Controle

Apenas Drone não homologado	Somente o Drone	Um número próprio	No Drone
-----------------------------	-----------------	-------------------	----------

Fonte: Anatel

Individualidade dos equipamentos: Embora o drone e o rádio controle (RC) sejam frequentemente comercializados em conjunto, ambos possuem módulos de radiofrequência independentes. Em razão disso, cada equipamento deve possuir sua própria homologação junto à ANATEL, resultando na emissão de certificados e números de homologação distintos.

Identificação do equipamento: Após a homologação, o equipamento deve ser identificado por meio de uma etiqueta resistente e legível, contendo obrigatoriamente o logotipo da ANATEL e o respectivo número de homologação obtido no Sistema Mosaico. Essa identificação deve permanecer afixada em local de fácil visualização durante toda a vida útil do equipamento.

Fiscalização: Em eventuais ações de fiscalização, o operador deverá apresentar o comprovante de homologação emitido pela ANATEL, em formato digital ou impresso, além de garantir que o drone e o rádio controle estejam devidamente identificados com suas respectivas etiquetas de homologação.

Dica prática: A homologação de equipamentos importados para uso próprio, realizada por pessoa física, é isenta de taxas administrativas da ANATEL. O procedimento pode ser efetuado gratuitamente por meio dos canais oficiais disponibilizados pela Agência.



A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) é o órgão responsável por regulamentar a aviação civil brasileira, estabelecendo normas, requisitos e padrões voltados à segurança e à regularidade das operações aeronáuticas. No contexto das aeronaves não tripuladas (UAS), compete à Agência definir as regras de operação, estabelecer os critérios de certificação, cadastro e aeronavegabilidade, além de disciplinar as responsabilidades dos operadores e pilotos remotos.

Para assegurar o cumprimento desses requisitos, a ANAC emite diferentes documentos relacionados à regularização das aeronaves não tripuladas, de seus operadores e das operações realizadas. Esses documentos contemplam desde o cadastro da aeronave até certificações e autorizações específicas, de acordo com as características da aeronave e o nível de risco da operação. Os principais documentos emitidos pela Agência são apresentados a seguir.

Documentação Emitida pela ANAC:

- Certificado de Cadastro da Aeronave: Documento emitido após o cadastro da aeronave no SISANT.
- CAVE: Certificado de Autorização de Voo Experimental
- CAER: Certificado de Aeronavegabilidade Especial para RPA
- COE: Cadastro de Operador da Categoria Específica

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) disponibiliza diferentes documentos destinados à regularização das aeronaves não tripuladas e de seus operadores, de acordo com as características da aeronave e da operação realizada. Esses documentos têm como finalidade comprovar a conformidade com os requisitos regulamentares, abrangendo desde o cadastro da aeronave até a autorização para operações experimentais, certificação de aeronavegabilidade e habilitação de operadores para missões de maior complexidade. A emissão de cada documento depende das condições estabelecidas pela regulamentação vigente, especialmente pelo RBAC nº 100 e demais normas correlatas.

Entre os principais documentos emitidos pela ANAC destacam-se o **Certificado de Cadastro da Aeronave**, obtido após o registro da aeronave no SISANT, quando aplicável; o **Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE)**, destinado às aeronaves empregadas em atividades experimentais; o **Certificado de Aeronavegabilidade Especial para RPA (CAER)**, exigido para determinadas operações que requerem certificação de aeronavegabilidade; e o **Cadastro de Operador da Categoria Específica (COE)**, destinado aos operadores enquadrados na Categoria Específica do RBAC nº 100, conforme os critérios estabelecidos pela ANAC.

É importante destacar que existe uma diferença entre o SISANT e o Certificado de Cadastro da Aeronave. O SISANT (Sistema de Aeronaves Não Tripuladas) é a plataforma eletrônica da ANAC destinada ao cadastro das aeronaves não tripuladas, enquanto o Certificado de Cadastro é o documento emitido pelo sistema após a conclusão desse processo. No uso cotidiano, é comum que operadores se refiram ao número constante no certificado como o "número do SISANT", utilizando-o como uma espécie de "CPF da aeronave". Embora essa expressão facilite a comunicação entre os usuários, tecnicamente o número corresponde ao registro de cadastro da aeronave emitido pelo SISANT, e não ao próprio sistema, que é apenas o meio utilizado para realizar o cadastro e emitir o respectivo certificado.

Ao entrar no Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT) precisará ter uma conta versão Prata do GOV.BR ou fazer um cadastro no próprio sistema. É mais recomendado a conta Prata do GOV.BR pois, fica mais fácil obter todos os seus dados pessoais que você declarou perante ao GOV.BR.

Tipos de Operação

Entendendo melhor o que são os tipos de operações VLOS, BVLOS e EVLOS...

Figura 16 - Imagem retirada do Manual de Orientações para usuários de Drone – ANAC



Fonte: ANAC

- Observador: Pessoa que, sem o auxílio de equipamentos, auxilia o piloto remoto na condução segura do voo mantendo contato visual direto com a Aeronave Remotamente Pilotada (RPA - Remotely Piloted Aircraft).
- Operação BVLOS: Operação na qual o piloto não consegue manter a RPA dentro de seu alcance visual, mesmo com a ajuda de um observador.
- Operação VLOS: Operação na qual o piloto mantém o contato visual direto com a RPA (sem auxílio de lentes ou outros equipamentos).
- Operação EVLOS: Operação na qual o piloto remoto só é capaz de manter contato visual direto com a RPA com auxílio de lentes ou de outros equipamentos e de observadores de RPA.

Requisitos para Operação de Aeronaves Não Tripuladas

Embora o RBAC nº 100 tenha substituído a classificação das aeronaves por peso, adotando uma abordagem baseada no risco operacional, é importante compreender a estrutura estabelecida pelo RBAC-E nº 94, uma vez que diversos requisitos introduzidos por esse regulamento permanecem aplicáveis ou serviram de base para a regulamentação atual. Aspectos como registro e cadastro das aeronaves, identificação, seguro obrigatório e responsabilidades do operador continuam desempenhando papel fundamental para a realização de operações seguras e em conformidade com a legislação vigente. Assim, a compreensão das antigas Classes 1, 2 e 3 contribui para entender a evolução da regulamentação brasileira e a transição para o modelo atualmente adotado pelo RBAC nº 100.

Classes 1 e Classes 2: Para operar aeronaves não tripuladas das Classes 1 e 2, é necessário que a aeronave esteja registrada no Registro Aeronáutico Brasileiro (RAB). Além disso, a operação exige que o equipamento possua Certificado de Aeronavegabilidade válido e, em determinadas situações, também é obrigatório que o operador possua licença de piloto remoto, conforme as exigências da regulamentação aeronáutica vigente.

Classes 3: Para operar RPA da Classe 3, é necessário atender a alguns requisitos estabelecidos pela regulamentação vigente. Em primeiro lugar, o operador ou observador deve possuir idade mínima de 18 anos para participar da operação da aeronave.

Além disso, aeronaves com peso máximo de decolagem superior a 250 g precisam ser cadastradas na ANAC, por meio do SISANT. Após o cadastro, o sistema gera um

número de identificação, que deve ser fixado na aeronave em uma etiqueta confeccionada em material não inflamável, legível e facilmente acessível.

Outro ponto importante é que apenas um sistema de RPA pode ser operado por vez, medida que contribui para garantir maior controle e segurança durante o voo. Além disso, aeronaves com peso máximo de decolagem superior a 250 g devem ser cadastradas na ANAC por meio do SISANT. Após a realização do cadastro, o sistema gera um número de identificação, que deve ser fixado na aeronave em uma etiqueta confeccionada em material não inflamável, legível e facilmente acessível.

Também é obrigatório que aeronaves com peso máximo de decolagem acima de 250 g possuam seguro com cobertura para danos a terceiros, garantindo maior proteção em caso de eventuais incidentes durante a operação. Essas exigências fazem parte das medidas voltadas à segurança operacional e à responsabilidade do operador durante o uso de aeronaves não tripuladas.

*Para obter o Certificado de Cadastro de
Aeronave Não Tripulada é necessário acessar o
seguinte endereço eletrônico:
<https://www.gov.br/anac/pt-br/sistemas/sisant>*



O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), organização militar subordinada ao Comando da Aeronáutica (COMAER), é o órgão central do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), sendo responsável pelo planejamento, gerenciamento e controle das atividades relacionadas à utilização do espaço aéreo nacional. Sua atuação tem como objetivo garantir que as operações aéreas ocorram de forma segura, ordenada e eficiente, conciliando as necessidades da aviação civil e militar por meio de normas e procedimentos voltados à segurança da navegação aérea.

No contexto das aeronaves não tripuladas, a principal norma editada pelo DECEA é a Instrução do Comando da Aeronáutica ICA 100-40, considerada o principal instrumento normativo para o acesso de sistemas de aeronaves não tripuladas ao Espaço Aéreo Brasileiro. A instrução estabelece os procedimentos para solicitação de acesso ao espaço aéreo, os critérios operacionais aplicáveis às diferentes categorias de operação, as responsabilidades dos operadores e a integração das operações com drones ao gerenciamento do tráfego aéreo. Sua aplicação é operacionalizada por meio do SARPAS NG, plataforma oficial utilizada para o planejamento, análise e autorização das missões.

Além da regulamentação das operações com drones, o DECEA desempenha diversas atividades essenciais para o funcionamento do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro, destacando-se o Controle de Tráfego Aéreo (ATS), responsável pelo gerenciamento do fluxo de aeronaves; os Serviços de Informação Aeronáutica (AIS), voltados à disponibilização de informações indispensáveis ao planejamento e à execução dos voos; e os serviços de Vigilância e Meteorologia Aeronáutica, que fornecem informações sobre o tráfego aéreo e as condições meteorológicas, contribuindo para a segurança e eficiência das operações em todo o território nacional.

Normatização para Drones (ARP)

No âmbito das operações com aeronaves remotamente pilotadas (ARP), o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) é o órgão responsável por estabelecer os procedimentos para utilização do Espaço Aéreo Brasileiro, assegurando a integração segura entre aeronaves tripuladas e não tripuladas. Para isso, o DECEA publica as Instruções do Comando da Aeronáutica (ICA), que estabelecem os requisitos e procedimentos aplicáveis ao planejamento e à realização das operações. Atualmente, a principal norma é a ICA 100-40, que define as regras e os procedimentos para o acesso de sistemas de aeronaves não tripuladas ao espaço aéreo brasileiro.

SARPAS: Sistema de Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo

Para viabilizar a aplicação desses procedimentos, o DECEA disponibiliza o SARPAS NG (Sistema de Solicitação de Acesso de Aeronaves Não Tripuladas), plataforma oficial utilizada para solicitar autorização de acesso ao espaço aéreo. Por meio desse sistema, são cadastradas informações referentes ao operador, à aeronave e às características da missão, permitindo ao DECEA analisar a operação e conceder a autorização de forma automatizada ou mediante coordenação, conforme o nível de complexidade do voo.

A utilização do SARPAS constitui etapa fundamental para a realização de operações com drones em conformidade com a regulamentação aeronáutica. Dessa forma, o DECEA desempenha papel essencial na gestão do espaço aéreo, conciliando a segurança da navegação aérea com o desenvolvimento das operações envolvendo sistemas de aeronaves não tripuladas, por meio da aplicação das normas vigentes e do gerenciamento das solicitações de acesso ao espaço aéreo.

Ao fim desse e-book será apresentado o tutorial e um exemplo de solicitação de voo no Sistema SARPAS / DECEA. (APÊNDICE A)



No contexto das Aeronaves Não Tripuladas, o Ministério da Defesa (MD) atua como o pilar estratégico que define as diretrizes para o emprego desses sistemas na defesa e na segurança nacional. Sua missão é garantir que a utilização de drones ocorra de forma integrada e alinhada aos interesses da soberania brasileira, coordenando as operações da Marinha, Exército e Aeronáutica em missões críticas de vigilância, reconhecimento e monitoramento territorial.

A atuação do MD vai além da esfera militar; o órgão é peça-chave na formulação de políticas que orientam o desenvolvimento e a aquisição de novas tecnologias. Para isso, articula-se com agências reguladoras como DECEA, ANAC e ANATEL, assegurando que o ecossistema de drones no Brasil opere sob rigorosos requisitos de segurança e conformidade técnica.

O Papel no Aerolevantamento e Mapeamento

Para o profissional de mapeamento aéreo, a interface com o Ministério da Defesa é obrigatória e de natureza legal. O MD é a autoridade responsável por regular e fiscalizar o Aerolevantamento no território nacional, conforme estabelecido pelo Decreto-Lei nº 1.177/1971.

Controle e Registro: Toda entidade (pública ou privada) que utilize drones para fins de mapeamento, levantamento topográfico ou captação de dados georreferenciados deve estar devidamente inscrita no Ministério da Defesa.

Segurança Nacional: Esse controle existe para evitar que o mapeamento de áreas sensíveis ou estratégicas comprometa a segurança do país. O MD emite as autorizações necessárias para que os produtos do aerolevantamento sejam legalmente válidos e comercializáveis.

Categorias: Para que uma empresa ou instituição possa realizar aerolevantamentos legalmente no Brasil, ela deve estar inscrita em uma das três categorias definidas pelo

Ministério da Defesa. Essa classificação depende da finalidade do trabalho e da estrutura da entidade:

Categoria A (Executante): Destinada a empresas especializadas que possuem capacidade técnica e equipamentos para realizar todas as etapas do aerolevanteamento — desde a coleta de dados em voo até o processamento e a geração do produto cartográfico final. Entidades nesta categoria estão autorizadas a prestar serviços para terceiros e comercializar os produtos gerados.

Categoria B (Uso Próprio): Aplica-se a órgãos públicos ou empresas privadas que realizam o aerolevanteamento para uso exclusivo e interno. Nesta categoria, a entidade pode operar seus próprios drones e processar os dados, mas é terminantemente proibido comercializar ou fornecer os produtos do levantamento para terceiros.

Categoria C (Pós-processamento): Reúne as empresas que não realizam a fase de voo (fase aero), mas são especializadas no processamento e análise dos dados coletados por outras entidades. Elas transformam as imagens brutas em mapas, ortomosaicos e modelos digitais, atuando como uma etapa técnica fundamental da cadeia produtiva.

Nesse cenário, o Ministério da Defesa não apenas protege o território, mas também atua como um agente de padronização. Ao exigir o registro das empresas de aerolevanteamento, ele garante a consolidação de capacidades tecnológicas sérias, promovendo o avanço estratégico do setor aeronáutico e garantindo que os dados geoespaciais produzidos no Brasil sigam padrões de confiança e segurança jurídica.

“Para realizar aerolevanteamentos uma empresa precisa estar inscrita no Ministério da Defesa. Também precisa estar inscrita no CREA e ter um responsável técnico habilitado para realizar aerolevanteamento.

Os profissionais habilitados pelo CREA para realizar aerolevanteamentos são os Engenheiros Cartógrafos e Engenheiros Agrimensores. Geógrafos, dependendo do curso que foi feito, também estão habilitados para realizar aerolevanteamentos. Nem todo curso de Geógrafo abrange as matérias de aerolevanteamento”

(MundoGEO, 2021)

2.2 A LEGISLAÇÃO VIGENTE

O crescimento das aplicações de aeronaves não tripuladas no Brasil, aliado aos avanços tecnológicos do setor, impulsionou a evolução da regulamentação da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Publicado em 2017, o **RBAC-E nº 94** (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil) estabeleceu os primeiros requisitos específicos para a operação civil de aeronaves remotamente pilotadas (RPA), disciplinando aspectos relacionados à classificação das aeronaves, cadastro, certificação e condições operacionais, tendo como principal critério o peso máximo de decolagem.

