

RPAS

(Remotely Piloted Aircraft System)

Conceitos e Legislação



Mundo
Geomática

Thiago Blunck Rezende Moreira

Alexandre Rosa dos Santos

Ana Júlia Santos Brito

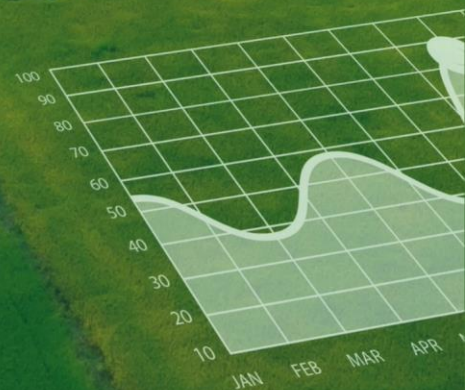
Cecília Uliana Zandonadi

Gabrielli Machado Bindeli

Taís Rizzo Moreira

Plinio Antonio Guerra Filho

Jeferson Luiz Ferrari





Thiago Blunck Rezende Moreira

Engenheiro Agrimensor e de Segurança do Trabalho
Mestre em Agroecologia pelo IFES – PPGA/IFES
Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFES – PPGCFL/UFES



Alexandre Rosa dos Santos

Professor Titular da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFES – PPGCFL/UFES
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal da UFV – PPGCF/UFV
Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Agrárias e
Engenharias da UFES – DER– CCAE/UFES
CEO e idealizador do Portal Mundo da Geomática (<https://mundogeomatica.com>) e
Canal do YouTube Mundo da Geomática (<https://www.youtube.com/@mundogeomatica>)



Ana Júlia Santos Brito

Engenheira Florestal
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFES – PPGCFL/UFES



Cecília Uliana Zandonadi

Bacharel e Licenciatura em Geografia
Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da UFES – PPGCFL/UFES



Gabrielli Machado Bindeli

Engenheira Ambiental
Mestre em Ciências Florestais pela UFES – PPGCFL/UFES



Taís Rizzo Moreira

Engenheira Florestal
Mestre em Ciências Florestais pela UFES – PPGCFL/UFES
Doutora em Ciências Florestais pela UFES – PPGCFL/UFES
Pós-Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais – PPGCFL/UFES



Plinio Antonio Guerra Filho

Professor Adjunto da Universidade Federal do Maranhão – UFMA
Colegiado de Curso de Engenharia Agrícola do
Centro de Ciências de Chapadinha - CCEA – CCCh/UFMA



Jeferson Luiz Ferrari

Professor Titular do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES
Programa de Pós-Graduação em Agroecologia do IFES – PPGA/IFES
Diretoria de Ensino do IFES – DIREN /IFES

RPAS

(Remotely Piloted Aircraft System)

Conceitos e Legislação

e-Book Gratuito ao Alcance de Todos

Alegre – ES
CAUFES
2024

RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*)

Conceitos e Legislação

Copyright © 2024, Dr. Alexandre Rosa dos Santos

Capa

Dra. Taís Rizzo Moreira

Produção Gráfica

Thiago Blunck Rezende Moreira

Alexandre Rosa dos Santos – Pesquisador Principal

Taís Rizzo Moreira – Pesquisadora Principal

Plinio Antonio Guerra Filho – Pesquisador Principal

Jeferson Luiz Ferrari – Pesquisador Principal

Revisão Ortográfica

Alexandre Rosa dos Santos – Pesquisador Principal

Plinio Antonio Guerra Filho – Pesquisador Principal

Jeferson Luiz Ferrari – Pesquisador Principal

Thiago Blunck Rezende Moreira – Pesquisador Principal

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

RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) [livro eletrônico] : conceitos e legislação / Thiago Blunck Rezende Moreira...[et al.]. -- Alegre, ES : CAUFES, 2024. -- (Mundo geomática ; 1) PDF

Outros autores: Alexandre Rosa dos Santos, Ana Júlia Santos Brito, Cecília Uliana Zandonadi, Gabrielli Machado Bindeli, Taís Rizzo Moreira, Plinio Antonio Guerra Filho, Jeferson Luiz Ferrari.

Bibliografia.

ISBN 978-65-86981-45-2

1. Aviões - Controle por rádio 2. Brasil - Leis e legislação 3. Drones 4. Drone - Aspectos morais e éticos 5. Geoprocessamento 6. Geotecnologia 7. Processamento de imagens 8. Sensoriamento remoto - Imagens 9. Sistemas de Informação Geográfica (SIG) 10. Veículos autônomos 11. Veículos remotamente pilotados I. Moreira, Thiago Blunck Rezende. II. Santos, Alexandre Rosa dos. III. Brito, Ana Júlia Santos. IV. Zandonadi, Cecília Uliana. V. Bindeli, Gabrielli Machado. VI. Moreira, Taís Rizzo. VII. Guerra Filho, Plinio Antônio. VIII. Ferrari, Jeferson Luiz. IV. Série.

24-229631

CDD-621.3678

Índices para catálogo sistemático:

1. Sensoriamento remoto : Tecnologia 621.3678

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380

CITAÇÃO E REFERÊNCIA DO LIVRO

NO TEXTO

Moreira et al. (2024) ou (MOREIRA et al., 2024).

NA LISTA DE REFERÊNCIAS

MOREIRA, T. B. R.; SANTOS, A. R.; BRITO, A. J. S.; ZANDONADI, C. U.; BINDELI, G. M.; MOREIRA, T. R.; GUERRA FILHO, P. A.; FERRARI, J. L. **RPAS (Remotely Piloted Aircraft System) - Conceitos e Legislação**. Alegre: CAUFES, 2024. <https://doi.org/10.29327/5433585>.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial ao Departamento de Engenharia Rural, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Em especial, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento deste livro.

REFLEXÃO

“A cada manhã uma zebra acorda e sabe que terá que correr mais rápido que o leão para se manter viva, a cada manhã o leão acorda e sabe que terá que correr mais rápido que a zebra para se manter vivo. Leão ou zebra, quando nasce o Sol, sabem que terão que correr para se manterem vivos.”

Animal Planet

APRESENTAÇÃO

O livro intitulado “RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) - Conceitos e Legislação” é um material didático voltado para entusiastas, estudantes de ensino médio, graduação, pós-graduação, pesquisadores e, sobretudo, profissionais da área, oferecendo conhecimentos essenciais sobre as leis e normas que regulamentam o uso dessas aeronaves.

Os RPAS, popularmente conhecidos como drones, têm se tornado ferramentas cada vez mais utilizadas nas áreas de ciência e tecnologia. Sua aplicabilidade abrange diversos setores, incluindo saúde, segurança pública, transporte, agricultura e monitoramento ambiental.

Este material didático fornece informações sobre a conceituação, história e evolução dos RPAS e seus principais componentes, bem como sua importância e aplicações. Além disso, o livro esclarece sobre as agências regulamentadoras responsáveis por estabelecer as normas e diretrizes para o uso seguro e legal dos RPAS.

Com o aumento do uso dessa tecnologia, torna-se imprescindível o conhecimento das normas e regulamentações aplicáveis para garantir o funcionamento adequado em acordo com a legislação vigente, visando não apenas proteger os pilotos, mas também a população local e o espaço aéreo.

Esperamos que esse livro possa chegar a todos que simpatizam com o universo dos RPAS, especialmente aos que, como nós, estão imersos no fascinante mundo da pesquisa e inovação tecnológica. Entendemos que operar um RPAS vai além da simples pilotagem; envolve um compromisso sério com a segurança, a legalidade e a ética. Por esta razão, elaboramos este e-book gratuito com a intenção de fornecer uma base sólida de conhecimento e boas práticas, que esperamos ser de grande utilidade para iniciantes e profissionais experientes.

Incentivamos os leitores a se engajarem conosco neste processo de aprendizado.

Alegre, ES, 20 de setembro de 2024.

Me. Gabrielli Machado Bindeli e Me. Thiago Blunck Rezende Moreira.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	VI
1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Diferenciação entre Drone, VANT e RPAS	13
1.2 História e evolução dos RPAS	13
1.3 Tipos de RPAS	16
1.3.1 Asa fixa.....	16
1.3.2 Multirrotor	17
1.3.3 Asa rotativa.....	18
1.3.4 Rotor único	18
1.3.5 Híbridos	18
1.3.6 Kamikazes e invisíveis	19
2. COMPONENTES E TECNOLOGIA DOS RPAS.....	20
2.1 Frame.....	20
2.2 Placa Controladora	20
2.3 GPS.....	20
2.4 Motores.....	21
2.5 Hélices	21
2.6 Baterias	21
2.7 Importância e aplicações	21
3. REGULAMENTAÇÃO.....	24
3.1 Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)	25
3.2 Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA)	25
3.3 Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL)	26
4. LEIS, REGULAMENTOS, INSTRUÇÕES E MANUAIS	27
4.1 LEI Nº 7.565 – Código Brasileiro de Aeronáutica.....	27
4.1.1 Autorização e Licenças:.....	27
4.1.2 Responsabilidades do Operador	27
4.1.3 Uso e Manutenção	27
4.1.4 Infrações e Penalidades	28

4.1.5	Requisitos de Segurança.....	28
4.1.6	Regulamentação Internacional	28
4.2	RBAC nº 45: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil.....	28
4.2.1	Identificação de Aeronaves e Produtos Relacionados.....	29
4.2.2	Marcas de Nacionalidade e de Matrícula	29
4.2.3	Regras Específicas para Certos Tipos de Aeronaves.....	29
4.2.4	Marcas de Aeronave Exportada e Venda	29
4.3	RBAC nº 43: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil.....	30
4.3.1	Aplicabilidade.....	30
4.3.2	Definições.....	30
4.3.3	Registro de Manutenção	30
4.3.4	Pessoas Autorizadas	30
4.3.5	Aprovação para Retorno ao Serviço.....	30
4.3.6	Regras de Execução.....	30
4.3.7	Inspeções	31
4.3.8	Limitações de Aeronavegabilidade	31
4.3.9	Manutenção por Organizações Estrangeiras.....	31
4.3.10	Grandes Alterações e Reparos.....	31
4.3.11	Registros de Manutenção.....	31
4.4	RBAC-E nº 94: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil.....	31
4.4.1	Classificação das Aeronaves Não Tripuladas.....	32
4.4.2	Registro e Identificação	32
4.4.3	Habilitação de Pilotos.....	32
4.4.4	Condições de Operação	32
4.4.5	Segurança Operacional	32
4.4.6	Responsabilidade do Operador.....	33
4.4.7	Autorização e Fiscalização	33
4.4.8	Treinamento e Certificação	33
4.4.9	Normas Específicas para RPAS de Segurança Pública e Defesa Civil	33
4.5	ICA 100-12: Instrução sobre Regras do Ar.....	34
4.5.1	Disposições Preliminares.....	34