Com a diversificação das operações e a necessidade de uma regulamentação mais compatível com a complexidade das missões, a ANAC publicou o **RBAC nº 100**, substituindo o RBAC-E nº 94 e adotando uma abordagem baseada no risco operacional. Essa mudança deslocou o foco da regulamentação das características da aeronave para as condições em que a operação é realizada, estabelecendo requisitos proporcionais ao nível de risco envolvido. O Quadro 02 apresenta as principais diferenças entre os dois regulamentos, evidenciando a evolução da regulamentação brasileira para aeronaves não tripuladas.

Quadro 2 - Comparação entre o RBAC-E nº 94 (2017) e o RBAC nº 100 (2026)

Aspecto	RBAC-E nº 94 (2017)	RBAC nº 100 (2026)
Objetivo	Regulamentar o uso civil de aeronaves remotamente pilotadas, estabelecendo requisitos técnicos e operacionais para garantir a segurança das operações.	Regulamentar as operações de aeronaves não tripuladas por meio de uma abordagem baseada no risco operacional, assegurando níveis adequados de segurança e integração ao Sistema de Aviação Civil.
Finalidade	Garantir a utilização segura de drones, protegendo pessoas, bens e a aviação tripulada, por meio de regras de registro, certificação e operação.	Estabelecer requisitos proporcionais ao risco da operação, promovendo segurança operacional, desenvolvimento tecnológico e maior flexibilidade regulatória.
Objeto	Regulamentar a classificação das aeronaves por peso, os requisitos de cadastro, certificação, licenças e condições para realização das operações.	Regulamentar as operações de UAS, definindo categorias operacionais, responsabilidades do operador e do piloto, requisitos de aeronavegabilidade, avaliação de risco e certificação.
Aplicabilidade	Aplica-se às aeronaves não tripuladas civis (RPA), diferenciando operações recreativas (aeromodelos) e não recreativas.	Aplica-se às aeronaves não tripuladas civis (UA), excluindo aeromodelos e aeronaves de até 250 g operadas em VLOS/EVLOS até 120 m.
Classes/Categorias	Classes 1 (>150 kg), 2 (25–150 kg) e 3 (≤25 kg), definidas pelo Peso Máximo de Decolagem (PMD).	Categorias Aberta, Específica e Certificada, definidas pelo nível de risco da operação.

Critério de enquadramento	Baseado exclusivamente no peso da aeronave (PMD).	Baseado no risco da operação, considerando cenário operacional, tipo de missão, proximidade de terceiros, altura de voo e medidas mitigadoras.
----------------------------------	---	--

Fonte: ANAC

Esse quadro evidencia a principal mudança promovida pela ANAC: A **RBAC-E nº 94** utilizava uma abordagem centrada na aeronave, classificando-a conforme o peso máximo de decolagem, enquanto o **RBAC nº 100** adota uma abordagem centrada na operação, estabelecendo requisitos proporcionais ao nível de risco envolvido em cada missão. Essa mudança representa a transição de um modelo prescritivo para um modelo regulatório baseado em risco, alinhado às práticas internacionais de gerenciamento de operações com aeronaves não tripuladas.

2.2.1 Categorias

Embora o peso em voo continue sendo um parâmetro importante na regulamentação brasileira, ele deixou de ser o único critério para definir os requisitos aplicáveis às operações com aeronaves não tripuladas. No antigo RBAC-E nº 94, as aeronaves eram enquadradas nas Classes 1, 2 e 3, definidas essencialmente pelo peso, o que determinava aspectos como registro, certificação e exigências operacionais. Com a publicação do RBAC nº 100, a ANAC passou a adotar uma abordagem baseada no risco da operação, reconhecendo que aeronaves com o mesmo peso podem apresentar níveis de perigo completamente diferentes, dependendo do ambiente e das características da missão. Dessa forma, o novo regulamento mantém o peso da aeronave como um dos fatores considerados, mas passa a analisar o cenário de forma integrada, avaliando elementos como a visibilidade do piloto (VLOS/EVLOS), a altitude do voo, a proximidade de pessoas não envolvidas e a criticidade da carga transportada. A partir dessa filosofia, as operações civis passaram a ser classificadas em três categorias **Aberta**, **Específica** e **Certificada**, cada uma com requisitos proporcionais ao nível de risco envolvido. Essa estrutura busca equilibrar a simplificação das operações de baixo risco com o rigor necessário para atividades mais complexas, tornando a regulamentação mais flexível, eficiente e alinhada às melhores práticas internacionais.

I - Categoria Aberta

A Categoria Aberta contempla operações consideradas de baixo risco operacional. De forma geral, enquadram-se nessa categoria as operações realizadas com aeronaves de até 25 kg, em alturas de até 120 metros acima do nível do terreno (AGL), mantendo contato visual direto com a aeronave (VLOS) ou contato visual estendido (EVLOS), e sempre ocorrendo em áreas distantes de terceiros. Grande parte das atividades de inspeção, monitoramento, mapeamento aéreo e apoio topográfico realizadas atualmente no Brasil está inserida nesta categoria. Nessas situações, embora o operador esteja dispensado de solicitar uma autorização operacional prévia junto à ANAC, isso não anula a obrigatoriedade de obter as devidas autorizações de acesso ao espaço aéreo junto aos órgãos competentes antes de cada voo.

II - Categoria Específica

A Categoria Específica engloba operações classificadas como de risco moderado, aplicando-se sempre que um dos critérios da categoria aberta não for atendido. Nesses casos, as características da missão exigem uma análise mais aprofundada, bem como a adoção de medidas mitigadoras apropriadas. Entre os exemplos práticos estão os voos além da linha de visada visual (BVLOS), operações com aeronaves acima de 25 kg ou missões realizadas com maior proximidade de terceiros. Para viabilizar essas operações, o regulamento estabelece que o voo ocorra em conformidade com cenários padrão publicados pela ANAC ou mediante autorização operacional, fundamentada em metodologias estruturadas de gerenciamento de risco (como o SORA) aceitas pela Agência. Além disso, a depender da complexidade do cenário ou do risco envolvido, poderá ser exigido o registro do operador por meio do Cadastro de Operador na Categoria Específica (COE).

II a - Cadastro de Operador da Categoria Específica (COE)

Entre as novidades da regulamentação, destaca-se a criação do Cadastro de Operador da Categoria Específica (COE). Esse documento tem como finalidade comprovar que o operador cumpre os requisitos regulamentares estabelecidos e foi submetido com sucesso ao processo de cadastramento da agência para realizar determinadas missões na categoria específica. Aplicável a operações que envolvam cenários padrão específicos ou maior complexidade técnica, o COE passa a representar um importante instrumento de

controle e supervisão por parte da ANAC sobre atividades que extrapolam as condições previstas para a Categoria Aberta.

III - Categoria Certificada

A Categoria Certificada é destinada às operações consideradas de alto risco operacional. Nessa categoria, o nível de exigência atinge o patamar da aviação tripulada tradicional, exigindo obrigatoriamente a certificação de tipo para o sistema (UAS) conforme o RBAC nº 21, além do cumprimento rigoroso dos regulamentos operacionais, de manutenção e de pessoal aplicáveis da ANAC. Esse enquadramento é mandatório para missões que envolvam o transporte de artigos perigosos com alto risco para terceiros, ou quando a agência determinar que o risco da atividade não pode ser mitigado na categoria específica. Na prática, ela se direciona a atividades de elevado potencial de impacto e a aplicações complexas, como a mobilidade aérea avançada.

2.2.2 Avaliação Teórica

Alinhado às novas exigências de segurança, o RBAC nº 100 estabelece como regra geral que todo piloto remoto de aeronave não tripulada deve ser aprovado em exame de conhecimento teórico da ANAC. Essa avaliação tem por objetivo garantir que o operador possua os conhecimentos fundamentais para a condução segura do voo e a preservação do espaço aéreo.

Para as operações na Categoria Específica, requisitos de proficiência adicionais (como licenças ou cumprimento de cenários padrão) podem ser exigidos ou dispensados a depender do risco operacional da missão. Por fim, vale ressaltar que essa e as demais exigências deste regulamento não se aplicam às operações com aeronaves de até 250 g (desde que operadas em VLOS ou EVLOS até 120 metros AGL), aos balões livres não tripulados e às atividades puramente recreativas (aeromodelos) dentro dos limites regulamentares.

2.3 ICA 100-40 (2026)

A publicação da ICA 100-40 representou um importante avanço na regulamentação do acesso de aeronaves não tripuladas ao Espaço Aéreo Brasileiro, estabelecendo procedimentos e requisitos para que essas operações fossem realizadas de forma segura e coordenada pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). Entretanto, o crescimento do setor, a evolução tecnológica dos sistemas de aeronaves não tripuladas

(UAS) e a atualização da regulamentação da ANAC evidenciaram a necessidade de modernizar essa instrução, tornando-a mais compatível com a realidade operacional atual.

Nesse contexto, a ICA 100-40 (2026) substituiu a versão publicada em 2023, promovendo alterações significativas na organização da norma e alinhando seus procedimentos ao modelo de gerenciamento baseado no risco adotado pelo RBAC nº 100. Além de consolidar diretrizes anteriormente distribuídas em outros documentos, a nova edição harmoniza a classificação das operações, aperfeiçoa os procedimentos para utilização do espaço aéreo e reforça a integração entre o DECEA e a ANAC. O Quadro 03 apresenta as principais diferenças entre as edições de 2023 e 2026, evidenciando a evolução da regulamentação brasileira para o acesso de aeronaves não tripuladas ao espaço aéreo.

Quadro 3 – ICA 100-40 (2023) X ICA 100-40 (2026)

Aspecto	ICA 100-40 (2023)	ICA 100-40 (2026)
Objetivo	Estabelecer os procedimentos para o acesso seguro de aeronaves não tripuladas ao Espaço Aéreo Brasileiro, disciplinando as autorizações de voo e a utilização do SARPAS.	Manter os procedimentos para o acesso seguro ao Espaço Aéreo Brasileiro, incorporando uma estrutura regulatória alinhada ao RBAC nº 100 e consolidando normas anteriormente distribuídas em diferentes documentos.
Finalidade	Garantir a segurança da navegação aérea por meio do controle e da coordenação das operações com aeronaves não tripuladas no espaço aéreo brasileiro.	Ampliar a segurança operacional e padronizar o acesso ao espaço aéreo, utilizando critérios proporcionais ao risco da operação e promovendo maior integração entre DECEA e ANAC.
Aplicabilidade	Aplica-se às operações de aeronaves não tripuladas, mantendo regras distintas para aeromodelos e operações especiais, complementadas pelos MCA 56-2 e MCA 56-5.	Aplica-se às operações de aeronaves não tripuladas, unificando regras anteriormente distribuídas na ICA 10040, MCA 56-2 e MCA 56-5 em um único documento.
Categorias	Regulamentação baseada na classificação operacional vigente, sem adotar formalmente as categorias Aberta, Específica e Certificada.	Passa a adotar a mesma lógica do RBAC nº 100, estruturando as operações nas categorias Aberta, Específica e Certificada.
Prazos	Prazos definidos conforme o tipo de operação, com autorizações automáticas e solicitações antecipadas para operações mais complexas.	Mantém o uso do SARPAS, reorganizando e padronizando os prazos conforme a categoria operacional, o tipo de espaço aéreo e a complexidade da missão.

Fonte: DECEA

Como evidenciado no quadro comparativo, a ICA 100-40 (2026) promoveu importantes atualizações em relação à versão de 2023, alinhando seus procedimentos ao modelo regulatório baseado no risco adotado pelo RBAC nº 100. Além da reorganização

da norma e da adoção das categorias operacionais Aberta, Específica e Certificada, a nova edição incorporou conceitos voltados à modernização do gerenciamento do espaço aéreo, acompanhando a crescente expansão das operações com aeronaves não tripuladas no Brasil.

Entre essas inovações, destaca-se a introdução das Zonas UTM (UAS Traffic Management), concebidas para possibilitar um gerenciamento mais eficiente, coordenado e seguro das operações de drones em áreas de maior densidade de tráfego. Esse novo conceito representa um passo importante na evolução da regulamentação brasileira, aproximando o país das tendências internacionais de gerenciamento digital do espaço aéreo e preparando a infraestrutura para o crescimento contínuo das operações com aeronaves não tripuladas.

2.3.1 – Zonas UTM

Com a crescente expansão das operações com aeronaves não tripuladas, tornou-se necessário desenvolver mecanismos capazes de gerenciar um número cada vez maior de voos simultâneos, especialmente em áreas urbanas e regiões com elevada densidade de tráfego aéreo. Nesse contexto, a ICA 100-40 introduz o conceito das Zonas UTM (UAS Traffic Management), que consistem em áreas geográficas onde o gerenciamento das operações de drones é realizado por meio de sistemas digitais específicos para coordenação e monitoramento do tráfego de aeronaves não tripuladas.

As Zonas UTM foram concebidas para permitir uma integração mais segura e eficiente entre aeronaves tripuladas e não tripuladas, utilizando recursos como compartilhamento de informações em tempo real, monitoramento contínuo das operações e coordenação automatizada entre operadores e órgãos responsáveis pelo controle do espaço aéreo. Nessas áreas, os operadores podem estar sujeitos a procedimentos específicos para autorização, planejamento e execução dos voos, conforme as características da operação e do espaço aéreo envolvido.

A implementação das Zonas UTM representa um avanço significativo na gestão do espaço aéreo brasileiro, especialmente diante do crescimento das operações comerciais e da perspectiva de novas aplicações, como entregas autônomas, inspeções em áreas urbanas e mobilidade aérea avançada. Dessa forma, a ICA 100-40 acompanha a tendência internacional de adoção de sistemas de gerenciamento de tráfego de aeronaves não

tripuladas, proporcionando maior previsibilidade, segurança operacional e eficiência na utilização do espaço aéreo.

Importante: as Zonas UTM não substituem o processo de solicitação de acesso ao espaço aéreo realizado por meio do SARPAS. Elas constituem uma infraestrutura complementar para o gerenciamento do tráfego de aeronaves não tripuladas em áreas específicas, permitindo uma coordenação mais dinâmica e automatizada das operações, conforme os critérios estabelecidos pelo DECEA.

2.4 INTEGRAÇÃO ENTRE A RBAC 100 E A ICA 100-40

A integração entre a ICA 100-40, editada pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), e o RBAC nº 100, estabelecido pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), representa um importante avanço para o desenvolvimento do ecossistema de sistemas de aeronaves não tripuladas (UAS) no Brasil. Essa convergência regulatória fortalece o gerenciamento coordenado do espaço aéreo e da aviação civil, estabelecendo bases mais consistentes para a segurança operacional, a padronização dos procedimentos e o desenvolvimento tecnológico do setor.

Historicamente, a expansão das operações com drones exigiu uma atuação integrada entre o órgão responsável pelo controle do espaço aéreo e a autoridade reguladora da aviação civil. Nesse contexto, o RBAC nº 100 estabelece os requisitos aplicáveis às aeronaves não tripuladas, seus operadores e às diferentes categorias operacionais, enquanto a ICA 100-40 disciplina os procedimentos para o acesso ao espaço aéreo brasileiro e sua utilização segura. Dessa forma, as duas normas desempenham funções complementares: a ANAC regulamenta aspectos relacionados à segurança da aviação civil, certificação e operação das aeronaves, ao passo que o DECEA coordena a utilização do espaço aéreo, definindo os procedimentos necessários para a realização das operações.

Essa integração também constitui um dos pilares para a evolução do gerenciamento do tráfego de aeronaves não tripuladas, especialmente com a introdução do conceito de Zonas UTM (UAS Traffic Management). O gerenciamento de operações em ambientes com maior densidade de voos depende tanto da conformidade das aeronaves e dos operadores com os requisitos estabelecidos pelo RBAC nº 100 quanto dos procedimentos de coordenação do espaço aéreo previstos na ICA 100-40. Dessa forma, ambas as normas atuam de maneira complementar para proporcionar operações mais seguras, coordenadas e compatíveis com a crescente demanda pelo uso do espaço aéreo.

Em conjunto, a ICA 100-40 e o RBAC nº 100 consolidam um modelo regulatório integrado, no qual os aspectos relacionados à aeronave, à operação e ao gerenciamento do espaço aéreo são tratados de forma coordenada. Essa harmonização contribui para ampliar a previsibilidade regulatória, favorecer o desenvolvimento de novas aplicações com UAS e preparar o ambiente normativo brasileiro para tecnologias emergentes, como os sistemas de gerenciamento de tráfego de aeronaves não tripuladas e a mobilidade aérea avançada.

2.5 RESUMO DA LEGISLAÇÃO

Quadro 4 – Resumo Legislação

Órgão Regulador	Norma Principal	O que regulamenta	Sistema utilizado	Principais exigências
Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)	RBAC nº 100	A aeronave e o operador	SISANT/ RAB/COE	Registro do drone, Divisão por Categorias de Operação, Seguro obrigatório
Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA)	ICA 100-40	Uso do espaço aéreo	SARPAS NG	Autorização de voo, restrições de área, coordenação com tráfego aéreo
Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL)	Resolução nº 715, de 23 de outubro de 2019	Comunicação e radiofrequência	Sistema MOSAICO	Homologação do rádio transmissor do drone

Fonte: Autores

2.5.1 Equação da Legislação

Uma equação é uma expressão matemática que representa uma relação de igualdade entre diferentes elementos, podendo envolver números, operações e variáveis. Esse tipo de representação é amplamente utilizado para modelar situações e compreender relações entre diferentes grandezas em diversas áreas do conhecimento, como matemática, física, engenharia e geociências.

De forma semelhante, também é possível representar algumas relações do mundo real por meio de uma equação conceitual. No caso da regulamentação de drones no Brasil, por exemplo, pode-se resumir essa estrutura da seguinte forma:

$$\text{Drone legal no Brasil} = \text{ANATEL} + \text{ANAC} + \text{DECEA} + [\text{MD} + \text{MAPA}]$$

As variáveis da equação:

- A ANATEL é responsável por homologar os equipamentos, regular as frequências de comunicação e certificar os transmissores utilizados nos drones.

- A ANAC estabelece as regras para a operação de sistemas de aeronaves não tripuladas, regulamentando as categorias operacionais, o cadastro e a certificação das aeronaves, os requisitos para operadores e pilotos remotos, o seguro obrigatório quando aplicável e as responsabilidades decorrentes das operações.
- O DECEA define limites de altura de voo, áreas restritas, regras de proximidade com aeroportos e a autorização para realização de missões com drones.
- O Ministério da Defesa (MD) estabelece diretrizes para o uso de drones em operações militares, segurança nacional, controle de tecnologias sensíveis e atividades de aerolevanteamento, além de supervisionar ações estratégicas relacionadas à defesa.
- O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) regulamenta o uso de drones na agricultura, especialmente em atividades como pulverização aérea, monitoramento de lavouras e aplicação de insumos, garantindo o cumprimento das normas de segurança e controle fitossanitário.

Essa expressão indica que, para que a operação de um drone esteja em conformidade com a legislação brasileira, é necessário considerar as normas e exigências de diferentes órgãos responsáveis pela regulamentação, controle e supervisão dessas atividades. Cada instituição possui um papel específico, contribuindo para garantir que o uso de aeronaves não tripuladas ocorra de forma segura, organizada e dentro das regras estabelecidas no país.

2.6 AVALIAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL (ARO)

A Avaliação de Risco Operacional (ARO) tem como objetivo identificar, analisar e reduzir os riscos envolvidos em uma operação específica com aeronaves não tripuladas, garantindo que o voo seja realizado com níveis adequados de segurança, tanto para o espaço aéreo quanto para as pessoas e bens em solo. Esse processo permite avaliar previamente as condições da operação, levando em consideração aspectos como o ambiente de voo, o tipo de missão e os possíveis riscos existentes.

No Brasil, a elaboração da ARO segue as orientações da Instrução Suplementar – IS E94-003, que complementa as diretrizes da RBAC-E nº 94 e estabelece procedimentos e critérios para a análise e gestão de riscos em operações com drones. Dessa forma, a ARO se torna uma ferramenta essencial para garantir que as operações sejam bem planejadas, mais seguras e realizadas em conformidade com a regulamentação aeronáutica vigente.

2.6.1 Matriz de Risco

Ao analisar esse documento, percebe-se que ele deve ser preenchido como parte do processo de avaliação da operação, sendo necessário utilizar a Matriz de Risco, um elemento fundamental dentro da Avaliação de Risco Operacional (ARO). Essa matriz é uma ferramenta utilizada para avaliar e classificar os riscos associados a uma operação com aeronaves não tripuladas, auxiliando na análise das condições em que o voo será realizado.

A Matriz de Risco relaciona dois fatores principais: a probabilidade de ocorrência de um evento e a severidade das possíveis consequências caso ele aconteça. A partir da combinação desses dois elementos, é possível determinar o nível de risco da operação, classificando-o em categorias como risco muito baixo, baixo risco, risco moderado, alto risco e risco extremo. Essa classificação auxilia na tomada de decisões e na definição de medidas de segurança, contribuindo para que a operação seja realizada de forma mais segura e controlada.

Com base nessa análise, o operador pode adotar medidas preventivas e estratégias de mitigação, reduzindo a probabilidade de incidentes durante a operação. Dessa forma, a Matriz de Risco desempenha um papel importante dentro da ARO, contribuindo para que as operações com drones sejam planejadas de maneira mais segura, organizada e em conformidade com as normas da aviação civil.

Quadro 5 – Severidade x Probabilidade

			Severidade				
			Catastrófico	Crítico	Significativo	Pequeno	Insignificante
			A	B	C	D	E
Probabilidade	Frequente	5	5A	5B	5C	5D	5E
	Ocasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
	Remoto	3	3A	3B	3C	3D	3E
	Improvável	2	2A	2B	2C	2D	2E
	Muito improvável	1	1A	1B	1C	1D	1E

Fonte: Instrução Suplementar ANAC

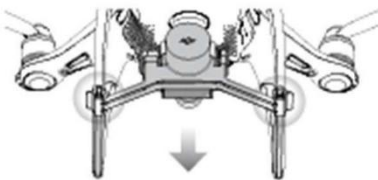
MÓDULO 3 – EQUIPAMENTOS E APLICATIVOS

3.1 PHANTOM 4 PRO/PRO+ SERIES - DRONE

3.1.1 Preparo

Figura 17 – Procedimentos técnicos

1. Remova o grampo do estabilizador da câmera, conforme mostrado a seguir:



*Ao voar no modo ATTI no nível do mar em ambientes calmos, o tempo de voo irá variar devido a diferentes padrões de voo, condições climáticas e altitudes.

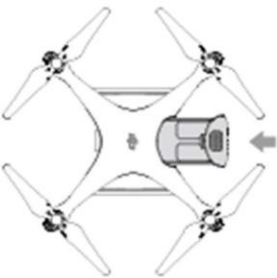
2. Conexão das hélices

Monte as hélices com os anéis pretos nos motores com pontos pretos. Monte as hélices com os anéis prateados nos motores sem pontos pretos. Pressione a hélice na placa de montagem para baixo e gire na direção de travamento até ficar firme.



3. Instalação da bateria

Deslize a bateria para dentro do compartimento da bateria de acordo com a direção da seta mostrada abaixo.

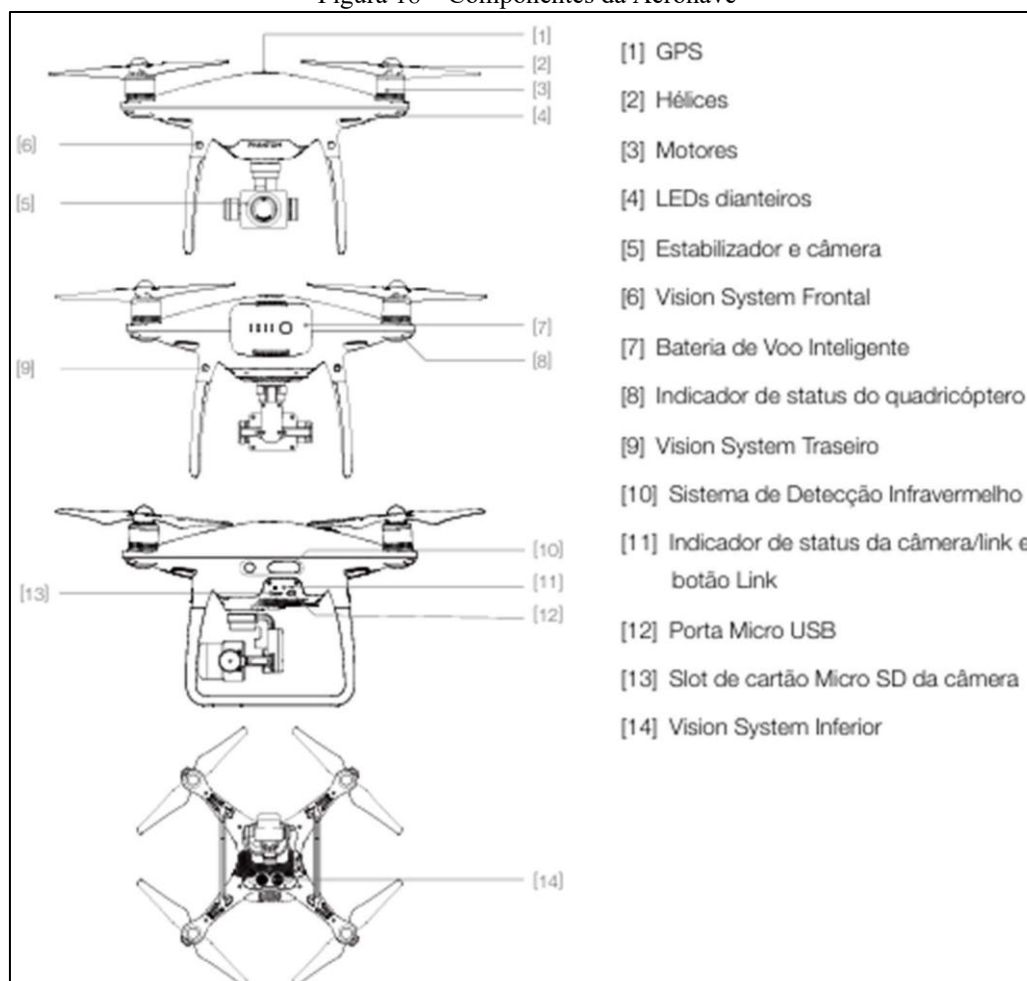


⚠ É necessário ouvir um som de clique, que indica que a bateria está firmemente instalada. Deixar de fazer isso pode afetar a segurança de voo do quadricóptero.

Fonte: Manual de Instruções Phantom 4 Pro Plus Series

3.1.2 Diagrama

Figura 18 – Componentes da Aeronave



Fonte: Manual de Instruções Phantom 4 Pro Plus Series

3.1.3 Modos de voo

- Modo P (Positioning):

No Modo P, o drone utiliza diferentes sistemas de posicionamento para manter estabilidade e controle durante o voo, podendo operar de três formas, dependendo das condições do ambiente e da disponibilidade dos sensores.

No modo GPS, a aeronave utiliza o sinal de GPS em conjunto com os sistemas visuais de posicionamento, permitindo que o drone mantenha sua posição com maior precisão e estabilidade durante a operação.

No modo OPTI, o sistema de posicionamento visual (Vision Positioning) está ativo e funcionando corretamente, geralmente em ambientes com iluminação adequada. Nesse caso, mesmo que o sinal de GPS esteja fraco ou indisponível, o drone consegue manter sua posição utilizando os sensores visuais e o barômetro.

Já no modo ATTI, nem o GPS nem o sistema de posicionamento visual estão disponíveis. Nessas condições, a aeronave passa a utilizar apenas o barômetro para controlar a altitude, sem conseguir manter sua posição horizontal, podendo derivar com a ação do vento.

- Modo S (Sport):

No Modo Sport, o drone continua utilizando GPS para navegação e posicionamento, porém os sistemas visuais de detecção e posicionamento são desativados, permanecendo ativo apenas o sensor inferior de infravermelho.

Nesse modo, a aeronave passa a voar com maior velocidade e maior distância de frenagem, respondendo de forma mais rápida aos comandos do piloto. Como resultado desse desempenho mais elevado, o consumo de bateria também tende a ser maior durante o voo.

O Modo Sport é indicado para capturas aéreas mais dinâmicas e também pode ser útil em situações em que o drone precisa lidar com ventos mais fortes.

- Modo A (Altitude) ou Modo T (Tripod):

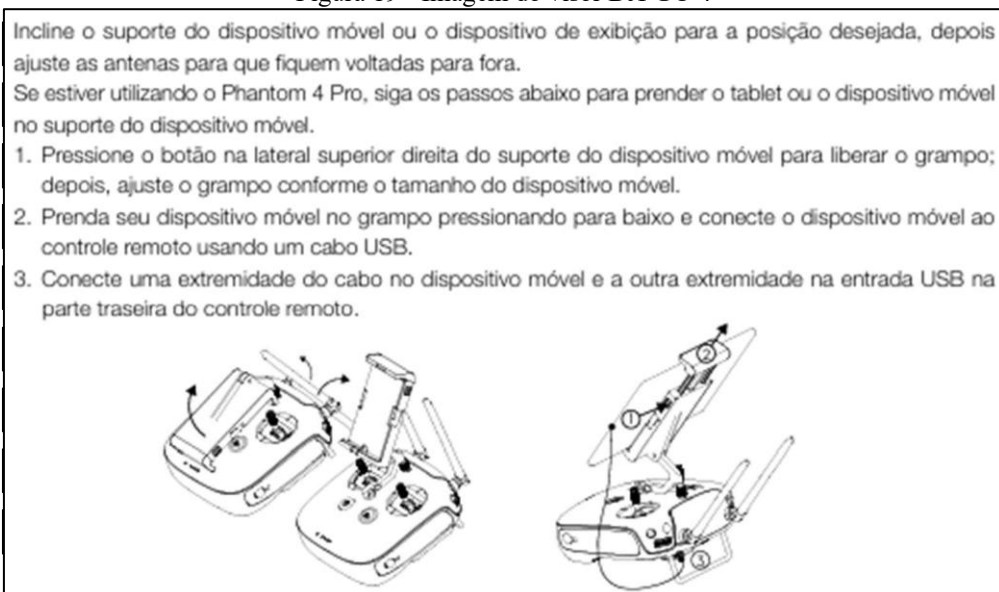
Nesse modo de operação, as funções de voo inteligente não ficam disponíveis. A aeronave continua utilizando GPS para orientação e posicionamento, enquanto os sistemas visuais de detecção e posicionamento permanecem ativos, incluindo os sensores laterais.