4.5.2	Definições e Abreviaturas	34
4.5.3	Aplicabilidade das Regras do Ar	34
4.5.4	Regras Gerais.....	34
4.5.5	Prevenção de Colisões	35
4.5.6	Planos de Voo.....	35
4.5.7	Regras de Voo Visual (VFR - <i>Visual Flight Rules</i>)	35
4.5.8	Regras de Voo por Instrumentos (IFR - <i>Instrument Flight Rules</i>).....	35
4.5.9	Disposições Finais	35
4.6	ISE94-003A	36
4.6.1	Objetivo	36
4.6.2	Fundamentos.....	36
4.6.3	Definições.....	36
4.6.4	Procedimentos para Avaliação de Risco Operacional.....	36
4.6.5	Matriz de Risco.....	36
4.6.6	Disposições Finais	37
4.7	ICA 100-40: Aeronaves não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro.....	37
4.7.1	Disposições Preliminares.....	37
4.7.2	Definições e Abreviaturas	37
4.7.3	Estrutura do Espaço Aéreo Brasileiro	38
4.7.4	Premissas	38
4.7.5	Documentação Específica	38
4.7.6	Regras para Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por RPAS	38
4.7.7	Processo de Solicitação de Autorização	38
4.7.8	Segurança Operacional	38
4.7.9	Situações de Contingência ou Emergência.....	38
4.7.10	Proteção e Salvaguarda.....	39
4.7.11	Infrações e Questões Legais	39
4.7.12	Disposições Finais	39
4.8	MCA 56-2.....	39
4.8.1	Finalidade e Âmbito	39

4.8.2	Definições e Abreviaturas	39
4.8.3	Regras Gerais.....	40
4.8.4	Cadastro de Aeromodelos e Pilotos.....	40
4.8.5	Operações em Espaços Aéreos Condicionados (EAC)	40
4.8.6	Operações Fora de Espaços Aéreos Condicionados.....	40
4.8.7	Disposições Finais	40
4.9	MCA 56-5: Aeronaves Não Tripuladas para Uso Exclusivo em Operações Aéreas Especiais	41
4.9.1	Objetivo	41
4.9.2	Definições Importantes.....	41
4.9.3	Cadastro de Aeronaves e Pilotos	41
4.9.4	Regras para Acesso ao Espaço Aéreo.....	41
4.9.5	Parâmetros Operacionais	41
4.9.6	Campos Visuais	42
4.9.7	Responsabilidades do Operador	42
4.9.8	Regras Específicas para Órgãos Especiais	43
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Torpedo Aéreo Kettering “Bug” em 1917, considerado um dos primeiros RPAS, criado durante a Primeira Guerra Mundial.	14
Figura 2. Abraham Karem ao lado de sua invenção, o RPAS Albatross, por volta de 1980.	14
Figura 3. Aeronave modelo Amber em 1988.	15
Figura 4. Modelo inovador de RPAS utilizado em pulverizações agrícolas.	15
Figura 5. Marcos importantes na evolução dos RPAS ao longo da história.	16
Figura 6. RPAS de asa fixa.	17
Figura 7. RPAS multirrotor.	18
Figura 8. RPAS de rotor único.	18
Figura 9. RPAS híbrido.	19
Figura 10. RPAS Kamikaze.	19
Figura 11. RPAS invisível.	20
Figura 12. Logomarcas dos órgãos de regulamentação de RPAS no Brasil.	24
Figura 13. Campos visuais.	42

LISTA DE SIGLAS

ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil.

ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações.

BVLOS - *Beyond Visual Line-Of-Sight.*

CASA - *Civil Aviation Safety Authority.*

DECEA - Departamento de Controle do Espaço Aéreo do Brasil.

Drone - Pequeno dispositivo voador, controlado à distância, geralmente usados para fins recreativos, comerciais ou científicos, especialmente em filmagens aéreas, serviços de fotografias etc.

EAC - Espaços Aéreos Condicionados.

EASA - *European Union Aviation Safety Agency.*

EVLOS - *Extended Visual Line-Of-Sight.*

FAA - *Federal Aviation Administration.*

GPS - *Global Positioning System.*

ICA - Instrução do Comando da Aeronáutica.

IFR - *Instrument Flight Rules.*

LIDAR - *Light Detection and Ranging.*

OACI - Organização da Aviação Civil Internacional.

PMD - Peso Máximo de Decolagem.

RBAC-E - Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial.

RPAS - *Remotely Piloted Aircraft System.*

SARPAS - Sistema de Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo por RPAS.

SISANT - Sistema de Aeronaves Não Tripuladas.

SISCEAB - Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro.

VANT - Veículos Aéreos Não Tripulados.

VFR - *Visual Flight Rules.*

VLOS - *Visual Line-Of-Sight.*

1. INTRODUÇÃO

1.1 Diferenciação entre Drone, VANT e RPAS

De acordo com o dicionário Oxfordlanguages (2024), “**Drone**” significa:

- a) “pequeno dispositivo voador, controlado à distância, geralmente usado para fins recreativos, comerciais ou científicos, especialmente em filmagens aéreas, serviços de fotografias, dentre outros”.
- b) “veículo aéreo não tripulado e controlado remotamente, usado especialmente em missões militares”.

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo do Brasil (DECEA), caracteriza “Drone” como o termo utilizado de forma coloquial para se referir aos equipamentos remotamente pilotados. A tradução livre significa “zangão”, devido ao tipo de ruído que estes equipamentos costumam produzir em voo, que lembra o som emitido por um zangão (BRASIL, 2019a).

Os drones também são conhecidos como Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) ou Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS). VANT é o termo utilizado para se referir a todo e qualquer equipamento que acesse o espaço aéreo sem que haja a presença de um ser humano a bordo. RPAS, sigla de *Remotely Piloted Aircraft System*, pode ser lida no singular e no plural, é o termo técnico e padronizado internacionalmente pela Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) para se referir a um sistema de aeronaves remotamente pilotadas utilizadas com propósitos não recreativos (BRASIL, 2019a; DJI, 2024a).

Neste livro, por padrões didáticos, acadêmicos e científicos, será adotada a sigla RPAS.

1.2 História e evolução dos RPAS

Os primeiros protótipos de RPAS datam do início do século XX (Figura 1). Ainda na Primeira Guerra Mundial (1914-1918), aviões controlados remotamente foram desenvolvidos por militares para fins de treinamento e testes. No entanto, foi apenas na Segunda Guerra Mundial (1939-1945) que os verdadeiros antecessores dos RPAS modernos surgiram. Após os ocorridos, ainda permaneceram em constante evolução

militar para uso na Guerra da Coreia (1950-1953), Guerra do Vietnã (1955-1975) e na Guerra Fria (1947-1991) (NASCIMENTO; DENADAI, 2021).

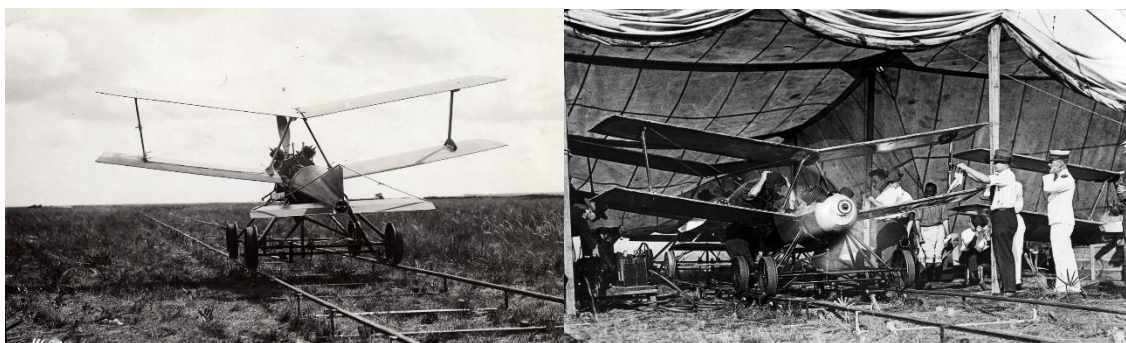


Figura 1. Torpedo Aéreo Kettering “Bug” em 1917, considerado um dos primeiros RPAS, criado durante a Primeira Guerra Mundial.

Fonte: Nationalmuseum (2024).

Em 1973 a Força Aérea Americana desenvolveu RPAS por meio do Projeto Aquila, projetado para ter uma autonomia de voo de 20 horas e precisava ser operado por 30 pessoas em solo, mas não teve a eficiência esperada, resistindo a poucos minutos de voo. O modelo que conhecemos hoje em dia foi desenvolvido pelo engenheiro espacial iraquiano Abraham Karem, batizado com o nome de Albatross (Figura 2) (LEITE et al., 2024).

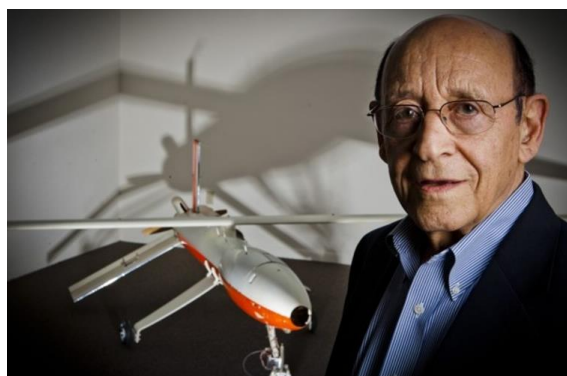


Figura 2. Abraham Karem ao lado de sua invenção, o RPAS Albatross, por volta de 1980. Fonte: Finn (2011).