Além disso, o drone passa a voar com velocidade reduzida, o que permite realizar movimentos mais suaves, controlados e precisos. Por essa razão, esse modo é especialmente indicado para gravações de vídeo e capturas de imagens que exigem maior estabilidade durante o voo.

3.2 PHANTOM 4 PRO/PRO+ SERIES - CONTROLE REMOTO (RC)

3.2.1 Preparo

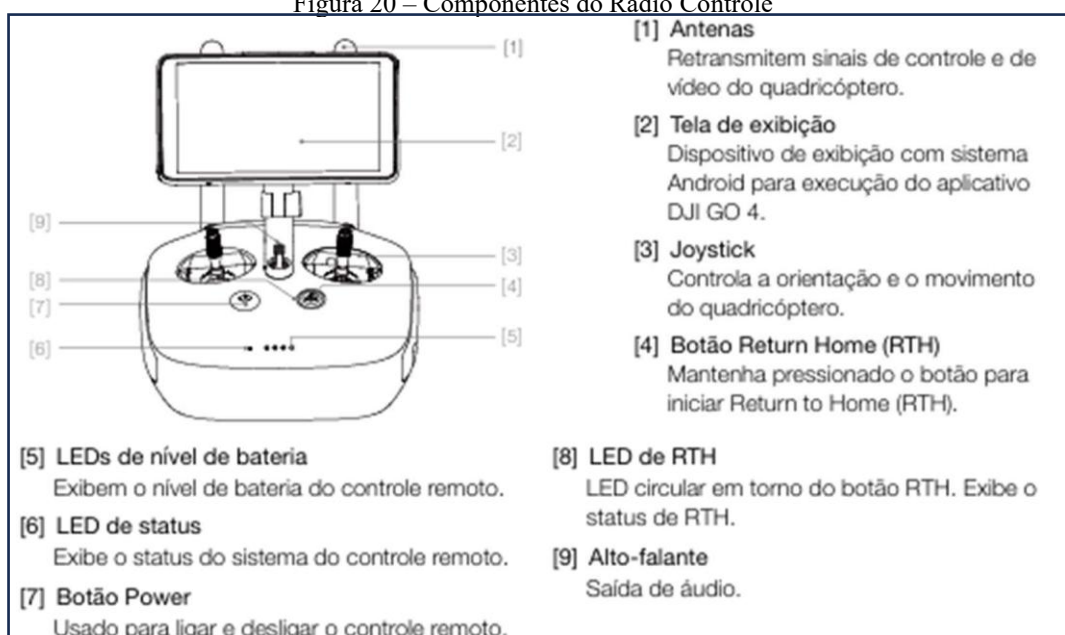
Figura 19 - Imagem do visor DJI GO 4



Fonte: Manual de Instruções Phantom 4 Pro Plus Series

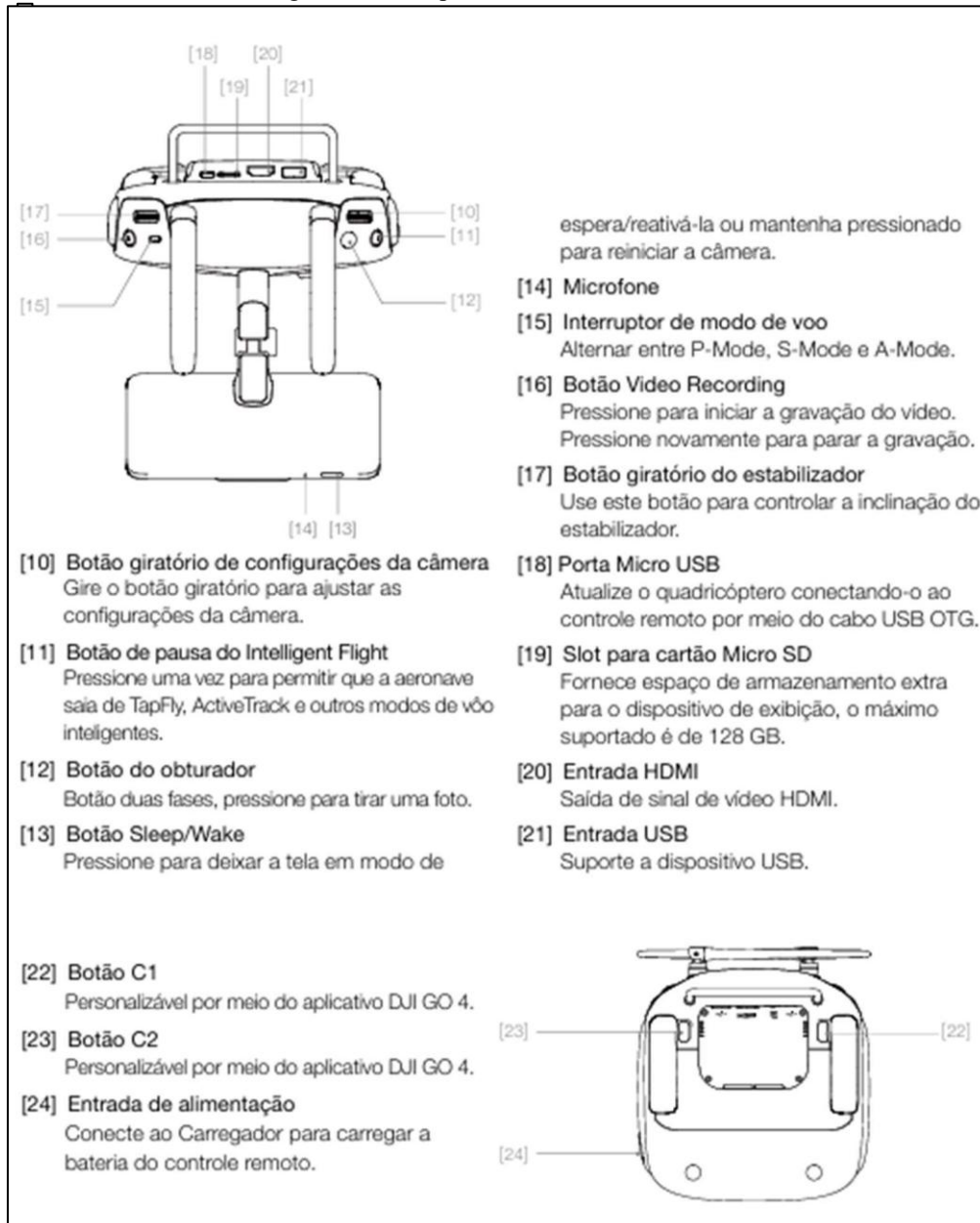
3.2.2 Diagrama

Figura 20 – Componentes do Rádio Controle



Fonte: Manual de Instruções Phantom 4 Pro Plus Series

Figura 21 - Componentes do Rádio Controle

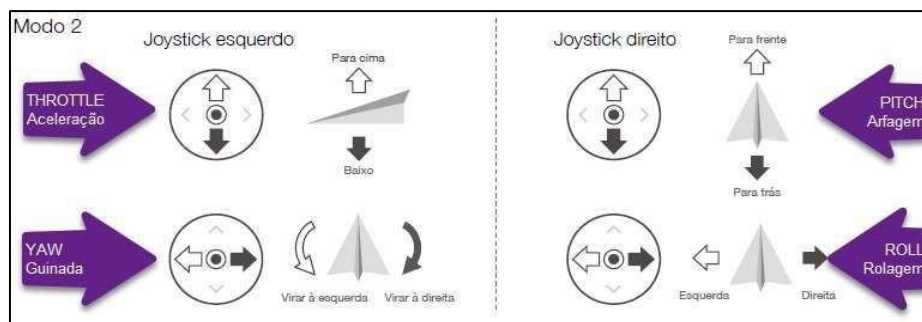


Fonte: Manual de Instruções Phantom 4 Pro Plus Serie

3.2.3 Controle da Aeronave

Figura 22 - Procedimentos Técnicos

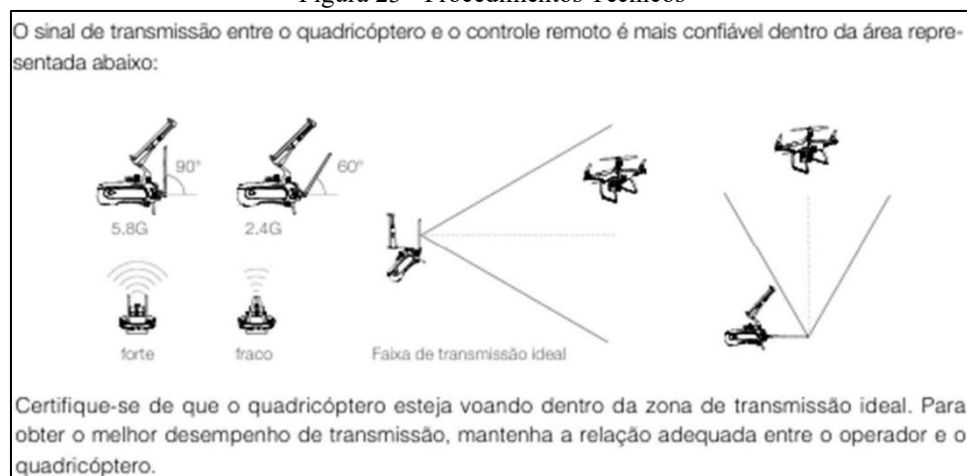
Os pinos de controle controlam a orientação da aeronave (guinada), o movimento para frente/para trás (inclinação), a altitude (aceleração) e o deslocamento para a esquerda/direita (rotação). O modo do pino de controle determina a função de cada movimento do pino de controle. Três modos pré-programados (Modo 1, Modo 2 e Modo 3) estão disponíveis e os modos personalizados podem ser definidos no DJI GO 4. O modo padrão é o Modo 2.



Fonte: Manual de Instruções Phantom 4 Pro Plus Series

3.2.4 Faixa de transmissão ideal

Figura 23 - Procedimentos Técnicos

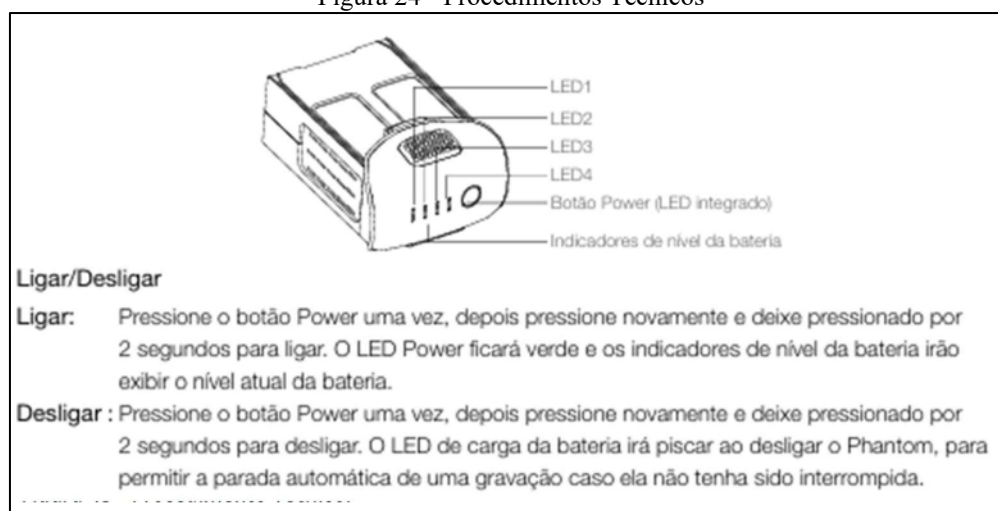


Fonte: Manual de Instruções Phantom 4 Pro Plus Series

3.3 BATERIA

3.3.1 Uso da Bateria

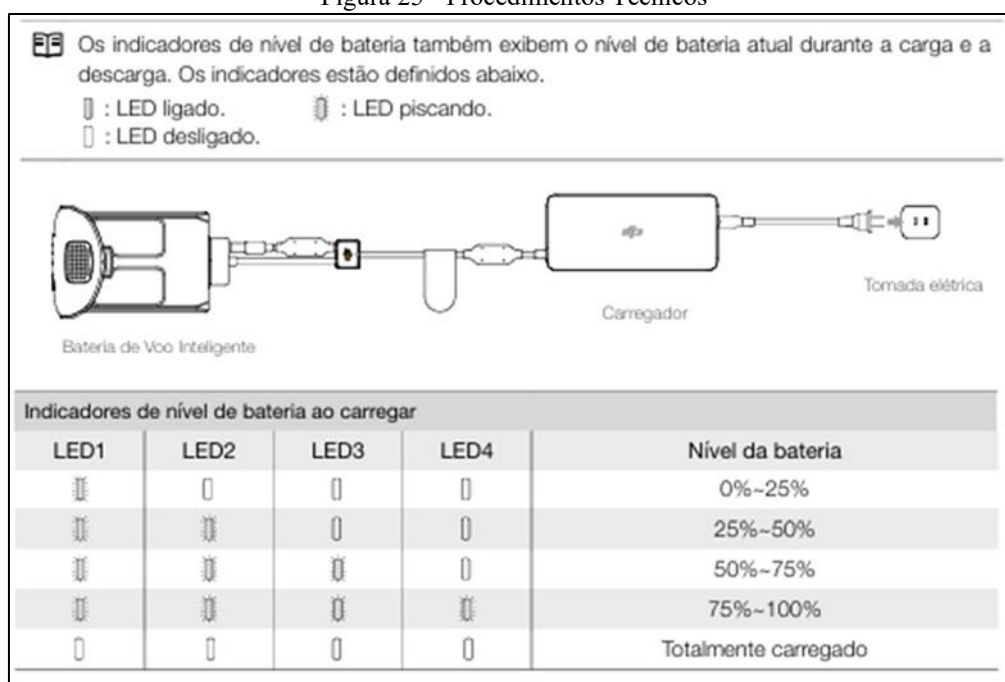
Figura 24 - Procedimentos Técnicos



Fonte: Manual de Instruções Phantom 4 Pro Plus Series

3.3.2 Carga

Figura 25 - Procedimentos Técnicos



Fonte: DGI, 2025

3.4 APLICATIVO

3.4.1 DJI Fly – GO for DJI Drone

- Interface Intuitiva

A interface do aplicativo DJI Fly é projetada de forma intuitiva, com elementos de fácil identificação e navegação. Isso torna a experiência do usuário fluida e acessível, permitindo que até mesmo iniciantes utilizem o aplicativo de forma eficaz.

- Conexão com o Drone

O DJI Fly facilita a conexão entre o dispositivo móvel e a aeronave. Isso é essencial para estabelecer uma comunicação segura e estável entre o controle remoto e o drone. O aplicativo fornece feedback em tempo real sobre o status da bateria e a qualidade do sinal GPS, permitindo ao operador monitorar a condição do drone durante o voo.

- Visualização em Tempo Real

Uma das funcionalidades mais poderosas do DJI Fly é a capacidade de transmitir vídeo ao vivo diretamente da câmera do drone para o dispositivo móvel. Isso oferece ao operador uma visão em tempo real do que está sendo capturado, permitindo um controle preciso da composição das imagens.

- Modos de Voo

O aplicativo DJI Fly oferece uma variedade de modos de voo predefinidos para simplificar as operações. Esses modos incluem funcionalidades como "Piloto Automático" e "Retorno para Casa", que facilitam o controle da aeronave em diferentes cenários e situações.

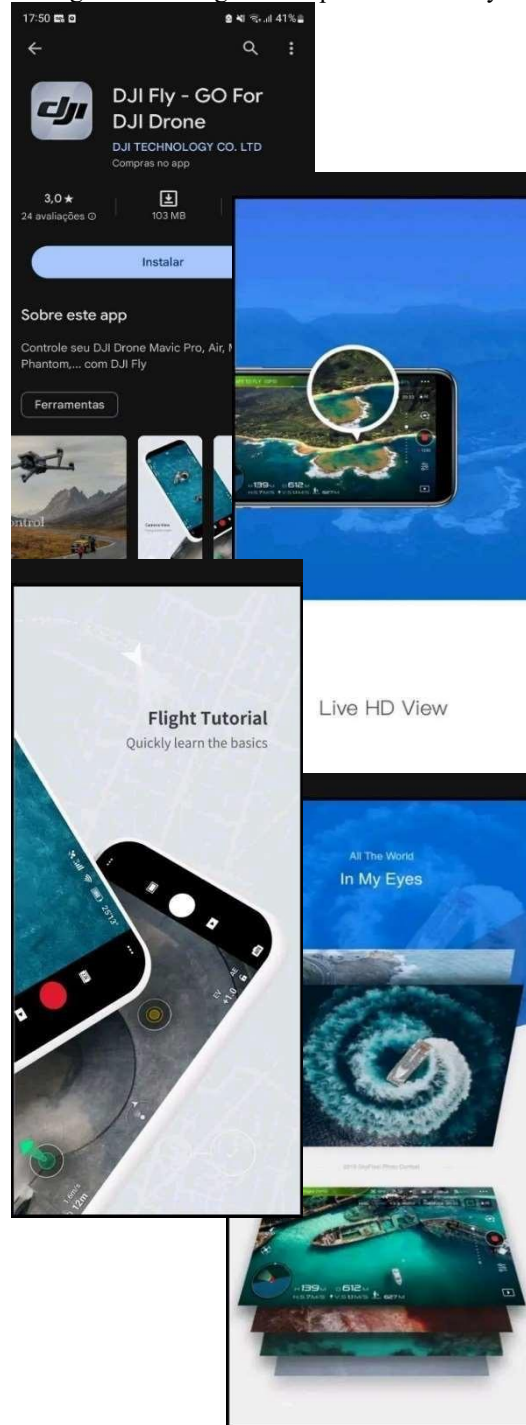
- Controles de Voo Intuitivos

Os controles de voo no DJI Fly são projetados para serem intuitivos e responsivos. Um joystick virtual permite controlar a direção e a altitude do drone de forma precisa. Além disso, o aplicativo apresenta botões dedicados para funções essenciais como decolagem, pouso e retorno.

- Ajustes de Câmera

O DJI Fly oferece controle total sobre as configurações da câmera do drone. Isso inclui ajustes de parâmetros como ISO, velocidade do obturador e resolução de imagem. Esses controles permitem ao operador capturar fotos e vídeos de alta qualidade, adaptando-se às condições de iluminação e preferências criativas.

Figura 26 - Imagem do Aplicativo DJI Fly



Fonte: Autores

- Mapa Integrado

O aplicativo apresenta um mapa integrado que exibe a localização em tempo real do drone. Essa funcionalidade é valiosa para definir rotas de voo, marcar pontos de interesse e manter o controle sobre a posição da aeronave em relação ao ambiente circundante.

- Informações de Voo

O DJI Fly fornece informações vitais sobre o status da aeronave durante o voo. Isso inclui dados como altitude, distância do operador e o nível de carga da bateria. Essas informações são essenciais para manter um monitoramento contínuo das condições de voo e tomar decisões informadas.

- Recursos de Segurança

O DJI Fly possui recursos de segurança que garantem uma operação segura do drone. Isso inclui alertas automáticos de bateria fraca, que notificam o operador quando a carga da bateria atinge níveis críticos. Além disso, em caso de perda de sinal ou interrupção na comunicação, o aplicativo é configurado para acionar automaticamente o retorno da aeronave ao ponto de decolagem, minimizando o risco de situações adversas.

- Galeria de Mídia

O DJI Fly inclui uma galeria integrada para armazenar e gerenciar as fotos e vídeos capturados durante os voos. Essa funcionalidade permite ao operador organizar e revisar facilmente o conteúdo, facilitando o compartilhamento e a edição posterior, se necessário.

- Atualizações de Firmware

O aplicativo DJI Fly mantém o operador informado sobre atualizações de firmware disponíveis para o drone. Essas atualizações são essenciais para garantir o desempenho ótimo da aeronave, bem como a implementação de melhorias de segurança e novos recursos.

CONCLUSÃO: O aplicativo DJI Fly oferece uma experiência completa e robusta para a pilotagem de drones. Com uma interface intuitiva, controles precisos e recursos de segurança avançados, ele se destaca como uma ferramenta essencial para operadores, independentemente do nível de experiência. Ao utilizar o DJI Fly, os pilotos podem maximizar a eficiência, a segurança e a qualidade das operações com seus drones DJI.

MÓDULO 4 – PLANEJAMENTO

O planejamento de um mapeamento com drone inicia-se com a definição da área de interesse e dos produtos finais desejados, como ortomosaicos, modelos digitais de terreno e de superfície. Em seguida, elabora-se o plano de voo, estabelecendo parâmetros críticos como o GSD (resolução espacial), que determinará a altura de voo, além da porcentagem de sobreposição das imagens, velocidade da aeronave e orientação das linhas de voo para a otimização da coleta de dados.

Outra etapa fundamental é a implantação e o levantamento dos Pontos de Apoio (GCPs) e de Verificação (Checkpoints). Esses pontos são materializados em campo e rastreados com equipamentos GNSS de alta precisão, servindo de base para o ajustamento das imagens, aumento da acurácia posicional e validação estatística do georreferenciamento dos produtos gerados.

Outro aspecto essencial nesse processo é a análise das condições meteorológicas, já que fatores como vento, chuva, nebulosidade e intensidade da iluminação solar podem interferir diretamente na qualidade do levantamento. Ventos fortes, por exemplo, podem comprometer a estabilidade do drone durante o voo, enquanto variações de iluminação e presença de nuvens podem afetar a qualidade e a uniformidade das imagens capturadas. Por isso, a avaliação prévia das condições climáticas é uma etapa importante para garantir segurança operacional e qualidade nos dados coletados.

4.1 METEOROLOGIA

Os fenômenos meteorológicos podem significar um risco aos voos de drones quando não observados. Para evitar incidentes (ou acidentes) faz-se necessário conhecê-los e interpretá-los, bem como conhecer o equipamento. Para conhecer o equipamento é fundamental a leitura de seu Manual. Nele estará especificado, por exemplo, o GNSS, a faixa de temperatura operacional, a resistência máxima à velocidade do vento, seu Índice de Proteção (IP), entre outros. Em relação aos fenômenos meteorológicos, há diversos aplicativos utilizados atualmente dedicados a esse assunto. O mais difundido entre os pilotos de drones é o UAV Forecast.

4.1.1 Aplicativos UAV Forecast e/ou Dronecast

Na tela inicial (Condições) o UAV Forecast já apresenta um resumo sobre as condições meteorológicas, bem como, uma sinalização clara se as condições estão ou não propícias ao voo “naquela localidade”. A segunda tela (Previsão) mostra os mesmos dados da primeira, porém, projetados para as próximas 24 horas (na versão gratuita). A terceira tela (Perfil Vento) apresenta a velocidade estimada do vento, das rajadas e da temperatura por faixa de altitudes. A quarta tela (Mapas) exhibe as NFZs (No Fly Zones) nos arredores da localidade configurada.

4.2 NO FLY ZONE

Recentemente a DJI atualizou o sistema No Fly Zone e isso muda a forma como o mapa aparece para os pilotos no Brasil. A partir das novas atualizações, zonas que antes apareciam como restrições rígidas estão sendo convertidas em “zonas de advertência”. Na prática, isso significa mais autonomia no aplicativo e maior responsabilidade do piloto em avaliar a área em zonas de alto risco a segurança como aeroportos, helipontos, instalações militares, penitenciárias, fronteiras, entre outras. Assim sendo, o aplicativo não vai mais impedir o drone de decolar em áreas que antes bloqueavam voos, o que era impensável há poucos anos.

Vale ressaltar que as restrições de espaço aéreo continuam, bem como o piloto continua responsável por obedecer a regulamentos, pedir autorizações quando necessário e garantir a segurança do voo, conforme diretrizes da ANAC.

4.3 PARÂMETROS OPERACIONAIS E DE PLANEJAMENTO DE MISSÕES FOTOGRAMÉTRICAS COM ARP

4.3.1 Dinâmica do Relevo: Obstáculos, Altura e Altitude

Para um planejamento rigoroso, é fundamental distinguir os conceitos de altura e altitude. A altura (AGL - Above Ground Level) refere-se à distância vertical entre o drone e o ponto diretamente abaixo dele no terreno, sendo o parâmetro que define a resolução espacial (GSD). Já a altitude (AMSL - Above Mean Sea Level) representa a distância vertical em relação ao nível médio do mar. Compreender essa diferença é vital tanto para a segurança de voo em terrenos acidentados quanto para a correta integração dos dados com modelos geoidais e elipsoidais durante o processamento.

A análise detalhada da área de estudo é crucial para a segurança da operação, exigindo a identificação minuciosa de obstáculos como vegetação densa, edificações e o

fluxo de pessoas. Ferramentas como o Google Earth Pro são aliadas essenciais nessa etapa, permitindo a análise do relevo por meio de perfis longitudinais. Essa avaliação prévia possibilita a definição de uma altitude de segurança adequada, garantindo que o plano de voo mantenha margem de separação em relação ao ponto mais elevado da superfície, mitigando riscos de colisão.

4.3.2 Autonomia de bateria

Embora o planejamento cartográfico seja o pilar principal da missão, ele se torna inútil sem uma estratégia logística sólida para a gestão da energia. É comum que operadores iniciantes ignorem o cálculo de tempo de voo, enfrentando surpresas desagradáveis em campo que poderiam ser evitadas com simples questionamentos prévios: qual a autonomia real das minhas baterias sob as condições locais? A quantidade de baterias que eu tenho é suficiente para cobrir toda a área de estudo ou haverá necessidade de recargas em campo? Antecipar o planejamento logístico é o que define o perfil do profissional de geotecnologias, garantindo que o projeto não sofra com retrabalhos ou dados inconsistentes, problemas comuns em voos que não seguem um rigor técnico.

Ao analisar a autonomia, deve-se considerar que os 20 a 30 minutos de voo geralmente informados pelos fabricantes referem-se a cenários ideais e controlados. Na prática do dia a dia, essa autonomia nominal raramente se sustenta devido à variação do ambiente e ao esforço da aeronave. O vento é o principal fator de interferência: enquanto um vento a favor pode ajudar no deslocamento, o vento contra exige que os motores aumentem sua rotação para vencer a resistência do ar e manter a velocidade, consumindo muito mais carga para cumprir a mesma linha de voo.

Por essas razões, um planejamento rigoroso nunca utiliza a capacidade total da bateria para a captura de imagens. É fundamental adotar uma margem de segurança, reservando cerca de 30% da carga para os procedimentos de retorno ao ponto de decolagem (Return to Home) e pouso. Essa reserva não apenas protege o drone contra variações inesperadas na velocidade do vento, mas também preserva a vida útil da bateria, evitando que ela descarregue totalmente, o que estraga o equipamento a longo prazo. No fim das contas, o planejamento das baterias afeta diretamente a produtividade e a satisfação do cliente. O mapeamento de áreas extensas com um número insuficiente de baterias prolonga excessivamente a operação, o que pode causar variações na iluminação e sombras inconsistentes entre as imagens. Assim, dominar a logística de autonomia é fundamental

para assegurar que a qualidade visual do produto final acompanhe o rigor do seu georreferenciamento.

4.3.3 GSD

Antes de compreendermos o conceito de GSD (Ground Sample Distance), precisamos definir o Pixel (do inglês Picture Element): a menor unidade de uma imagem digital. É dentro de cada pixel que são armazenados os valores numéricos que, em conjunto, compõem a imagem que enxergamos.

O GSD, por sua vez, é a tradução literal da 'Distância de Amostra do Solo'. Na prática, ele representa o tamanho que o pixel da imagem ocupa no terreno, geralmente medido em centímetros. O ponto crucial aqui é a relação inversa: quanto menor o número do GSD, maior será a resolução espacial da imagem e, conseqüentemente, melhor será a definição dos objetos mapeados.

Na rotina profissional, o GSD é o parâmetro que define o que será visível. Por exemplo, se um cliente solicita um ortomosaico com resolução de 2,5 cm, o planejamento de voo deve ser estruturado para atingir esse GSD. Contudo, nem sempre as condições locais permitem a entrega exata do solicitado; por isso, realizar estudos prévios da área é vital para validar a viabilidade técnica da missão.

Retornando ao pilar do Planejamento, o GSD atua como o marco decisivo entre uma operação de sucesso e uma falha técnica. Definir esse valor exige um conhecimento detalhado da área, análise de relevo, cálculo da autonomia das baterias e monitoramento das condições climáticas. Embora existam diversas variáveis em jogo, um planejamento rigoroso garante que esses fatores não se tornem imprevistos, mas sim etapas controladas do processo.

4.4 PROBLEMAS RECORRENTES

4.4.1 Compass Error

Erro de calibração da bússola provocado por interferência eletromagnética. O próprio aplicativo – DJI Fly / DJI Go 4 – orienta a resolução do problema.

4.4.2 IMU Calibration Error

IMU (Inertial Measurement Unit) - A Unidade de Medida de Inércia é responsável pelo controle de 4 componentes que podem influenciar diretamente no resultado do voo da aeronave:

- Acelerômetro: Responsável pelo controle da aceleração dos motores,
- Barômetro: Responsável pelo controle da altura.
- Giroscópio: Responsável pelo controle de estabilidade.
- Termômetro: Responsável pelo controle de temperatura.

A calibração da IMU pode resolver problemas relacionados a esses sensores.

4.4.3 Perda de Sinal do Vídeo

Normalmente ocasionado por interposição de um objeto entre o drone e o RC, como um prédio, uma montanha, ou podendo ser uma grande distância entre o drone e o RC. Quando isso ocorre não há necessidade de pânico pois a aeronave ainda estará sob o comando do operador e poderá ser conduzida de volta através do RTH (Return to Home) ou dos dados da telemetria.

4.4.4 Perda de Sinal do Rádio

Normalmente ocasionado por interposição de um objeto entre o drone e o RC, como um prédio, uma montanha, ou podendo ser uma grande distância entre o drone e o RC. Uma alternativa para tentar resolver o problema é reposicionar o RC na busca por uma melhor qualidade de sinal. Nesse caso a aeronave sai do controle do operador e após fazer voo estacionário por um determinado tempo, o RTH é acionado de forma automática.

4.4.5 Sensores Error – DJI Assistant 2

Erro de calibração dos sensores (ou sistemas visuais). A calibração deve ser feita pelo aplicativo DJI Assistant 2.

4.5 CHECKLIST DO VOO (APÊNDICE C)

Um checklist é uma lista organizada de verificações utilizada para garantir que todos os procedimentos necessários sejam realizados antes, durante ou após uma determinada atividade. Seu principal objetivo é reduzir a possibilidade de falhas, padronizar as etapas do processo e aumentar a segurança durante a execução das operações. Ao final deste e-book, será apresentado um modelo de checklist para auxiliar na preparação e execução do voo.