O Albatross foi criado a partir de escassos recursos tecnológicos, como fibra de vidro e restos de madeira. Apesar disso, suas evoluções foram consideráveis, conquistando uma autonomia de voo de 56 horas, com apenas 3 pessoas operando. Os bons resultados conquistaram um financiamento do governo dos Estados Unidos da América para criar um modelo, o Amber (Figura 3) (NASCIMENTO; DENADAI, 2021).



Figura 3. Aeronave modelo Amber em 1988.

Fonte: DARPA (2024).

Nas décadas seguintes, diversos países começaram a investir no desenvolvimento de tecnologias para os RPAS, resultando em equipamentos cada vez mais avançados e versáteis. Nos últimos anos, os RPAS têm se tornado cada vez mais populares principalmente devido a redução dos custos e a facilidade de uso (DJI, 2024b). A Figura 4 traz um modelo inovador de RPAS utilizado em pulverizações agrícolas.



Figura 4. Modelo inovador de RPAS utilizado em pulverizações agrícolas.

Fonte: Gianotto (2021).

Em 1917, o exército dos Estados Unidos testou um balão não tripulado controlado por rádio, representando o primeiro passo para o desenvolvimento de tecnologia não tripulada. Em 1935, a Alemanha desenvolveu o primeiro míssil teleguiado, o Henschel Hs 293, seguido pelo lançamento das bombas voadoras V-1 em 1944. Em 1950, os Estados Unidos desenvolveram o primeiro RPAS de reconhecimento, o MQ-1 Predator. A União Soviética lançou o primeiro satélite espião não tripulado, o Zenit-2, em 1964, e em 1970, a França desenvolveu o primeiro RPAS de combate, o Matra MILAN. Em 1982, Israel usou RPAS pela primeira vez em combate durante a Guerra do Líbano, e em 2001, os Estados Unidos utilizaram RPAS na Guerra do Afeganistão. A Amazon anunciou

planos de usar RPAS para entregas em 2010, e em 2020, a pandemia da Covid-19 impulsionou o uso de RPAS para entregas de suprimentos médicos. Esses eventos destacam a progressiva inovação e aplicação dos RPAS em diversas áreas ao longo do tempo. A Figura 5 ilustra os marcos importantes na evolução dos RPAS ao longo da história.

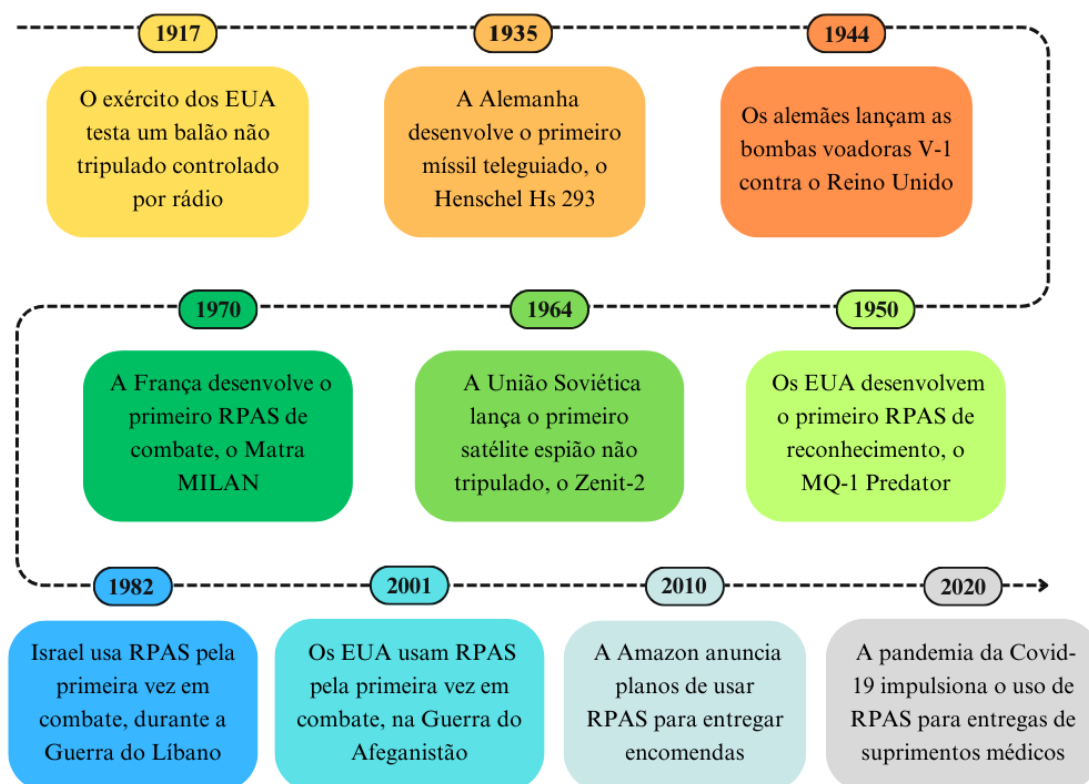


Figura 5. Marcos importantes na evolução dos RPAS ao longo da história.

Fonte: Elaboração dos autores, adaptado de DJI (2024c).

1.3 Tipos de RPAS

Cada tipo de RPAS possui características e tecnologias específicas para otimizar seu desempenho em suas respectivas aplicações. De acordo com a DJI (2024b) os RPAS são classificados de acordo o número de rotores, que é a parte do motor no qual as hélices ficam anexadas. A seguir, descreveremos essas classes:

1.3.1 Asa fixa

Segundo o SENAR (2018) são aqueles que possuem estrutura similares às do avião, conforme a Figura 6. Eles utilizam asas para sustentar e mover o veículo (DJI, 2024b) e sua decolagem e pouso são horizontais, necessitando de uma pista ou de um

sistema de propulsão para lançamento (FORNARI et al., 2020). São importantes para realizar projetos que exigem uma maior capacidade de voo, sendo ideal para atividades que requerem mais tempo no ar (AVANT GEOFÍSICA, 2023).



Figura 6. RPAS de asa fixa.

Fonte: Agrimetrica (2021).

1.3.2 Multirrotor

São aqueles que possuem mais de um rotor para se mover, que ficam localizados em diferentes pontos da aeronave, conforme a Figura 7. São mais comuns no mercado de consumo, utilizados para filmagens, monitoramento, fotografia aérea, entre outros (DJI, 2024b). Segundo Fornari et al. (2020), estes são leves, fácil de transportar, sua decolagem e pouso são verticais e ofertam vantagens tecnológicas como:

- Possibilidade de uso de câmeras que utilizam o intervalo de comprimento de onda do infravermelho e que possuem uma alta resolução para fotos e vídeos;
- Alta capacidade de customização para diferentes aplicações;
- Possibilidade de programação para manter voo estacionário ou avançar em alta velocidade até pontos específicos (coordenadas geográficas);
- Comando de retorno autônomo para a base operacional;
- Baixo peso e alta capacidade de carga para sensores e câmeras embarcadas.



Figura 7. RPAS multirrotor.

Fonte: T-Drones (2023).

1.3.3 Asa rotativa

Possuem uma capacidade de voo estacionária e vertical, parecidos com um helicóptero convencional ou um multirrotor (SENAR, 2018).

1.3.4 Rotor único

São como helicóptero em miniatura (Figura 8) e possuem um rotor principal no topo e um na cauda para dar a direção, bastante utilizados para varreduras aéreas a laser (LiDAR - *Light Detection and Ranging*), essenciais para a criação de mapas 3D de áreas (DJI, 2024b). São excelentes para suportar maiores cargas e possuem uma longa duração de voo, facilitando sua estabilidade no ar (AVANT GEOFÍSICA, 2023).



Figura 8. RPAS de rotor único.

Fonte: Farmfor (2021).

1.3.5 Híbridos

Segundo o SENAR (2018) são aqueles que combinam mais de um tipo de sistema de propulsão para operar, ou seja, possui tecnologia de aeronaves adaptáveis. Podem

utilizar tanto rotores para decolagem vertical quanto asas para voo horizontal sustentado, conforme a Figura 9.



Figura 9. RPAS híbrido.

Fonte: AGROemDIA (2018).

1.3.6 Kamikazes e invisíveis

Os kamikazes são projetados para operar de maneira autônoma ou semiautônoma e são utilizados para ataques contra alvos específicos (Figura 10). É também conhecido como “drone militar”. São equipados com explosivos ou outras cargas destrutivas e são direcionados para o alvo, muitas vezes com o objetivo de causar danos significativos. É bastante utilizado em conflitos entre países (AVANT GEOFÍSICA, 2023).



Figura 10. RPAS Kamikaze.

Fonte: BBC (2022).

Os RPAS invisíveis (Figura 11), também empregados em operações militares, desempenham papel crucial no reconhecimento e vigilância de áreas específicas. São equipados com câmeras de alta resolução e sensores, sendo utilizados para coletar informações estratégicas sobre as tropas inimigas.



Figura 11. RPAS invisível.

Fonte: Carbone (2024).

2. COMPONENTES E TECNOLOGIA DOS RPAS

2.1 Frame

O frame de um RPAS, também conhecido como a estrutura ou chassi, é a parte fundamental que serve como a “espinha dorsal” do RPAS. É responsável por fixar todos os outros componentes, como motores, controladores de voo, baterias e sensores, bem como suportar as cargas e esforços durante o voo. Sendo assim, a principal função do frame é fornecer suporte estrutural, mantendo todos os componentes alinhados e garantindo a estabilidade e integridade do RPAS durante o voo. Portanto, é essencial que a estrutura seja fabricada, preferencialmente, com um material que ofereça resistência, rigidez e leveza ao veículo (AEROJR, 2021).