MÓDULO 5 – PRÁTICA DE PILOTAGEM

5.1 SEGURANÇA

- Mantenha sempre contato visual com a aeronave durante o voo.
- Evite voar sobre multidões, áreas urbanas densas e propriedades privadas sem permissão.
- Mantenha uma distância segura de aeroportos, helipontos e outras zonas restritas.
- Evite voar em condições meteorológicas adversas, como ventos fortes, chuva intensa e neblina.
- Certifique-se de que a bateria do drone e do controle remoto esteja adequadamente carregada antes do voo.
- Verifique se não há danos visíveis no drone e nas hélices antes de cada voo.
- Esteja ciente das leis e regulamentações locais relacionadas à operação de drones.

5.2 PILOTAGEM – CONTROLE

- Familiarize-se com os controles do drone, incluindo os comandos de subida, descida, rotação e movimentação lateral.
- Pratique voos em áreas abertas e livres de obstáculos antes de se aventurar em ambientes mais complexos.
- Mantenha uma atitude calma e controlada ao operar uma aeronave, evitando movimentos bruscos ou repentinos.
- Ajuste as configurações de sensibilidade do controle de acordo com sua preferência e nível de habilidade.
- Esteja ciente da orientação da aeronave (frente, trás, esquerda, direita) para evitar desorientação durante o voo.

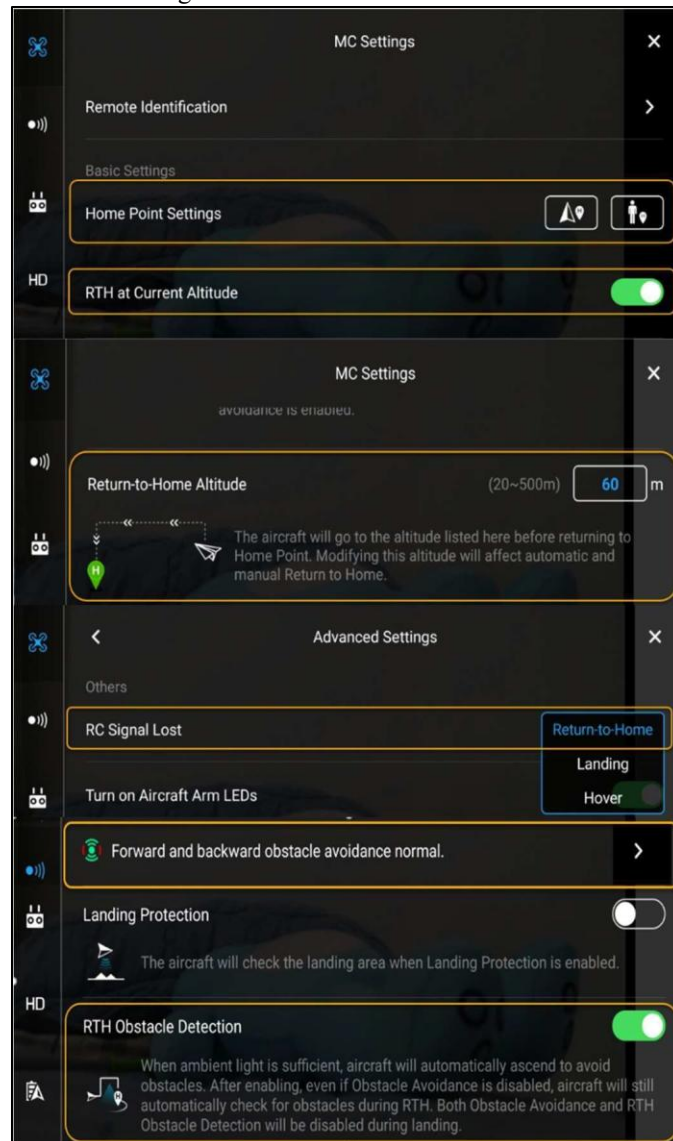
5.3 RETURN TO HOME (RTH)

5.3.1 RTH – O que é?

Sigla de origem inglesa, Return To Home (RTH). É a possibilidade de voluntária ou involuntariamente, trazer o drone de volta para o ponto de origem (Home Point) em situações adversas.

5.3.2 RTH Configuração

Figura 27 - Procedimentos Técnicos



Fonte: Autores

5.3.3 RTH – Premissas para o Return to Home

- Forte sinal de GPS
- Ponto de origem (Home Point) devidamente registrado antes da decolagem.

Figura 28 – RTH



Fonte: Autores

5.3.4 Tipos de Return to Home

- SMART RTH – Acionado de forma voluntária pelo piloto por algum motivo específico.
- RTH COM BATERIA FRACA – Acionado automaticamente quando a carga de bateria atinge um nível crítico.
- FAILSAFE RTH – Acionado automaticamente quando o sinal com o Controle Remoto (RC) é perdido.

5.3.5 RTH – Acionamento Voluntário

- Toque no ícone de RTH no DJI Go 4.
- Pressionando e segurando o botão RTH no RC.

5.3.6 Cancelamento

- Toque no X no DJI Go 4 (cancela).
- Pressionando o botão Flight Pause no RC (pausa).

5.3.7 Conclusões

- Familiarize-se com a função RTH no seu drone e configure corretamente a altura de retorno e a localização do ponto de decolagem.
- Teste a função RTH em um ambiente seguro para garantir que a aeronave retorne corretamente ao ponto de partida.
- A utilização da função RTH em emergências, como perda de sinal ou bateria fraca.
- Mantenha-se atento durante o processo de retorno automático e esteja preparado para assumir o controle manual, se necessário.

MÓDULO 6 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS DO MAPEAMENTO COM DRONES

O mapeamento com drones está apoiado em três áreas fundamentais da Engenharia Cartográfica: Fotogrametria e Sensoriamento Remoto, Topografia e Geodésia, e Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Cada uma dessas áreas fornece fundamentos teóricos e operacionais essenciais para a produção de produtos cartográficos confiáveis e com alto nível de precisão.

A fotogrametria dedica-se à obtenção de informações métricas e temáticas a partir de imagens, permitindo extrair medidas e características do terreno, conforme destacado por Karl Kraus (2004). Já o sensoriamento remoto amplia essa capacidade de análise ao permitir a coleta de informações do espectro eletromagnético sem contato direto com a superfície, possibilitando diversas aplicações, especialmente em estudos ambientais e de uso da terra, como apresentado por John R. Jensen (2007).

A topografia e a geodésia, por sua vez, são responsáveis pela determinação precisa das posições e da forma do relevo, garantindo o correto posicionamento geoespacial dos dados coletados. Segundo João Francisco Galera Monico (2008), o uso de sistemas GNSS com correções diferenciais, como a técnica RTK, tem contribuído significativamente para o aumento da precisão nas aplicações geoespaciais. Por fim, os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) possibilitam o processamento, análise e visualização integrada das informações espaciais, permitindo transformar os dados coletados em produtos úteis para tomada de decisão. De acordo com Gilberto Câmara e Antônio Miguel Vieira Monteiro (2003), os SIGs têm ampla aplicação em áreas como planejamento urbano, gestão de recursos naturais, agricultura de precisão e engenharia.

6.1 AEROFOTOGRAMETRIA COM DRONES

O uso de drones revolucionou a cartografia, tornando os processos de mapeamento mais rápidos, economicamente viáveis e mantendo o padrão de precisão. No entanto, por trás das imagens aéreas há um conjunto robusto de técnicas baseadas na fotogrametria e no sensoriamento remoto, que sustentam a geração de produtos cartográficos confiáveis. A cartografia moderna integra princípios clássicos de representação do espaço com métodos computacionais. A fotogrametria digital é essencial nesse processo, pois permite extrair informações métricas e temáticas a partir de imagens com sobreposição, possibilitando a

criação de modelos tridimensionais e ortoimagens. Já o sensoriamento remoto complementa essa análise, oferecendo dados espectrais úteis para casos que são necessários a interpretação detalhada do terreno e de seus elementos.

O fluxo de trabalho, amplamente automatizado em ferramentas como o Agisoft Metashape, inicia-se com as orientações interior e exterior da câmera, seguidas da fototriangulação. Isso resulta na geração de nuvens de pontos e modelos digitais de terreno (MDT) e de superfície (MDS), além de ortomosaicos georreferenciados. Drones equipados com sensores RGB, multiespectrais ou LIDAR ampliam ainda mais o potencial analítico, permitindo a criação de produtos como mapas de uso do solo, curvas de nível e modelos 3D. A qualidade final depende de fatores como GSD, precisão do GNSS/RTK, planejamento de voo e uso de pontos de controle (GCPs). Dominar esses conceitos é essencial para transformar imagens em produtos cartográficos técnicos, consolidando a atuação profissional na engenharia de precisão com drones.

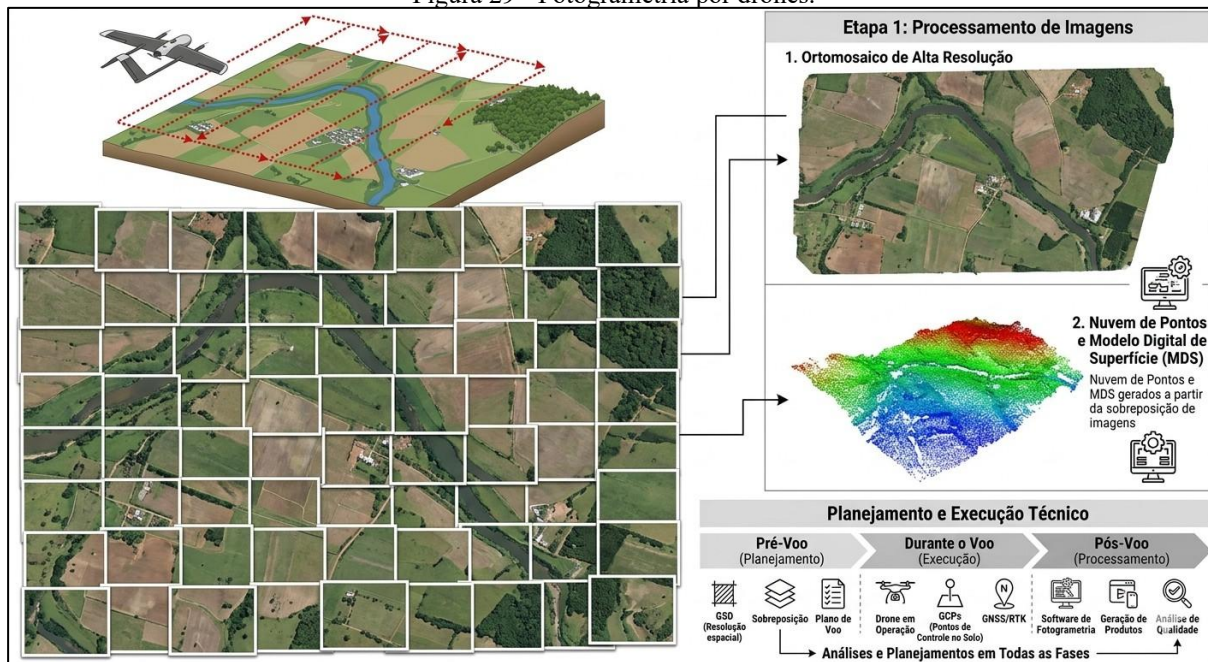
Nessa etapa será apresentado como é feito o uso de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) nos campos da Aerofotogrametria e de Sensoriamento Remoto. Vale ressaltar que não vai ser discutido a fundo esses conceitos.

De acordo com a Internacional Society for Photogrammetry Remote Sensing (ISPRS), a fotogrametria é a derivação de medidas precisas e confiáveis a partir de fotografias;. O sensoriamento remoto refere-se à aquisição de informações sobre um objeto por meio de um dispositivo que não mantém contato direto com o mesmo.

Nessas áreas do conhecimento, destaca-se notavelmente a evolução, tanto em termos do aumento de resolução quanto da significativa miniaturização de sensores para a obtenção de imagens em diversas bandas do espectro eletromagnético. Tais inovações têm impulsionado o desenvolvimento de numerosas aplicações, onde as imagens digitais são a matéria-prima, sobretudo para a aplicação de algoritmos de Processamento Digital de Imagens (PDI) e Visão Computacional (VC).

O uso de ARP para projetos de pequeno e até mesmo médio porte pode ser uma solução menos custosa em relação a Fotogrametria consolidada (Aeronave de grande porte com uma câmera métrica embarcada). Dito isso, a solução com fotogrametria por drones veio para minimizar custo e tempo. O que poderá ficar caro na equação é que essas Aeronaves vão trazer uma gama enorme de fotografias para serem processadas e com isso, é preciso de computador mais robusto e de Softwares adequados para o trabalho ser executado. Mas, é notório que o custo da fotogrametria por drones é mais rentável para empresa/instituição.

Figura 29 - Fotogrametria por drones.



Fonte: Os autores.

A figura 29 demonstra que a grande quantidade de dados obtidos (representada pelo mosaico de fotos brutas à esquerda) é apenas o ponto de partida. O sucesso métrico da operação depende de análises e planejamentos técnicos que ocorrem em todas as etapas: no pré-voo (planejamento de GSD e sobreposição), durante a execução (monitoramento e uso de apoio terrestre/GCPs) e no pós-voo (processamento). Sem esse rigor técnico, as imagens isoladas não se transformariam nos produtos cartográficos de alta precisão (Ortomosaico e MDS) mostrados à direita da imagem.

O uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) em projetos de pequeno e médio porte pode representar uma alternativa mais econômica quando comparado à fotogrametria tradicional, que geralmente envolve aeronaves de grande porte equipadas com câmeras métricas. Nesse contexto, a fotogrametria realizada com drones surge como uma solução capaz de reduzir custos operacionais e otimizar o tempo de execução dos levantamentos.

Por outro lado, esse tipo de operação também gera grande volume de imagens, o que exige computadores com maior capacidade de processamento e softwares especializados para o tratamento adequado dos dados. Mesmo considerando essa demanda tecnológica, a fotogrametria com drones ainda se apresenta como uma solução mais acessível e eficiente, tornando-se uma alternativa economicamente vantajosa para empresas e instituições que necessitam realizar levantamentos aerofotogramétricos.

A Figura 29 evidencia de forma mais clara a grande quantidade de dados que pode ser obtida em um voo fotogramétrico. No entanto, é importante destacar que o processo não se resume apenas à realização do voo. Antes, durante e depois da operação, é necessário realizar análises e planejamentos técnicos.

Entre esses pontos, é fundamental considerar as características do terreno onde o levantamento será realizado, definir a resolução espacial desejada para o produto final e avaliar se o equipamento utilizado possui capacidade adequada para atender às exigências do trabalho. Esses cuidados são essenciais para garantir a qualidade e a precisão dos resultados obtidos no mapeamento.

6.2 DRONES E SEUS SENSORES

No mercado de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA), existe uma grande variedade de equipamentos e sensores, utilizados conforme a necessidade de cada operação. A empresa DJI destaca-se no setor, possuindo modelos amplamente utilizados como o Phantom 4 e o Matrice 300 RTK.

Figura 30 – Imagem a esquerda: Phantom 4; Imagem a direita Matrice 300 RTK



Fonte: Autores

O Phantom 4 é bastante difundido entre empresas, possui operação relativamente simples e conta com sensor óptico, sendo adequado para aplicações de fotogrametria.

Já o Matrice 300 RTK é uma plataforma mais robusta, indicada para operações mais complexas, permitindo o uso de diferentes sensores embarcados, como câmeras térmicas, multiespectrais e sensores LiDAR, além de possuir sistema RTK, que garante maior precisão nos dados coletados.

6.3 PRODUTOS

A correta execução do plano de voo, somada ao processamento rigoroso no Agisoft Metashape e todos os procedimentos abordados realizados, culmina na geração dos produtos cartográficos que dão inteligência ao projeto. Mais do que simples imagens, esses arquivos são a base para tomadas de decisão precisas:

Nuvem de Pontos Densificada: A fundação 3D do levantamento, contendo milhões de pontos com coordenadas (X, Y, Z) que permitem medições volumétricas detalhadas.

Ortomosaico: Uma imagem métrica, georreferenciada e livre de distorções, essencial para análises planimétricas e medições de área.

Modelo Digital de Elevação (MDE): A representação fiel da superfície capturada, incluindo todos os elementos acima do solo.

Modelo Digital de Terreno (MDT): O resultado da filtragem de pontos, revelando a topografia real do solo ao remover vegetação e estruturas.

Curvas de Nível: A representação vetorial da altimetria, derivada diretamente dos modelos digitais para facilitar a leitura do relevo.

Figura 31 – Ortomosaico da UERJ gerado pelo software Agisoft Metashape



Fonte: Autores

REFERÊNCIAS

AGISOFT METASHAPE. Agisoft Metashape User Manual. Disponível em: https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_2_0_en.pdf. Acesso em: 17 fev. 2025.

ANAC. REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL, RBAC-E Nº 94, EMENDA Nº 03. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbace-94>. Acesso em: 17 fev. 2025.

ANAC. REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL, RBAC Nº 100, EMENDA Nº 00. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-100>. Acesso em: 08 jul. 2026.

DECEA. AERONAVES NÃO TRIPULADAS E O ACESSO AO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-40>. Acesso em: 01 jul. 2026.

DECEA. AERONAVES NÃO TRIPULADAS PARA USO RECREATIVO – AEROMODELOS. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-56-2>. Acesso em: 20 fev. 2025.

DECEA. ICA 100-40. 2025. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ica-100-40>. Acesso em: 01 de fevereiro 2025.

DECEA. MCA 56-2. 2025. Disponível em: <https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/mca-56-2>. Acesso em: 01 de fevereiro 2025.

DECEA. Manual de Boas Práticas Para Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA/RPAS). Disponível em: <https://www.decea.mil.br/>. Acesso em: 18 fev. 2025.

DECEA. Sistema para solicitação de acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Não Tripuladas. Disponível em: <https://servicos.decea.mil.br/sarpas/>. Acesso em: 19 jan. 2025.

DJI. DJI Fly App User Guide. Disponível em: <https://www.dji.com/br>. Acesso em: 20 jan. 2025.

DJI. Safety Guidelines. Disponível em: <https://www.dji.com/br>. Acesso em: 26 jan. 2025. DJI. User Manual. Disponível em: <https://www.dji.com/br>. Acesso em: 26 jan. 2025.

PAJARES, G. Overview and current status of remote sensing applications based on unmanned aerial vehicles (uavs). *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, v. 81, n. 4, p. 281–330, 2015.

TANG, L.; SHAO, G. Drone remote sensing for forestry research and practices. *Journal of Forestry Research*, Springer, v. 26, p. 791–797, 2015.

UAV FORECAST. UAV FORECAST. Disponível em: <https://www.uavforecast.com/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

MÔNICO, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: Descrição, Fundamentos e Aplicações. 2. ed. Brasília: Editora UnB, 2008. Acesso em: 5 agosto 2025.

CÂMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antonio Miguel. Fundamentos de Sistemas de Informação Geográfica. 2. ed. São José dos Campos: INPE, 2003. Acesso em: 5 agosto 2025.

KRAUS, Karl. Fotogrametria: Fundamentos e Aplicações. Tradução e adaptação: Daniel Fonseca. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. Acesso em: 5 agosto 2025.

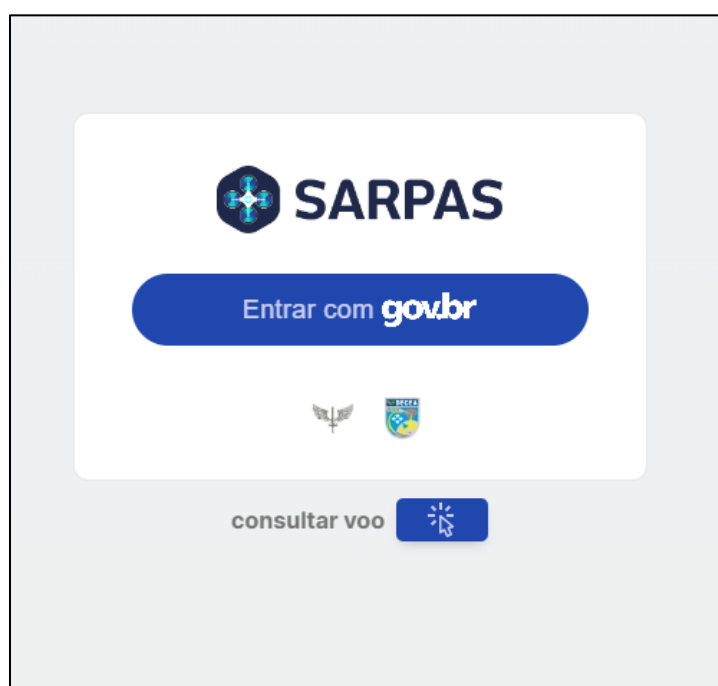
SANTOS, Ney Anderson Guimarães dos. A contribuição do emprego dos drones na Guerra ao Terror para uma revolução militar: a caçada humana no Paquistão e suas consequências. 2020. Dissertação (Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/egn/sites/www.marinha.mil.br/egn/files/CEMOS_022_MONO_CC_FN_NEY%20ANDERSON_0.pdf. Acesso em: 30 set. 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE A : PASSO A PASSO PARA A SOLICITAÇÃO DE VOO NO SISTEMA SARPAS NG – DECEA

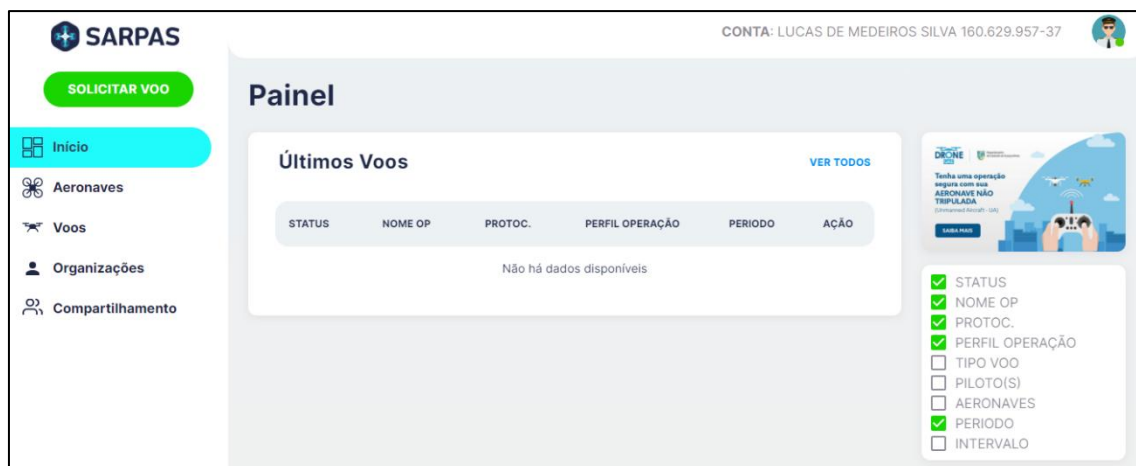
Neste conteúdo será apresentado o *Passo a Passo* de como vai ser feito a ***Solicitação de Voo*** no Sistema SARPAS NG – DECEA.

Primeiro Passo: Em um buscador, escreva SARPAS NG, clicando no primeiro link será direcionado a Homepage do Sistema SARPAS NG. Ilustração na figura abaixo.



Segundo Passo: Para acessar o Sistema é preciso ter uma conta cadastrada no GOV.BR, sendo esse o único meio de acesso.

Terceiro Passo: Dentro do Sistema terá Layout onde será ilustrado na figura abaixo e assim vamos entender um pouco o que são todos os Menu.



- **Solicitar Voo:** Objetivo desse Passo a Passo, mas falaremos depois sobre esse Menu.
- **Início:** Menu que indica os Voos feitos pelo usuário.
- **Aeronaves:** Neste Menu será apresentado as suas aeronaves ou as aeronaves que foram compartilhadas com você. Lembrando que se não tive nenhuma aeronave nesse Menu, não vai conseguir pedir autorização de Voo! Até porque não tem lógica pedir autorização do espaço aéreo para uma aeronave que não se existe no sistema. Vale ressaltar que toda aeronave adquirida precisa estar com os seus devidos documentos em dia e registrado nos órgãos reguladores.
- **Voos:** Área que indica os Status de todas Solicitações de Voo pedido pelo dono da conta.
- **Organizações:** Local criado para um melhor acesso e compartilhamentos de empresas com as suas aeronaves.
- **Compartilhamento:** Menu que mostra a quantidade de aeronaves Compartilhadas e os Compartilhamentos Pendentes.

Quarto Passo: Solicitação de Voo. Ao clicar no botão de “Solicitação de Voo” vai abrir uma caixa onde vai ter 3 pontos: 01 – Dados Básicos do Voo; 02 – Localização; 03 – Resumo.

Quinto Passo: 01 – Dados Básico do Voo

1. Marque o RPA que será usado na Missão.
2. Qual é o Perfil de Operação? Esse item é um dos mais importantes na solicitação. Ao clicar no “Perfil de Operação” vai abrir uma caixa contendo: Padrão, Recreativo,

Entorno da Estrutura, Atípico, Aeroagrícola e Aerolevantamento. Marque a operação que será executada.

Padrão: Operações com finalidades profissionais, comerciais, corporativas, experimentais, dentre outras.

Recreativo: Operações com finalidades apenas recreativas em Zonas Urbanas ou Rurais.

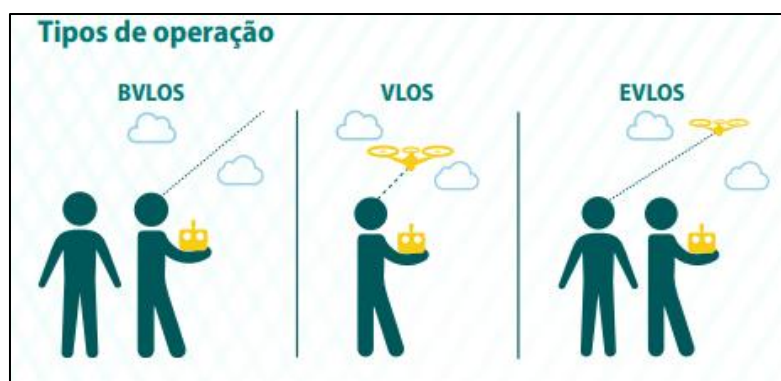
Entorno da Estrutura: Para voos realizados em torno de qualquer estrutura ou obstáculo, quer seja artificial ou natural, limitado verticalmente a 5 m (cinco metros) acima da altura da estrutura ou do obstáculo e afastado horizontalmente até 30 m (trinta metros) deste.

Aerolevantamento e Aeroagrícola: Perfis para operações específicas que requerem o registro do interessado junto ao Ministério da Defesa (MD)/Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), devendo-se observar os critérios para coberturas de áreas que necessitam da Autorização de Aerolevantamento Fase Especial (AAFA), nos termos da legislação em vigor daquele Órgão regulador.

Operações Especiais (Atípico): Voos realizados em proveito dos Órgãos vinculados às operações aéreas consideradas Especiais atualmente contempladas pelas MCA 56-1, 56-3 e 56-4.

Esses diferentes perfis são para o RPA com prefixo PP (Profissional), quando tiver o prefixo PR (Recreativo) é somente marcar a opção Recreativo.

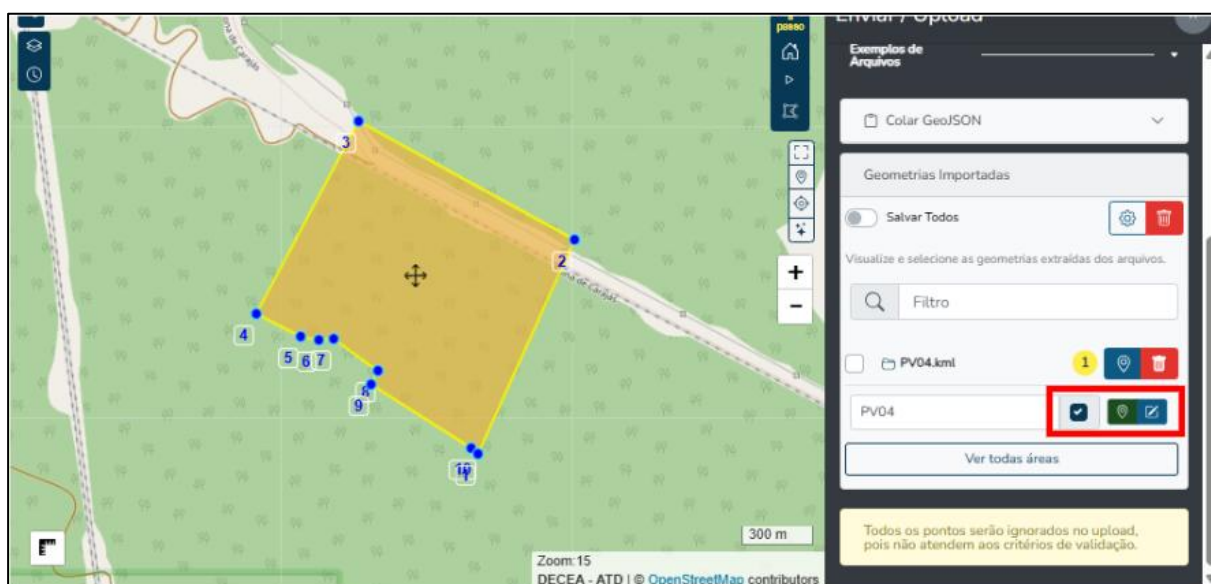
3. É preciso colocar um nome na Missão, ou seja, dê o nome que quiser, lembrando que a Solicitação é um documento.
4. Tipo do Voo, outro quesito bem importante, onde se não ter entendido as operações, poderá ser indeferido a sua missão. Vamos entender com a figura que representa muito bem o “Tipo de Voo”.



Vale ressaltar que o Tipo de Voo BVLOS é preciso de projeto para esse tipo de voo, ou seja, é muito provável que se for fazer uma missão que a Operação é BVLOS vai ser indeferido devido a precisar de um Projeto e as Aeronaves que fazem esse tipo de Operação não são da Classe 3, onde é o foco do Curso.