2.2 Placa Controladora

É o componente central que atua como “inteligência” ou “cérebro” do RPAS. Ela é responsável por processar todos os dados provenientes dos sensores (como acelerômetros, giroscópios, GPS, dentre outros) e controlar os motores de forma a manter o voo estável e cumprir as instruções do piloto ou do sistema de navegação automática. Ou seja, é responsável pela estabilização do RPAS e receber sinais dos sensores e do rádio de controle, processá-los e distribuir energias para os demais componentes (AEROJR, 2021).

2.3 GPS

O *Global Positioning System* (GPS) permite ao RPAS determinar sua posição geográfica com alta precisão. Esse sistema usa sinais de satélites orbitando a Terra para

calcular a localização exata dos RPAS em termos de latitude, longitude e, em muitos casos, altitude. Nesse contexto, o GPS é indispensável para executar manobras, auxiliar na navegação e compensar a influência do vento, permitindo que o RPAS mantenha uma posição específica sendo essencial quando se deseja gravar um local específico para realizar um pouso autônomo (AEROJR, 2021).

2.4 Motores

Fornece a força necessária para levantar e mover o RPAS no ar. Existem dois tipos principais de motores utilizados em RPAS: motores elétricos e motores a combustão. No entanto, a grande maioria dos RPAS utiliza motores elétricos. O tipo de motor mais utilizado nos modelos de RPAS atuais, devido à sua alta eficiência, maior durabilidade e menor necessidade de manutenção, é o motor de corrente contínua, geralmente do tipo Brushless (AEROJR, 2021).

2.5 Hélices

São responsáveis por gerar a força de elevação e controle necessários para o voo. Elas convertem a energia fornecida pelos motores em movimento do ar, criando o impulso que permite ao RPAS subir, descer, avançar, retroceder e realizar manobras. Cada hélice possui propriedades específicas, como o número de pás, o diâmetro e o passo, no qual são cuidadosamente considerados na fabricação para otimizar o voo e prolongar a vida útil do RPAS (AEROJR, 2021).

2.6 Baterias

Fornecem a energia elétrica necessária para operar os motores, sistemas de controle e outros dispositivos eletrônicos a bordo. A escolha da bateria impacta diretamente a duração do voo, a capacidade de carga e o desempenho geral do RPAS. Portanto, ao escolher o melhor modelo de RPAS, deve-se prestar atenção à capacidade de fornecimento de energia das baterias (AEROJR, 2021).

2.7 Importância e aplicações

A popularização dos RPAS expandiu seu uso para além dos fins militares. Nas últimas décadas aplicações civis e comerciais estão ganhando força, por exemplo,

empresas como a Amazon e do setor de entrega, viram o potencial para agilizar suas operações. Além disso, fotógrafos e cineastas incorporaram RPAS para capturar imagens aéreas, antes inacessíveis sem o uso de helicópteros ou aviões (NASCIMENTO; DENADAI, 2021; DJI, 2024c).

Os RPAS passaram a ser utilizados em operações de busca e resgate, facilitando a localização de vítimas em áreas de difícil acesso, onde a mobilização de equipes terrestres seria mais demorada e arriscada. Sua capacidade de sobrevoar extensas áreas e capturar imagens de alta resolução tornou-se uma grande vantagem nessas operações, contribuindo para a localização e o direcionamento de recursos (LEITE et al., 2024).

Na agricultura, os RPAS fornecem uma série de benefícios e vantagens, contribuindo para o aprimoramento e eficiência das práticas agrícolas. Possuem capacidade de coletar dados em alta resolução e de forma ágil, por exemplo, na identificação precoce de pragas e doenças, na avaliação do desenvolvimento das culturas e na aplicação precisa de insumos agrícolas, dentre outras aplicações. Assim, os RPAS desempenham um papel fundamental na busca por práticas mais eficientes e sustentáveis, proporcionando o aumento da produtividade e a redução dos impactos ambientais (LEITE et al., 2024).

Na medicina, Oliveira e Pekelman (2023) realizaram uma revisão identificando o uso de RPAS em emergências médicas gerais. Existem protótipos de RPAS (“drone ambulância”) que carregam sensores médicos para o paciente, como medidor de temperatura, medidor de batimento cardíaco e sensor de eletrocardiograma. Além disso, o RPAS ainda transmite os dados para a ambulância, de modo a garantir um tratamento mais rápido e adequado.

Além do uso recreativo, também é importante ressaltar a aplicação dos RPAS nos diversos âmbitos científicos. Dentre eles, destacam-se a pesquisa arqueológica, pesquisa oceânica e marítima, manejo florestal, recursos naturais, meteorologia, monitoramento ambiental, topografia, fotogrametria, contaminação nuclear, dentre outros (NASCIMENTO; DENADAI, 2021).

Com o crescente uso de RPAS em diversas áreas, desde atividades comerciais até recreativas, cientistas destacam que é crucial melhorar a fiscalização e a aplicação das normas atuais. Operar RPAS de maneira inadequada ou ilegal pode acarretar consequências sérias tanto para os operadores quanto para a sociedade. Isso pode levar a

situações perigosas, como operações em áreas proibidas, voos acima dos limites permitidos ou interferências com o tráfego aéreo regular. Portanto, aumentar a conscientização e a fiscalização é essencial para garantir um uso responsável e seguro dos RPAS (LUCKOW, 2024).

Para operar um RPAS segundo as normas da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), aeromodelos são aeronaves não tripuladas controladas remotamente para fins de recreação e lazer, enquanto os RPAS são usados para finalidades experimentais, comerciais ou institucionais. Os dois tipos (aeromodelos e RPAS) só podem ser operados em áreas com no mínimo 30 metros horizontais de distância das pessoas não anuentes ou não envolvidas com a operação e cada piloto remoto só poderá operar um equipamento por vez. Esses regulamentos abrangem desde o registro das aeronaves até a certificação dos operadores, além de regras específicas sobre onde e como as aeronaves podem ser operadas (BRASIL, 2023a).

As regulamentações também têm como objetivo proteger a privacidade dos cidadãos, prevenindo a captura não autorizada de imagens e dados pessoais. O uso de RPAS para vigilância ou fotografia sem permissão pode resultar em sérias violações de privacidade e, conseqüentemente, em ações legais. Portanto, é responsabilidade dos operadores de RPAS conhecer e respeitar as leis de privacidade (ANCILLOTTI, 2023).

Outro aspecto crítico das regulamentações de RPAS é a proteção do meio ambiente e da fauna. Algumas áreas, como parques nacionais e reservas naturais, têm restrições rigorosas quanto ao uso de RPAS para evitar distúrbios à vida selvagem e preservar a integridade dos ecossistemas. Operadores de RPAS devem estar cientes dessas restrições e agir de maneira responsável para minimizar o impacto ambiental de suas atividades (IEMA, 2024).

Por fim, a conformidade com as regulamentações locais e internacionais é vital para a aceitação social e a integração harmoniosa dos RPAS no espaço aéreo. Autoridades de aviação civil em diversos países trabalham em conjunto para estabelecer normas que promovam a segurança e a eficiência das operações de RPAS no contexto global. O conhecimento dessas normas facilita a cooperação internacional e abre portas para oportunidades comerciais e de pesquisa em diferentes regiões.

Portanto, compreender as leis e regulamentações que governam o uso de RPAS vai além da legalidade, sendo também uma questão de responsabilidade social, segurança

e sustentabilidade. Neste contexto, no próximo tópico, serão apresentadas com detalhes as principais regulamentações, requisitos e boas práticas que todos os operadores de RPAS devem seguir para garantir operações seguras e legais.

3. REGULAMENTAÇÃO

A regulamentação de RPAS varia de país para país, mas geralmente inclui regras sobre onde e como os RPAS podem ser operados, requisitos de registro, e permissões especiais para voos comerciais.

Os RPAS, que estão sendo usados cada vez mais no mundo, levaram muitos países a criarem regras específicas para seu uso. Nos Estados Unidos, isso foi feito pela Administração Federal de Aviação (*Federal Aviation Administration - FAA*). Na Austrália, a regulamentação ficou a cargo da Autoridade de Segurança da Aviação Civil (*Civil Aviation Safety Authority - CASA*) e na União Europeia da Agência Europeia para a Segurança da Aviação (*European Union Aviation Safety Agency - EASA*) (PRUDKIN; BREUNING, 2019).

No Brasil a regulamentação do uso dos RPAS ocorre principalmente por três órgãos, conforme apresentado na Figura 12. Cada órgão tem suas próprias regras e regulamentações para garantir a segurança e a eficiência no uso de RPAS (PRUDKIN; BREUNING, 2019).



Figura 12. Logomarcas dos órgãos de regulamentação de RPAS no Brasil.

Fonte: Brasil (2017, 2020, 2023a), adaptado pelos autores.

Nos parágrafos seguintes, serão abordadas de forma resumida, a responsabilidade, normas e regulamentações que cada órgão possui.

3.1 Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC)

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) é o órgão responsável pela regulamentação do uso de RPAS no Brasil. De acordo com o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial (RBAC-E) nº 94, a ANAC classifica os RPAS em três categorias baseadas no peso: Classe 1 (mais de 150 kg), Classe 2 (entre 25 kg e 150 kg) e Classe 3 (menos de 25 kg). RPAS com peso superior a 250 gramas devem ser registrados no Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT). Além disso, a idade mínima para operar RPAS de Classe 3 é de 18 anos, e voos noturnos são permitidos apenas com autorização especial da ANAC (BRASIL, 2023).

A segurança dos voos é uma preocupação central da ANAC. Os operadores de RPAS são obrigados a manter uma distância segura de pessoas, propriedades e outros veículos aéreos. As operações devem ser realizadas de maneira que minimizem riscos, e a ANAC especifica que, em áreas urbanas, os RPAS não podem voar sobre aglomerações de pessoas sem a devida autorização. Para garantir o cumprimento dessas normas, a ANAC estabelece penalidades para operadores que violarem as regulamentações, enfatizando a importância da segurança pública e da privacidade (BRASIL, 2017a).

Além disso, a ANAC exige que operadores de RPAS classes 1, 2 e 3 possuam seguro de responsabilidade civil para cobrir danos a terceiros. Essa medida visa proteger tanto os operadores quanto o público em geral de eventuais acidentes ou danos causados durante a operação dos RPAS. A obrigatoriedade do seguro é um dos aspectos que reforçam o compromisso da ANAC com a segurança e a responsabilidade no uso dos RPAS (BRASIL, 2017a).