5. No campo de Observações pode descrever o que será feito em sua missão, lembrando novamente, a Solicitação de Voo é um documento.
6. Janela de Operação, coloque o dia da Missão, hora inicial e a hora final da operação. Podendo colocar mais dias na Missão, clicando no dia de Início e depois clicando no dia Final.
7. Fechando o primeiro bloco, clique em avançar que automaticamente vai ser aberto o 02 – *Localização*, onde vai colocar o local da Missão.
8. Abaixo do ícone de PDF no Menu Superior, na área branca, clique no primeiro ícone que é a Tela Grande. E seguiremos o Passo a Passo que está no Menu Superior a direita, se o Menu não estiver ativado clique sobre o Menu “Passo a Passo” e deixe marcado.
9. Já no Passo a Passo, clique no ícone “Desenho Avançado”, ele fica logo abaixo do ícone “Passo a Passo”. Na função, vai abrir uma janela com algumas representações e faça a escolha que melhor agrada. Se não aparecer no local indicado, volte no ícone “Passo a Passo”, clique em Localização e deixe tudo zerado no ponto, volte a esse passo e desenhe, por fim clique em “Aplicar para análise” e assim, ficará salvo.
10. Quando criar a feição, pode desligar essa função, clicando no ícone de “Passo a Passo”.
11. Além do desenho manual, o sistema permite a importação direta de arquivos para definir sua área de interesse, suportando extensões como KML, KMZ, GeoJSON ou arquivos ZIP contendo Shapefiles. Para isso, utilize o botão Upload no menu superior e arraste o arquivo desejado para a caixa de seleção que será aberta. Após o carregamento, role o cursor para baixo e clique nos três ícones indicados na Figura 4; esse procedimento fará com que o polígono da sua área apareça no mapa, permitindo prosseguir com a solicitação de voo. Vale destacar que é muito comum receber arquivos KML diretamente de clientes para o planejamento das missões. Uma recomendação técnica importante para evitar erros de processamento no sistema é garantir que o arquivo contenha apenas o polígono da área de interesse,

removendo quaisquer outros elementos ou informações excedentes antes de realizar o envio.



12. Já na segunda Etapa, no Ponto de Decolagem, marque o ponto dentro do Polígono que desenhou. Não esquecendo da Altitude do ponto, para uma precisão melhor no Sistema.
13. Na terceira Etapa, diga a Altitude e se essa Altitude está de acordo com o seu Perfil de Operação e Tipo de Voo.
14. O Perfil de Operação e o Período já estará salvo, devido a ter sido feito nas Etapas iniciais. Observação importante, todas as etapas que estará sendo feitas ficará na cor verde o seu Menu. Exemplo, figura abaixo.

Localização	✓
Ponto de decolagem	✓
Altura	✓
Período	✓
Perfil	✓
Verificação interseções	✓

15. A última etapa é a “Verificação Interseções”, nessa aba será feita uma Análise Preliminar para constatar se existe algo que possa impossibilitar a Solicitação de Voo.
16. 03 – *Resumo*, nesse último Menu fará algumas ponderações e se for o caso, pode colocar alguns documentos que prove o porque de estar solicitando o espaço aéreo nessas condições, no mais, só clicar em Enviar e esperar o Resultado.
17. O resultado da análise será enviado diretamente para o e-mail cadastrado no sistema. Assim que a solicitação for deferida, basta realizar a impressão do documento. Lembre-se de que ele deve estar sempre em sua posse, pois é um dos itens de porte obrigatório para a execução do voo.

APÊNDICE B: ARO - AVALIAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL

1. Introdução:

Este documento de avaliação de risco operacional tem o objetivo de cumprir o estabelecido nos parágrafos E94.103(f)(2) e E94.103(g)(2) do **RBAC-E nº 94**, tendo sido elaborado conforme critérios estabelecidos na Instrução Suplementar E-94-003, denominada *Procedimentos para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas* da ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil.

2. Legislação Aplicável:

Legislação Aplicável à Operação:

- Código Brasileiro de Aeronáutica (Lei nº 7.565/1986)
- RBAC-E nº 94, da ANAC;
- IS nº E94-003 – Revisão A, da ANAC;
- ICA 100-40, reeditada em 15/06/2023, do DECEA;
- ICA 100-12, reeditada em 28/11/2024, do DECEA;
- ICA 100-37, reeditada em 05/12/2024, do DECEA;
- MCA 100-16, reeditada em 04/01/2021, do DECEA;
- Resolução Anatel nº 715, de 23/10/2019.

Sempre revisar a
Legislação aplicável

3. Cenário Operacional:

4. Localização da Operação:

Endereço:

5. Operador em Comando

- Operador em Comando:
- CPF:
- ID SARPAS:
- Contato: (XX)

6. Aeronaves em Operação (RPA):

- Fabricante e Modelo:
- Número de Série:
- Cadastro ANAC:

- Homologação ANATEL:
- Certificado Seguro RETA:

7. Aspectos Gerais:

- O operador é obrigado a se manter em áreas distantes de terceiros? NÃO
- Em caso de acidentes com lesões em pessoas, acionar:
 - SAMU: 192
 - Corpo de Bombeiros: 193
- Em caso de perda de contato com a aeronave, acionar imediatamente:
 - Central de Polícia: 190

8. Avaliação de Riscos:

Situação 1	Perda do enlace com aeronave (link)
Probabilidade de Ocorrência	
Severidade da Ocorrência	
Risco	
Tolerabilidade	
Nível Hierárquico de Autorização da Operação	
Medidas de Mitigação do Risco	(1) Análise do local de operação, evitando posicionar a aeronave em situação de sombra e com obstáculos entre ela e o operador; (2) Garantir que o <i>Home Point</i> foi registrado pela aeronave; (3) Configurar altura adequada de retorno ao <i>Home Point</i> ;

Situação 2	Existência de Tráfego Aéreo no Local
Probabilidade de Ocorrência	
Severidade da Ocorrência	
Risco	
Tolerabilidade	
Nível Hierárquico de Autorização da Operação	
Medidas de Mitigação do Risco	(1) Observador deve ficar atento ao tráfego aéreo no local; (2) Operador em Comando deve portar HT de Aviação para acompanhamento da comunicação aérea; (3) Rota do RPA, elaborada de acordo com as normativas MCA 56-03; (4) Paralisação da operação e pouso imediato em caso de avistamento.

Situação 3	Presença de Pessoas Não Anuentes
Probabilidade de Ocorrência	
Severidade da Ocorrência	
Risco	
Tolerabilidade	
Nível Hierárquico de Autorização da Operação	

Medidas de Mitigação do Risco	(1) Verificação da eventual presença de pessoas no local: caso estas pessoas estejam a menos de 30 metros do local da operação, a operação não pode ser iniciada antes que essas pessoas sejam removidas; (2) Caso uma pessoa acesse acidentalmente a área dentro do limite dos 30 metros durante a operação, a operação deverá ser suspensa tão rápido quanto seja praticável e seguro. (3) Rota do RPA, elaborada de acordo com as normativas MCA 56-03 áreas de pouso e decolagem sinalizadas com cone e pessoal envolvido em auxílio na sinalização.
-------------------------------	---

Situação 4	Incidências de ventos fortes e rajadas de vento
Probabilidade de Ocorrência	
Severidade da Ocorrência	
Risco	
Tolerabilidade	
Nível Hierárquico de Autorização da Operação	
Medidas de Mitigação do Risco	(1) Verificar previamente as condições climáticas e no momento da operação; (2) Não realizar a operação nestas condições. (3) Caso a situação climática mude durante a operação, esta deverá ser suspensa tão rápido quanto seja praticável e seguro; (4) Resistência da aeronave ao vento: 38km/h;

Situação 5	Mudança climática e incidência de chuvas
Probabilidade de Ocorrência	
Severidade da Ocorrência	
Risco	
Tolerabilidade	
Nível Hierárquico de Autorização da Operação	
Medidas de Mitigação do Risco	(1) Verificar previamente as condições climáticas e no momento da operação; (2) Não realizar a operação nestas condições; (3) Caso a situação climática mude durante a operação, esta deverá ser suspensa tão rápido quanto seja praticável e seguro;

Situação 6	Ataque de aves
Probabilidade de Ocorrência	
Severidade da Ocorrência	
Risco	
Tolerabilidade	
Nível Hierárquico de Autorização da Operação	
Medidas de Mitigação do Risco	(1) Observador em constante monitoramento; (2) Evitar pousos e decolagens próximos a ninhos; (3) Paralisar a operação baixar a aeronave;

Situação 7	Perda de visual
Probabilidade de Ocorrência	
Severidade da Ocorrência	
Risco	
Tolerabilidade	
Nível Hierárquico de Autorização da Operação	
Medidas de Mitigação do Risco	(1) Observador em constante monitoramento;

	(2) Observador secundário; (3) Paralisar a operação até a aeronave ser localizada; (4) Se necessário acionar RTH.
--	---

9. Matriz de Risco:

Probabilidade da ocorrência, ou a frequência com que um evento, como consequência de um perigo existente, possa ocorrer. Está dividida em 05 níveis:

- **Nível 5 (frequente):** é provável que ocorra muitas vezes, ou historicamente tem ocorrido frequentemente;
- **Nível 4 (ocasional):** é provável que ocorra algumas vezes, ou historicamente tem ocorrido com pouca frequência;
- **Nível 3 (remoto):** é improvável, mas é possível que venha a ocorrer, ou ocorre raramente;
- **Nível 2 (improvável):** é bastante improvável que ocorra e não se tem notícia de que tenha alguma vez ocorrido; e
- **Nível 1 (muito improvável):** é quase impossível que o evento ocorra.

Severidade da ocorrência, ou grau da consequência de um evento, como consequência de um perigo existente ou de uma situação insegura, tomando como referencia a pior condição possível. Está dividida em 05 níveis:

- **Nível A (catastrófico):** morte de múltiplas pessoas;
- **Nível B (crítico):** morte de pessoa, lesões gravíssimas, capazes de deixar sequelas significativas e/ou incapacitantes, tais como cegueira, paralisia, amputações, etc.;
- **Nível C (significativo):** lesões sérias a pessoas, mas não incapacitantes nem com sequelas significativas;
- **Nível D (pequeno):** incidentes menores, danos a objetos, animais ou vegetação no solo, lesões leves;
- **Nível E (insignificante):** somente danos ao equipamento.

Tolerabilidade, ou grau de aceitabilidade em razão do resultado da avaliação de risco, determinada pela tabela seguinte e descritos à seguir:

			Severidade				
			Catastrófico	Critico	Significativo	Pequeno	Insignificante
			A	B	C	D	E
Probabilidade	Frequente	5	5A	5B	5C	5D	5E
	Ocasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
	Remoto	3	3A	3B	3C	3D	3E
	Improvável	2	2A	2B	2C	2D	2E
	Muito improvável	1	1A	1B	1C	1D	1E

- **Risco extremo** (classificações 4A, 5A e 5B): a operação não deve ocorrer e, caso esteja ocorrendo, deve cessar imediatamente, enquanto persistir a condição ou até que medidas mitigadoras suficientes reduzam o risco para um nível aceitável pelo operador. Caso ainda se decida prosseguir com a operação, controles preventivos para mitigação do risco devem ser estabelecidos, devem estar em vigor e a aprovação da hierarquia mais alta da empresa (presidente) deve ser requerida.
- **Alto risco** (classificações 3A, 4B e 5C): a operação não deveria ocorrer e, caso esteja ocorrendo, deveria cessar imediatamente, enquanto persistir a condição ou até que medidas mitigadoras suficientes reduzam o risco para um nível aceitável pelo operador. Caso ainda se decida prosseguir com a operação, controles preventivos para mitigação do risco devem ser estabelecidos, devem estar em vigor e a aprovação da hierarquia de gestão da empresa (gerente ou diretor) deve ser requerida.
- **Risco moderado** (classificações 1A, 2A, 2B, 3B, 3C, 4C, 4D, 5D, 5E): a operação pode ocorrer com controles preventivos para mitigação do risco estabelecidos e que devem estar em vigor, conforme necessários. Operações neste nível de risco deveriam ser aprovadas por nível hierárquico imediatamente superior (chefia imediata).
- **Baixo risco** (classificações 1B, 1C, 2C, 2D, 3D, 3E, 4E): a operação pode ocorrer e controles preventivos para mitigação de risco e aprovação por nível hierárquico imediatamente superior (chefia imediata) são opcionais.
- **Risco muito baixo** (classificações 1D, 1E e 2E): a operação é aceitável como concebida, e nenhum controle preventivo para mitigação de risco e aprovação é requerida para que ela ocorra.

10. Disposições Finais:

Declaro para os devidos fins que todos os Operadores em Comando conhecem e cumprem a legislação e regulamentação aplicáveis, em especial as acima listadas, assim como conhecem as consequências do descumprimento.

Esta Avaliação de Risco Operacional tem validade de 12 meses a contar da data abaixo.

Rio de Janeiro, ____/____/____

APÊNDICE C : CHECKLISTS

CHECKLIST PARA O MOMENTO DO VOO

Missão: _____ Realização: _____

- UAV Forecast. ☐
- Checar encaixe das hélices. ☐
- Checar cartão SD. ☐
- Conectar / Desconectar o cabo RC. ☐
- Posicionar antenas. ☐
- Configurar parâmetros de foto / vídeo. ☐
- Remover protetor / trava do Gimbal – 1º Check. ☐
- Posicionar drone à 12 horas. ☐
- Remover protetor / trava do Gimbal – 2º Check. ☐
- Estacionar a Base RTK ☐
- Ligar a Base RTK e deixar ligada por pelo menos 15 min para a começar a correção de coordenadas. ☐
- Checar se o Mode da Base RTK está correto ☐
- Ligar RC. ☐
- Ligar Aeronave ☐
- Fazer o Link entre o RC – Aeronave – Base RTK. ☐
- Checar quantidade de satélites. ☐
- RTH – Configurar modo. ☐
- Acionar motores. ☐
- Iniciar o Voo. ☐

PROTOCOLO DE PRONTIDÃO OPERACIONAL: CONFORMIDADE DOCUMENTAL, EQUIPAMENTOS E PLANEJAMENTO

Missão: _____ Realização: _____

- Documentos

Certificado de conformidade ANATEL (___)

Certidão de Cadastro de Aeronave Não Tripulada (___)

Autorização de Voo (___)

Avaliação de Risco Operacional (ARO) (___)

Seguro RETA (___)

Manual do equipamento (___)

- Equipamentos

Baterias – Drone (carregadas) (___)

Pares de hélices (___)

Carregador para a bateria do Drone (___)

Baterias – Base RTK (carregadas) (___)

Carregador/Hub de bateria para a Base RTK (___)

Baterias – Rádio Controle (carregadas) (___)

Carregador/Hub de bateria para o RC (___)

Cabos USB (___)

Adaptador para Micro SD (___)

Tripé para a Base RTK (___)

Bastão da Base RTK (___)

Fonte para carregador da Bateria do Drone (___)

Fonte para carregador da Base RTK (___)

Fonte para carregador do RC (___)

Notebook para a visualização das fotografias (___)

Carregador do Notebook (___)

Adaptador de Tomada estilo Americana para o padrão brasileiro (___)

GNSS – Tripé (___)

GNSS — Base nivelante (___)

GNSS — Baterias (carregadas) (___)

GNSS — Carregador e Fonte (___)

GNSS — Controladora (___)

- Planejamento

Consultar condições climáticas do Período da Missão (___)

Atualizar firmware do RC (___)

Atualizar firmware do Drone (___)

Atualizar firmware da Base RTK (___)

Formatar cartão SD (___)

Fazer Download de Mapas (___)

Plano de Voo em Kml (___)

Data da verificação: _____

Responsável: _____

REALIZAÇÃO:



ACESSE NOSSO CATÁLOGO!



WWW.SEVENPUBLI.COM

CONECTANDO O **PESQUISADOR** E A **CIÊNCIA** EM UM SÓ CLIQUE.