A ANAC também coordena em conjunto com outras autoridades, como o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), para garantir que as operações de RPAS sejam seguras e não interfiram em outras atividades aéreas ou comunicações. Esta abordagem integrada ajuda a manter um ambiente regulatório eficiente e atualizado, refletindo as necessidades e preocupações de todas as partes envolvidas (BRASIL, 2017a).

3.2 Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA)

O Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) é responsável pela gestão do espaço aéreo brasileiro, incluindo a regulamentação do uso de RPAS. Segundo a Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40, todos os voos de RPAS em áreas

controladas, urbanas ou próximas a aeroportos precisam de autorização prévia. Esta autorização deve ser solicitada por meio do Sistema de Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo por RPAS - SARPAS (BRASIL, 2023a).

A altura máxima permitida para voos de RPAS sem autorização específica é de 120 metros (400 pés). Voos acima dessa altitude requerem uma autorização especial do DECEA. Além disso, os RPAS devem manter uma distância mínima de 30 metros horizontais de pessoas não envolvidas na operação para garantir a segurança (BRASIL, 2023d).

O DECEA também especifica que os operadores devem seguir procedimentos rigorosos de segurança. Por exemplo, é necessário garantir que os RPAS estejam sempre dentro do campo visual do operador, exceto em casos em que haja uma autorização específica para operações além da linha de visada representada pela sigla BVLOS (*Beyond Visual Line of Sight*) que é o tipo de operação em que o piloto remoto não consegue se manter com a aeronave remotamente pilotada dentro do seu alcance visual, mesmo com auxílio de observadores de RPAS. Essas medidas ajudam a prevenir acidentes e garantir que os RPAS não interfiram com outras aeronaves (BRASIL, 2019b).

Para facilitar a gestão e o controle do espaço aéreo, o DECEA desenvolveu o SARPAS, um sistema online onde operadores podem solicitar autorizações de voo. Esse sistema visa agilizar o processo de obtenção de permissões e garantir que todas as operações de RPAS sejam registradas e monitoradas de maneira eficaz (BRASIL, 2019b).

3.3 Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL)

Para qualquer finalidade ou necessidade, é obrigatório que o RPAS tenha a homologação da ANATEL para ser usado, comercializado ou importado no Brasil. Isso se deve ao fato de que os RPAS geralmente utilizam radiofrequência, como as de aparelhos Wi-Fi, e o espectro radioelétrico é regulamentado pela ANATEL para evitar interferências que poderiam prejudicar diversas comunicações, incluindo as aeronáuticas (SCUSSEL, 2016).

A certificação do RPAS assegura que ele opera nas frequências corretas e dentro dos limites de emissão estabelecidos pela ANATEL, além de garantir a segurança do usuário e da rede elétrica. A homologação é válida por dois anos, desde que não haja alterações no produto e é um processo essencial para assegurar que os RPAS cumpram

os padrões técnicos de segurança e eficiência. Se houver mudanças, a certificação deve ser revisada e atualizada (SCUSSEL, 2019).

Usar ou vender um RPAS não homologado é ilegal e pode resultar em multas graves, além de outros prejuízos como a retirada do produto do mercado. Portanto, a homologação não é apenas um diferencial, mas uma exigência básica para a comercialização de RPAS (SCUSSEL, 2016).

Além de garantir a segurança e a eficiência das comunicações, a ANATEL colabora com outros órgãos reguladores, como a ANAC e o DECEA, para assegurar que todas as regulamentações aplicáveis aos RPAS sejam coerentes e abrangentes.

4. LEIS, REGULAMENTOS, INSTRUÇÕES E MANUAIS

4.1 LEI Nº 7.565 – Código Brasileiro de Aeronáutica

Esta lei, de 19 de dezembro de 1986, aborda várias questões sobre regulamentações no setor de aviação, incluindo disposições específicas sobre o uso de RPAS (BRASIL, 1986).

Principais Seções:

4.1.1 Autorização e Licenças:

- Qualquer uso de RPAS deve ser autorizado pela autoridade aeronáutica competente.

- Pilotos de RPAS devem ter a habilitação necessária para operar essas aeronaves.

4.1.2 Responsabilidades do Operador

- Os operadores de RPAS são responsáveis por garantir que a aeronave esteja em conformidade com todas as regulamentações de segurança.

- Devem garantir que os RPAS não sejam usados de maneira que comprometa a segurança pública ou a ordem.

4.1.3 Uso e Manutenção

- RPAS devem ser utilizados de acordo com as prescrições dos certificados e homologações específicas.

- A manutenção e reparação de RPAS devem ser realizadas em oficinas homologadas pela autoridade competente.

4.1.4 Infrações e Penalidades

- Infrações relacionadas ao uso de RPAS incluem a operação sem matrícula, a violação das normas de tráfego aéreo e o uso de RPAS para transporte de materiais perigosos sem a devida licença.

- Penalidades podem incluir multas, suspensão ou cassação de licenças e certificados.

4.1.5 Requisitos de Segurança

- RPAS devem estar equipados com todos os equipamentos de segurança exigidos.

- É proibido realizar voos sem os equipamentos necessários ou com RPAS não homologados para certas operações.

4.1.6 Regulamentação Internacional

- Operadores de RPAS devem cumprir convenções e atos internacionais aplicáveis ao espaço aéreo brasileiro.

- RPAS estrangeiros que operem no Brasil precisam ter autorizações específicas e cumprir com todas as regulamentações locais.

- Os operadores de RPAS são responsáveis por quaisquer danos causados a terceiros na superfície ou por objetos lançados dos RPAS. Além disso, em casos de transporte de passageiros ou cargas, existem regras específicas que regulamentam a indenização em situações de atrasos, perdas ou danos.

Para ler esta Lei na íntegra, acesse o link: [LEI 7565](#).

4.2 RBAC nº 45: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

Este regulamento estabelece as regras para a identificação de aeronaves, motores, hélices e outras partes relacionadas, além de definir as marcas de nacionalidade e de matrícula para aeronaves civis registradas no Brasil (BRASIL, 2020a).

Principais Seções:

4.2.1 Identificação de Aeronaves e Produtos Relacionados

- Placa de Identificação: Toda aeronave e motor devem ter uma placa de identificação resistente ao fogo, contendo informações como nome do fabricante, modelo, número de série, entre outros.

- Componentes Críticos: Peças com limite de vida útil devem ser marcadas com informações permanentes e legíveis.

- Peças de Reposição: Devem ser marcadas com informações específicas, incluindo o símbolo da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil).

4.2.2 Marcas de Nacionalidade e de Matrícula

- Requisitos Gerais: As marcas devem ser pintadas ou aplicadas de forma que não se desfaçam, contrastem com o fundo e sejam legíveis.

- Aeronaves Antigas e de Exibição: Podem ter requisitos especiais, como marcas temporárias ou dispensadas de exibir certas marcas em voos de exibição.

- Localização das Marcas: Devem ser colocadas em locais específicos na aeronave, como nas asas e na fuselagem, e devem seguir proporções de tamanho e espaçamento.

- Placa de Marcas: Além da placa de identificação, aeronaves devem ter uma placa adicional com as marcas de nacionalidade e matrícula.

4.2.3 Regras Específicas para Certos Tipos de Aeronaves

- Aeronaves de Asa Fixa e Rotativa: As marcas devem ser colocadas em locais específicos como asas, fuselagem ou estabilizadores, dependendo do tipo de aeronave.

- Balões e Dirigíveis: Têm regras específicas para a colocação das marcas devido à sua estrutura particular.

4.2.4 Marcas de Aeronave Exportada e Venda

- Exportação: Aeronaves fabricadas para exportação podem ter marcas do país de destino, mas têm restrições de voo no Brasil.

- Venda: Quando uma aeronave registrada no Brasil é vendida, todas as marcas brasileiras devem ser removidas, a menos que o novo proprietário cumpra certas condições.

Para ler este regulamento na íntegra, acesse o link: [RBAC nº 45](#).

4.3 RBAC nº 43: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

O Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 43, em sua emenda nº 05, estabelece as regras para a manutenção, manutenção preventiva, reconstrução e alteração de aeronaves (BRASIL, 2021).

Principais Seções:

4.3.1 Aplicabilidade

Este regulamento se aplica a qualquer aeronave com certificado de aeronavegabilidade brasileiro, e a suas partes como célula, motor, hélice e acessórios. Exceções incluem aeronaves com certificado de autorização de voo experimental.

4.3.2 Definições

Termos importantes como “reconstrução” e “tarefa de manutenção crítica” são definidos para padronizar a interpretação.

4.3.3 Registro de Manutenção

- Requisitos detalhados para registro de revisão geral e reconstrução.
- Procedimentos para controle e registro de peças com limite de vida.

4.3.4 Pessoas Autorizadas

- Especifica quem pode executar e aprovar a manutenção, incluindo mecânicos com licença da ANAC e organizações certificadas.

4.3.5 Aprovação para Retorno ao Serviço

- Detalha os procedimentos e registros necessários para aprovar uma aeronave para retorno ao serviço após manutenção ou alteração.

4.3.6 Regras de Execução

- Define os métodos e práticas aceitas para execução de manutenção, com ênfase no uso de ferramentas e equipamentos adequados.

4.3.7 Inspeções

- Descreve as regras adicionais para execução de inspeções, incluindo inspeções anuais e de 100 horas, e inspeções progressivas.

4.3.8 Limitações de Aeronavegabilidade

- As inspeções e manutenções devem ser feitas conforme especificado nos manuais do fabricante e nas instruções de aeronavegabilidade continuada.

4.3.9 Manutenção por Organizações Estrangeiras

- Permite que organizações de manutenção estrangeiras realizem serviços em aeronaves brasileiras, desde que atendam às condições acordadas pela ANAC.

4.3.10 Grandes Alterações e Reparos

- Define o que constitui grandes alterações e reparos em célula, motor, hélice e equipamentos, com uma lista detalhada de exemplos.

4.3.11 Registros de Manutenção

- Requisitos para anotações e falsificação de registros, assegurando a integridade dos dados de manutenção.

Este regulamento é crucial para manter a segurança e a conformidade das operações de manutenção de aeronaves no Brasil, estabelecendo padrões claros e exigências rigorosas para todos os envolvidos no processo de manutenção aeronáutica.

Para ler este regulamento na íntegra, acesse o link: [RBAC nº 43](#).

4.4 RBAC-E nº 94: Regulamento Brasileiro da Aviação Civil

É o regulamento que estabelece os requisitos para a operação de aeronaves não tripuladas, conhecidas como RPAS, no Brasil. Este regulamento é fundamental para garantir a segurança, a legalidade e a padronização das operações com RPAS (BRASIL, 2023).

Principais Seções:

4.4.1 Classificação das Aeronaves Não Tripuladas

- RPAS são classificados de acordo com seu peso máximo de decolagem.
- As classes são:
 - Classe 1: RPAS com peso acima de 150 kg.
 - Classe 2: RPAS com peso entre 25 kg e 150 kg.
 - Classe 3: RPAS com peso entre 250 g e 25 kg.
 - RPAS recreativos (abaixo de 250 g) têm regulamentação específica e simplificada.

4.4.2 Registro e Identificação

- Todos os RPAS das Classes 1, 2 e 3 devem ser registrados na ANAC.
- O registro inclui informações sobre o operador e a aeronave.
- RPAS devem exibir uma identificação visível contendo o número de registro.

4.4.3 Habilitação de Pilotos

- Pilotos de RPAS precisam obter uma habilitação adequada.
- Para RPAS de Classe 1 e 2, é necessária uma licença específica.
- Pilotos de RPAS de Classe 3 precisam de um certificado de conhecimento técnico.

4.4.4 Condições de Operação

- RPAS devem ser operados em áreas distantes de terceiros, a não ser que haja uma avaliação de risco aprovada.
 - Operações em áreas urbanas ou próximas a pessoas precisam de autorizações específicas.
 - Existem restrições de altitude e distâncias mínimas a serem mantidas de pessoas, edificações e aeródromos.

4.4.5 Segurança Operacional

- Operadores devem realizar avaliações de risco operacional.

- RPAS devem estar em boas condições de manutenção e operar dentro das especificações do fabricante.

- Operações devem ser suspensas em condições meteorológicas adversas ou em situações que possam comprometer a segurança.

4.4.6 Responsabilidade do Operador

- Operadores são responsáveis por qualquer dano causado a terceiros.

- Devem seguir todas as normas de segurança e estar cientes das consequências legais em caso de infração.

- A documentação de voo e manutenção deve ser mantida e apresentada à ANAC quando solicitado.

4.4.7 Autorização e Fiscalização

- A ANAC é a autoridade responsável por emitir autorizações para operações especiais.

- A fiscalização das operações de RPAS é realizada pela ANAC, que pode aplicar penalidades em caso de descumprimento das normas.

4.4.8 Treinamento e Certificação

- Treinamentos específicos são exigidos para pilotos de RPAS.

- Instituições de ensino e treinamento precisam ser certificadas pela ANAC.

4.4.9 Normas Específicas para RPAS de Segurança Pública e Defesa Civil

- RPAS operados por órgãos de segurança pública, polícia, fiscalização tributária, defesa civil, e corpo de bombeiros possuem normas específicas e mais flexíveis. Essas operações precisam de avaliações de risco e podem ser realizadas em áreas urbanas com devidas autorizações.

- A contratação de seguros é recomendada para cobrir possíveis danos a terceiros. Além disso, os operadores devem respeitar a privacidade das pessoas e seguir as regulamentações de proteção de dados pessoais. É essencial que os operadores se mantenham atualizados sobre as normas e regulamentações em vigor, garantindo a conformidade com todas as exigências legais.

Para ler este regulamento na íntegra, acesse o link: [RBAC-E nº 94](#).

4.5 ICA 100-12: Instrução sobre Regras do Ar

Este documento estabelece as regras de tráfego aéreo no Brasil, garantindo a segurança e eficiência das operações aéreas, conforme as normas internacionais (BRASIL, 2016).

Principais Seções:

4.5.1 Disposições Preliminares

- Finalidade: Regulamentar as regras de tráfego aéreo no Brasil de acordo com a Convenção de Aviação Civil Internacional.

- Âmbito: Aplica-se a todos os órgãos e usuários do espaço aéreo sob jurisdição do Brasil.

4.5.2 Definições e Abreviaturas

- Fornece definições detalhadas de termos e abreviaturas usadas nas regras de tráfego aéreo, como aeródromo, aeronave, níveis de voo, entre outros.

4.5.3 Aplicabilidade das Regras do Ar

- Autoridade Competente: O DECEA é responsável pelo estabelecimento e modificação das regras.

- Obediência às Regras do Ar: As operações de aeronaves devem seguir as regras gerais e específicas de voo visual (VFR - *Visual Flight Rules*) e por instrumentos (IFR - *Instrument Flight Rules*).

4.5.4 Regras Gerais

- Proteção de Pessoas e Propriedades: Proíbe a operação negligente ou imprudente de aeronaves.

- Alturas Mínimas: Estabelece alturas mínimas para voo sobre áreas habitadas.

- Lançamento de Objetos e Pulverização: Necessita de autorização específica.

- Voos Acrobáticos: Permitidos somente em áreas designadas ou com autorização.

- Áreas Proibidas e Restritas: Define as condições para voos em áreas com restrições.

4.5.5 Prevenção de Colisões

- Proximidade: Proíbe voar muito próximo de outra aeronave.
- Direito de Passagem: Define regras de prioridade entre diferentes tipos de aeronaves.
- Luzes de Navegação: Estabelece o uso de luzes para indicar a posição e movimento das aeronaves.

4.5.6 Planos de Voo

- Apresentação do Plano de Voo: Necessário para operações controladas.
- Conteúdo do Plano de Voo: Informações detalhadas sobre o voo planejado.
- Mudança e Encerramento do Plano de Voo: Procedimentos para notificar alterações e encerrar planos de voo.

4.5.7 Regras de Voo Visual (VFR - *Visual Flight Rules*)

- Critérios Gerais: Condições e responsabilidades do piloto para voos visuais.
- Condições Meteorológicas: Mínimos de visibilidade e distância de nuvens para voo VFR.

4.5.8 Regras de Voo por Instrumentos (IFR - *Instrument Flight Rules*)

- Condições para Realização de Voo IFR: Requisitos para voos em condições meteorológicas adversas.
- Serviço de Controle de Tráfego Aéreo: Necessidade de autorização do controle de tráfego aéreo.

4.5.9 Disposições Finais

- Inclui referências e anexos sobre sinais, balões livres não tripulados, interferência ilícita e interceptação de aeronaves.

Para ler esta instrução na íntegra, acesse o link e clique em visualizar: [ICA-100-12](https://doi.org/10.29327/5433585).

4.6 ISE94-003A

Este documento é uma instrução suplementar que estabelece procedimentos para a elaboração e utilização de avaliações de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas (BRASIL, 2017b).

Principais Seções:

4.6.1 Objetivo

- Estabelecer procedimentos para avaliação de risco operacional conforme o RBAC-E nº 94.

4.6.2 Fundamentos

- Define a instrução suplementar como uma norma para detalhar e orientar a aplicação de requisitos previstos em regulamentos.

4.6.3 Definições

- Perigo: Condição ou atividade que pode causar lesões ou danos.
- Probabilidade: Frequência de ocorrência de um evento devido a um perigo.
- Severidade: Grau de consequência de um evento perigoso.
- Risco: Avaliação das consequências de um perigo em termos de probabilidade e severidade.
- Tolerabilidade: Grau de aceitabilidade do risco avaliado.

4.6.4 Procedimentos para Avaliação de Risco Operacional

- Identificação do operador e das aeronaves envolvidas.
- Identificação do cenário operacional e da legislação aplicável.
- Declaração sobre a necessidade de manutenção em áreas distantes de terceiros.
- Descrição de treinamentos e procedimentos em caso de acidentes.
- Avaliação de risco detalhando perigos, probabilidade, severidade, medidas mitigatórias, e nível hierárquico de autorização.

4.6.5 Matriz de Risco

- Níveis de probabilidade variando de “frequente” a “muito improvável”.

- Níveis de severidade variando de “catastrófico” a “insignificante”.
- Classificações de risco variando de “risco extremo” a “risco muito baixo”, com diferentes níveis de autorização e medidas mitigatórias requeridas.

4.6.6 Disposições Finais

- Declaração de conhecimento e cumprimento da legislação pelos pilotos remotos.
- Validade da avaliação de risco por 12 meses, com necessidade de atualização periódica.

Um exemplo de avaliação de risco inclui várias situações: a perda do link, que tem uma probabilidade remota e severidade insignificante, resultando em baixo risco; a existência de tráfego aéreo local, com probabilidade muito improvável e severidade catastrófica, resultando em risco moderado; a presença de pessoas não anuentes, com probabilidade muito improvável e severidade crítica, resultando em risco baixo; e ventos acima de X nós, com probabilidade ocasional e severidade catastrófica, resultando em risco extremo.

Para ler esta instrução na íntegra, acesse o link: [ISE94-003A](#).

4.7 ICA 100-40: Aeronaves não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro

Este documento é uma Instrução que regulamenta o uso de aeronaves não tripuladas (RPAS) no espaço aéreo brasileiro, garantindo a segurança e a integração dessas aeronaves com as operações aéreas tradicionais (BRASIL, 2023a).

Principais Seções:

4.7.1 Disposições Preliminares

- Finalidade: Regulamentar os procedimentos e responsabilidades para o acesso seguro ao espaço aéreo por RPAS.
- Competência: O DECEA é responsável por legislar sobre o acesso ao espaço aéreo.

4.7.2 Definições e Abreviaturas

- Define termos importantes como Aeronave Não Tripulada (UA), Piloto Remoto, Operação VLOS (*Visual Line of Sight*), entre outros.

4.7.3 Estrutura do Espaço Aéreo Brasileiro

- Explica a organização e as responsabilidades do DECEA e seus órgãos regionais no gerenciamento e controle do espaço aéreo.

4.7.4 Premissas

- Destaca a importância da segurança operacional e a necessidade de autorizações para o uso do espaço aéreo por RPAS.

4.7.5 Documentação Específica

- Da Aeronave: RPAS devem ter documentação específica como certificado de aeronavegabilidade e matrícula.

- Do Piloto: Pilotos remotos devem ter licenças e habilitações específicas, emitidas pela ANAC.

4.7.6 Regras para Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por RPAS

- Regras Gerais: RPAS precisam de autorização para operar no espaço aéreo brasileiro. Essa autorização pode ser automática ou após análise pelo órgão responsável.

- Regras Específicas: Detalha as condições para operações em diferentes alturas e proximidades de aeródromos e helipontos.

4.7.7 Processo de Solicitação de Autorização

- Explica como solicitar autorizações via o Sistema para Solicitação de Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Não Tripuladas (SARPAS).

4.7.8 Segurança Operacional

- Planejamento do Voo: Importância do planejamento para garantir a segurança.

- Investigação de Acidentes: Procedimentos para investigação e prevenção de acidentes e incidentes.

4.7.9 Situações de Contingência ou Emergência

- Terminação de Voo: Procedimentos para finalizar um voo de forma segura em caso de emergência.

4.7.10 Proteção e Salvaguarda

- Proteção: Medidas para garantir a segurança das operações.
- Salvaguarda: Responsabilidade pela segurança das operações com RPAS.

4.7.11 Infrações e Questões Legais

- Transgressões: Define as infrações e as sanções aplicáveis.
- Respeito aos Direitos Individuais: Garantias de respeito aos direitos individuais durante operações com RPAS.

4.7.12 Disposições Finais

- Considerações finais e referências adicionais para aprofundamento.

Para ler esta instrução na íntegra, acesse o link e clique em visualizar: [ICA-100-40](#).

4.8 MCA 56-2

O manual “MCA 56-2” do Ministério da Defesa, Comando da Aeronáutica, regulamenta o uso de aeronaves não tripuladas para fins recreativos, especificamente aeromodelos, no espaço aéreo brasileiro (BRASIL, 2023b).

Principais Seções:

4.8.1 Finalidade e Âmbito

- Regular os procedimentos e responsabilidades para o uso recreativo de RPAS.
- Aplicável a operadores de RPAS recreativos e órgãos reguladores do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB).

4.8.2 Definições e Abreviaturas

- Termos como aeromodelo, aeródromo, espaço aéreo controlado, entre outros, são definidos para padronizar a comunicação e as operações.

4.8.3 Regras Gerais

- RPAS recreativos devem ser cadastrados na ANAC se tiverem Peso Máximo de Decolagem (PMD) acima de 250g.
- Operações devem ocorrer em Espaços Aéreos Condicionados (EAC) ou seguir regras claras fora desses espaços.
- Voos não podem interferir com aeronaves tripuladas ou operações de segurança pública.

4.8.4 Cadastro de Aeromodelos e Pilotos

- RPAS com Peso Máximo de Decolagem (PMD) acima de 250g devem ser registrados no sistema SISANT da ANAC.
- Voos devem ser solicitados pelo sistema SARPAS com antecedência mínima de 30 min (trinta minutos) em relação ao início da operação pretendida.

4.8.5 Operações em Espaços Aéreos Condicionados (EAC)

- Estabelecem parâmetros como limites de altura e velocidade, além de regras específicas para operações seguras.

4.8.6 Operações Fora de Espaços Aéreos Condicionados

- Restrições adicionais, como distâncias mínimas de aeródromos e heliportos, limites de altura e velocidade, e condições meteorológicas adequadas.

4.8.7 Disposições Finais

- DECEA e órgãos regionais têm autoridade para revogar autorizações de voo sem aviso prévio.
- Sugestões para aprimoramento do manual devem ser enviadas ao DECEA.

Este manual garante a segurança e a organização do uso recreativo de RPAS no Brasil, assegurando que operadores cumpram regras específicas para minimizar riscos a outras aeronaves, pessoas e propriedades.

Para ler este manual na íntegra, acesse o link e clique em visualizar: [MCA 56-2](#).

Os Manuais MCA 56-1, MCA 56-3 e MCA 56-4 foram revogados.

4.9 MCA 56-5: Aeronaves Não Tripuladas para Uso Exclusivo em Operações Aéreas Especiais

Principais Seções (BRASIL, 2023c):

4.9.1 Objetivo

O Manual do Comando da Aeronáutica (MCA) 56-5 estabelece procedimentos e responsabilidades para o uso de RPAS em operações aéreas especiais no Brasil.

4.9.2 Definições Importantes

- RPAS: Qualquer aeronave que possa voar sem piloto a bordo.
- Operação Aérea Especial: Operação realizada em circunstâncias não comuns, sem planejamento prévio.
- Observador de RPAS: Pessoa que auxilia o piloto remoto, mantendo contato visual com a aeronave.

4.9.3 Cadastro de Aeronaves e Pilotos

- RPAS com peso superior a 250g devem ser cadastrados na ANAC.
- Pilotos devem ser certificados e vinculados a uma pessoa jurídica responsável pela aeronave.

4.9.4 Regras para Acesso ao Espaço Aéreo

- Autorização: O uso do espaço aéreo deve ser autorizado pelo DECEA.
- Segurança: Priorizar a segurança operacional, minimizando riscos para outras aeronaves e pessoas.
- Condições Meteorológicas: Operações devem evitar condições meteorológicas adversas.

4.9.5 Parâmetros Operacionais

- Altura e Velocidade: Regras específicas para operações baseadas na altura e velocidade do voo.
- Distância de Aeródromos: Manter distância mínima de aeródromos e helipontos cadastrados.

- VLOS e BVLOS: Operações visuais e além da linha de visada têm requisitos específicos.

4.9.6 Campos Visuais

Em operações com RPAS, existem três tipos principais de campos visuais que determinam o modo como o piloto controla o equipamento (Figura 13):

- BVLOS (*Beyond Visual Line of Sight*): São aquelas que o piloto não consegue manter contato visual com o drone durante o voo, sendo necessário o uso de tecnologias avançadas, como câmeras e sensores, para controle remoto seguro.

- VLOS (*Visual Line of Sight*): Quando o piloto mantém contato visual direto com o RPAS (sem auxílio de binóculos, lentes ou qualquer outro tipo de equipamento).

- EVLOS (*Extended Visual Line of Sight*): O piloto remoto guia o RPAS com auxílio de algum observador em terra.



Figura 13. Campos visuais.

Fonte: Hoffmann (2022).

4.9.7 Responsabilidades do Operador

- Segurança: Adotar medidas de prevenção e segurança.

- Coordenação: Realizar briefings (preleção - momento em que explanará, detalhadamente, como transcorrerá a referida missão, desde o apronto inicial até o encerramento completo do voo) com órgãos de controle de tráfego aéreo quando necessário.

- Interferência: Evitar interferência em operações de aeronaves tripuladas.

4.9.8 Regras Específicas para Órgãos Especiais

- Operações de Segurança Pública e Defesa Civil: Possuem normas específicas e mais flexíveis.

- Acordo Operacional: Operações acima de 400 pés devem ter um acordo operacional prévio.

O MCA 56-5/2023 detalha os procedimentos para o uso de RPAS em operações aéreas especiais, enfatizando a segurança e a coordenação com autoridades aeronáuticas. O regulamento é essencial para garantir a operação segura e eficiente dessas aeronaves no espaço aéreo brasileiro.

Para ler este manual na íntegra, acesse o link e clique em visualizar: [MCA 56-5](#).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A regulamentação do uso e operação de RPAS é uma área crítica para garantir a segurança e a eficiência das atividades realizadas com essas aeronaves não tripuladas. Leis e normas específicas, como o MCA 56-5 e o RBAC-E nº 94, estabelecem diretrizes detalhadas que todos os operadores devem seguir. Estas regulamentações abrangem desde o registro e a certificação dos RPAS até os requisitos para a habilitação dos pilotos, passando por regras de segurança operacional e condições de voo. Sem uma compreensão e cumprimento adequados dessas normas, as operações de RPAS podem representar riscos significativos para a segurança pública e para outras aeronaves.

Conhecer as regras antes de manusear RPAS é essencial não apenas para a segurança, mas também para a legalidade das operações. As regulamentações definem áreas onde o voo de RPAS é permitido, as alturas máximas que podem ser alcançadas e as distâncias seguras que devem ser mantidas de pessoas, edificações e outras aeronaves. Além disso, as normas especificam as condições em que é necessário obter autorizações adicionais, como em operações além da linha de visada (BVLOS) ou em áreas urbanas e próximas a aeródromos. O não cumprimento dessas regras pode resultar em penalidades severas, incluindo multas e a suspensão das licenças de operação.

As regras também garantem que os operadores estejam preparados para lidar com situações de emergência e mitigar os riscos associados ao uso de RPAS. A implementação de procedimentos de segurança, como a realização de avaliações de risco operacional e a

manutenção adequada dos equipamentos, é mandatória. Essas medidas não só protegem o público e as propriedades, mas também asseguram que as operações de RPAS possam ser realizadas de maneira eficaz e sem interrupções desnecessárias. Os operadores devem estar cientes de suas responsabilidades legais e operacionais para evitar acidentes e incidentes que possam comprometer a segurança.

Em suma, a regulamentação rigorosa e bem definida do uso de RPAS é fundamental para o desenvolvimento seguro e sustentável dessa tecnologia. Operadores informados e conscientes das leis e normas podem operar RPAS de forma responsável, contribuindo para a inovação e a expansão do uso de aeronaves não tripuladas em diversos setores. Portanto, antes de manusear um RPAS, é imperativo que os operadores se familiarizem com as regulamentações aplicáveis, garantindo que todas as operações sejam conduzidas dentro dos parâmetros legais e de segurança estabelecidos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEROJR. **Conheça Os Principais Componentes De Um Drone**. 2021. Disponível em: <<https://aerojr.com/blog/principais-componentes-de-um-drone/>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

AGRIMETRICA. **Aerofotogrametria**. Agrimensura e topografia. 2021. Disponível em: <<https://agrimetricatopografia.com.br/aerofotogrametria/>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

AGROEMDIA. **Agrishow apresenta drone híbrido para monitoramento de lavouras**. 2018. Disponível em: <<https://agroemdia.com.br/2018/04/30/agrishow-apresenta-drone-hibrido-para-monitoramento-de-lavouras/>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

ANCILLOTTI, L. **Drones na segurança pública: proteção ou violação de direitos?: Entenda os limites legais e as implicações na privacidade dos cidadãos no uso de drones na segurança pública**. Jusbrasil. 2023. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/artigos/drones-na-seguranca-publica-protexao-ou-violacao-de-direitos/1795125946>>. Acesso em: 5 jul. 2024.

AVANT GEOFÍSICA. **Conheça os Principais Modelos de Drones e Para Que Eles Servem**. 2023. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/conheça-os-principais-modelos-de-drones-e-para-que-eles-5ksxf>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

BBC. **Guerra na Ucrânia: o que são os 'drones kamikazes' que a Rússia é acusada de usar na guerra**. BBC News Brasil, 2022. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-63290409>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

BRASIL. ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC-E) nº 43. **Diário Oficial da União**, p. 1–31, 2021. Disponível em: <https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-43/@@display-file/arquivo_norma/RBAC43EMD05.pdf>. Acesso em: 4 jul. 2024.

_____. ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC-E) nº 45. **Diário Oficial da União**, p. 1–11, 2020a. Disponível em: <www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-045/@@display-file/arquivo_norma/RBAC45EMD04.pdf>. Acesso em: 19 ago. 2024.

_____. ANAC. Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC-E) nº 94. **Diário Oficial da União**, 2023. Disponível em: <<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-e-94>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

_____. ANAC. **DRONES**. 2017a. Disponível em: <<https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

_____. ANAC. **Instrução suplementar IS NºE94-003**. Procedimentos para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas. p. 10, 2017b. Disponível em:

<<https://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/iac-e-is/is/is-e94-003>>.
Acesso em: 4 jul. 2024.

_____. ANATEL. **Glossário de Termos da Anatel**. 2020. Disponível em: <<https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/glossario?catid=12&faqid=3254>>. Acesso em: 11 jul. 2024.

_____. DECEA. Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA 100-12). **Regras do Ar**. p. 1-83, 2016. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ICA-100-12>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

_____. DECEA. Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA 100-40). **Aeronaves não Tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro**. p. 1–57, 2023a. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/ICA-100-40>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

_____. DECEA. Manual do Comando da Aeronáutica (MCA 56-2). **Aeronaves não Tripuladas Para Uso Recreativo – Aeromodelos**. p. 1–31, 2023b. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/MCA-56-2>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

_____. DECEA. Manual do Comando da Aeronáutica (MCA 56-5). **Aeronaves não Tripuladas Para Uso Exclusivo em Operações Aéreas Especiais**. p. 1–33, 2023c. Disponível em: <<https://publicacoes.decea.mil.br/publicacao/MCA-56-5>>. Acesso em: 19 ago. 2024.

_____. DECEA. **Até que altura é permitido fazer um voo de drone?**. 2023d. Disponível em: <<https://ajuda.decea.mil.br/base-de-conhecimento/ate-que-altura-e-permitido-fazer-um-voo-de-drone/>>. Acesso em: 5 jul. 2024.

_____. DECEA. **Qual a diferença entre drone, VANT e RPAS?**. 2019a. Disponível em: <<https://ajuda.decea.mil.br/base-de-conhecimento/qual-a-diferenca-entre-drone-vant-e-rpas/>>. Acesso em: 5 jul. 2024.

_____. DECEA. **SARPAS NG – Qual a diferença entre operação de drone VLOS e EVLOS?**. 2019b. Disponível em: <<https://ajuda.decea.mil.br/base-de-conhecimento/qual-a-diferenca-entre-operacao-de-drone-vlos-e-evlos/>>. Acesso em: 11 jul. 2024.

_____. **Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986**. p. 1–52, 1986. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7565.htm>. Acesso em: 11 jul. 2024.

CARBONE, F. **Drone invisível da Airbus pode ajudar pilotos de avião em combates**. MUNDO CONECTADO. 2024. Disponível em: <<https://www.mundoconectado.com.br/drones/novo-drone-invisivel-airbus/>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

DA SILVA NASCIMENTO, A. J.; DENADAI, M. S. Drone, a história desta tecnologia. **Tekhne e Logos**, v. 12, n. 2, p. 48–56, 2021. Disponível em: <<http://www.revista.fatecbt.edu.br/index.php/tl/article/view/746/445>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

DARPA. **UAVs**. Defense advanced research projects agency. 2024. Disponível em: <<https://www.darpa.mil/about-us/timeline/amber-predator-global-hawk-predator>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

DE MORAES, L. R.; DE ARAÚJO NETO, L. T.; DE AZEVEDO GARCIA, L. H.; MENDONÇA, M. A. B.; DOS SANTOS, R. R. e NETO, O. C. Benefícios, desafios e legislações para utilização de drones na produção agrícola: uma revisão da literatura. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 3, n. 3, 2024. Disponível em: <<https://revista.unipacto.com.br/index.php/multidisciplinar/article/view/2181>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

DJI. **O que é um drone? Entenda as características e tecnologias!** Blog Oficial. 2024a. Disponível em: <<https://blog.lojadji.com.br/o-que-e-um-drone/>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

_____. **Um guia completo dos principais tipos de drones profissionais**. Blog Oficial. 2024b. Disponível em: <<https://blog.lojadji.com.br/principais-tipos-de-drones-profissionais/>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

_____. **A História dos Drones: da Segunda Guerra Mundial à Era Digital**. Blog Oficial. 2024c. Disponível em: <<https://blog.lojadji.com.br/historia-dos-drones/>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FARMFOR. **Drone pulverizador da chinesa Chufangagri leva até 18 kg de carga**. 2021. Disponível em: <<https://www.farmfor.com.br/posts/drone-pulverizador-da-chinesa-chufangagri-leva-ate-18-kg-de-carga/>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

FINN, P. **Drones revolution began in Calif. garage**. The Seattle Times. 2011. Disponível em: <<https://www.seattletimes.com/nation-world/drones-revolution-began-in-calif-garage/>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

FORNARI, M.; AMADO, T. J. C.; MOGORRÓN, H. C. e CHIOMENTO, J. L. T. Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) sobre o campo. **Plantio Direto e Tecnologia Agrícola**, 2020. Disponível em: <<https://plantiodireto.com.br/artigos/47>>. Acesso em: 4 jul. 2024.

GIANOTTO J. **ANAC está coletando informações sobre uso de drones para pulverização no Brasil**. AEROIN, 2021. Disponível em: <<https://aeroin.net/anac-esta-coletando-informacoes-sobre-uso-de-drones-para-pulverizacao-no-brasil/>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

HOFFMANN, E. **Mercado americano de Drones quer regras para voos BVLOS**. **MundoGEO**. 2022. Disponível em: <<https://mundogeo.com/2022/04/06/mercado-americano-quer-regras-para-voos-bvlos/>>. Acesso em: 20 ago. 2024.

IEMA. **Iema publica normativa que disciplina o uso de drones nas Unidades de Conservação**. 2024. Disponível em: <<https://iema.es.gov.br/Notícia/iema-publica-normativa-que-disciplina-o-uso-de-drones-nas-unidades-de-conservacao>>. Acesso em: 5 jul. 2024.

LEITE, M. J. S.; DOS SANTOS, A. L.; PEREIRA, D. C. e LIMA, J. A. Q. L. Trajetória do uso de drones como ferramentas de monitoramento e combate à violência em segurança pública. **Revista FT - Saúde Coletiva**, v. 28, n. 130, 2024. Disponível em: <10.5281/zenodo.10607417>. Acesso em: 7 jul. 2024.

LUCKOW, A. P. da S. **Perigo da utilização de aeronaves remotamente pilotadas em área de tráfego aéreo**. 2024. Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2024. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/959a619e-0259-4c5a-969f-ef1dcbebc009>. Acesso em: 8 jul. 2024.

NATIONALMUSEUM. National Museum of The United States Air Force. **Kettering Aerial Torpedo “Bug”**. 2024. Disponível em: <https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/198095/kettering-aerial-torpedo-bug/>. Acesso em: 15 jul. 2024.

OLIVEIRA, L. E. M.; PEKELMAN, H. Uso de drones adaptados para emergências médicas. **RMEC - Revista Mackenzie de Engenharia e Computação**. v. 23, n. 1, 2023. Disponível em: <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/rmec/article/view/15984>. Acesso em: 15 jul. 2024.

OXFORDLANGUAGES. **Oxford Languages and Google**. 2024, Online. Oxford University Press. Disponível em: <https://languages.oup.com/google-dictionary-pt/>. Acesso em: 16 jul. 2024.

PRUDKIN, G.; BREUNING, F. M. **Drones e Ciência: teoria e aplicações metodológicas**. FACOS-UFSM, 2019. v. 1. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/18774>. Acesso em: 16 jul. 2024.

SCUSSEL, A. **Saiba tudo sobre a Certificação e Homologação de Drones para Anatel**. MundoGEO, 2016. Disponível em: <https://mundogeo.com/2016/03/29/saiba-tudo-sobre-a-certificacao-e-homologacao-de-drones-para-anatel/>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SENAR. **Agricultura de precisão: drones**. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2018. Coleção SE. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/249-DRONES.pdf>. Acesso em: 5 jul. 2024.

T-DRONES. **Multirotor Drone & UAV: Everything You Need to Know**. 2023. Disponível em: <https://www.t-drones.com/blog/multirotor-drone-guide.html>. Acesso em: 20 ago. 2024.

Autores

Thiago Blunck Rezende Moreira

Alexandre Rosa dos Santos

Ana Júlia Santos Brito

Cecília Uliana Zandonadi

Gabrielli Machado Bindeli

Taís Rizzo Moreira

Plinio Antonio Guerra Filho

Jeferson Luiz Ferrari

