

# Drones: história, legislação, aplicações de sensores e classificações.

Igor José Sleutjes<sup>1</sup>, Emerson Ricardo Mauro<sup>1</sup>, Olympio Lucchini Coutinho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos/SP – Brasil

Ao longo da evolução das aeronaves foi concebido o emprego de dispositivos não tripulados para execução de missões perigosas ou extremamente exaustivas à tripulação. O combate ao terrorismo, enfatizado a partir de 2001, demandou uma adequação significativa na forma de emprego, na mobilidade e nas capacidades dos drones. Dentre essas alterações, a redução de escala e a decolagem vertical foram as mais importantes e viabilizaram a exploração pelo mercado civil que, rapidamente, conquistou o público em geral. As demandas e os investimentos nesse setor vêm quebrando recordes sucessivamente e as notícias relatando o envolvimento de drones em acidentes ou situações de perigo acompanham essa tendência. A paralisação de aeroportos tem sido recorrente em função da presença de drones nos arredores dos aeródromos e, recentemente, foi noticiado o uso de drones para o emprego de explosivos C4. Nesse aspecto, ressalta-se a importância em conhecer as regras de operação e os limites para que o voo transcorra de maneira segura e não afete a segurança de terceiros. Além disso, para o setor de defesa, também é importante conhecer as características desses dispositivos para que seja possível combater uma eventual ameaça e para que as pesquisas específicas possam ser fomentadas adequadamente. Assim, tópicos históricos, regras básicas de voo, aplicações e uma forma de classificação são assuntos importantes a serem abordados.

## I. INTRODUÇÃO

Em meados de Agosto um noticiário mexicano reportou a utilização de dois drones para o transporte de explosivos C4 [1]. Ocorrências semelhantes têm sido recorrentes e as notícias relatando transtornos, incidentes ou falhas de segurança ocasionados pelo voo inadvertido de drones em locais inapropriados é um sinal de que as barreiras perimetrais já não são mais suficientes para coibir ações perversas pois, agora, as ameaças também chegam pelo ar. Ainda que os órgãos legisladores e fiscalizadores atuem no sentido de regulamentar e normatizar as operações dos drones, um sistema de defesa eficiente deve estar preparado para combater usuários displicentes ou mal intencionados. Nesse aspecto, o mercado oferece uma variada gama de equipamentos para detectar, localizar, realizar interferência, capturar ou destruir o invasor. No entanto, no caso das Forças Armadas, possuir um equipamento comercial de última geração pode não ser viável dadas as limitações impostas pelo fabricante para o acesso e modificação de bibliotecas com sinais classificados, bem como o conhecimento absoluto do processo de funcionamento. Dessa forma, torna-se imprescindível conhecer aspectos básicos desses sistemas antes de se aprofundar em áreas específicas como, por exemplo, as formas de comunicação que eles utilizam.

Concebidos e criados em ambiente militar, os drones passaram por um processo de evolução para se adaptarem à nova demanda dos campos de batalha [2]. As adaptações estruturais e funcionais pelas quais passaram há cerca de quase duas décadas viabilizaram, também, a exploração pelo mercado civil que, desde então, tem crescido em ritmo acelerado. Dessa forma, serão ressaltados aspectos histórico evolutivos destes equipamentos, regras básicas de operação, aplicações e formas de classificá-los.

## II. HISTÓRIA

A formação embrionária dos drones se deu após a união entre duas capacidades revolucionárias da ciência: a interação com sistemas remotos através de ondas de rádio (Nikola Tesla – 1898) [3] e o voo do mais pesado que o ar (Santos Dumont - 1906) [4]. Consolidando três épocas distintas, a Fig. 1 apresenta a evolução sintetizada dos drones ao longo de um século.



Fig. 1. Hewitt-Sperry "Aerial Torpedo" (1916) [5], RQ-11 "Raven" (2001) [6] e Quadrotor PAV (2017) [7].

## III. REGRAS DE OPERAÇÃO

Antes de operar qualquer tipo de drone é preciso assegurar-se de que o equipamento esteja homologado na ANATEL através de uma consulta ao Sistema de Certificação e Homologação (SCH). Caso não esteja, será preciso solicitar a homologação para garantir que as emissões do drone sejam compatíveis e não venham a interferir em outros sistemas [8].

Perante a ANAC, sistemas com menos de 250 g estão liberados para o voo. Já a operação de aeromodelo ou RPA com peso máximo de decolagem (PMD) entre 250 g e 25 kg devem ser registrados no Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT), via internet. Neste caso, recebem uma etiqueta de identificação para ser afixada na aeronave e estabelecer um vínculo entre o dispositivo e o responsável que a registrou [9].

O DECEA estabelece restrições nos voos dos drones para mitigar situações que atentem contra a segurança de voo e de pessoas não envolvidas na operação. Nesse aspecto, a altura máxima permitida em uma área urbana é de 40 m. Já em uma área adequada, própria para a prática de aeromodelismo, essa altura pode atingir 120 m. As limitações dos voos urbanos também se aplicam à velocidade máxima do drone (40 Km/h), sua distância máxima de afastamento do operador (200 m) e ao uso de óculos de realidade virtual ou *First Person View* (FPV) que, nesse cenário, é proibido.

No caso de regiões próximas de aeródromos ou heliportos é preciso considerar uma margem de segurança maior. Em função dessa necessidade foram estabelecidas as zonas de voo proibido ou *No Fly Zone* (NFZ). A Fig. 2 ilustra as áreas de voo proibido nos arredores de um heliporto em zona urbana.

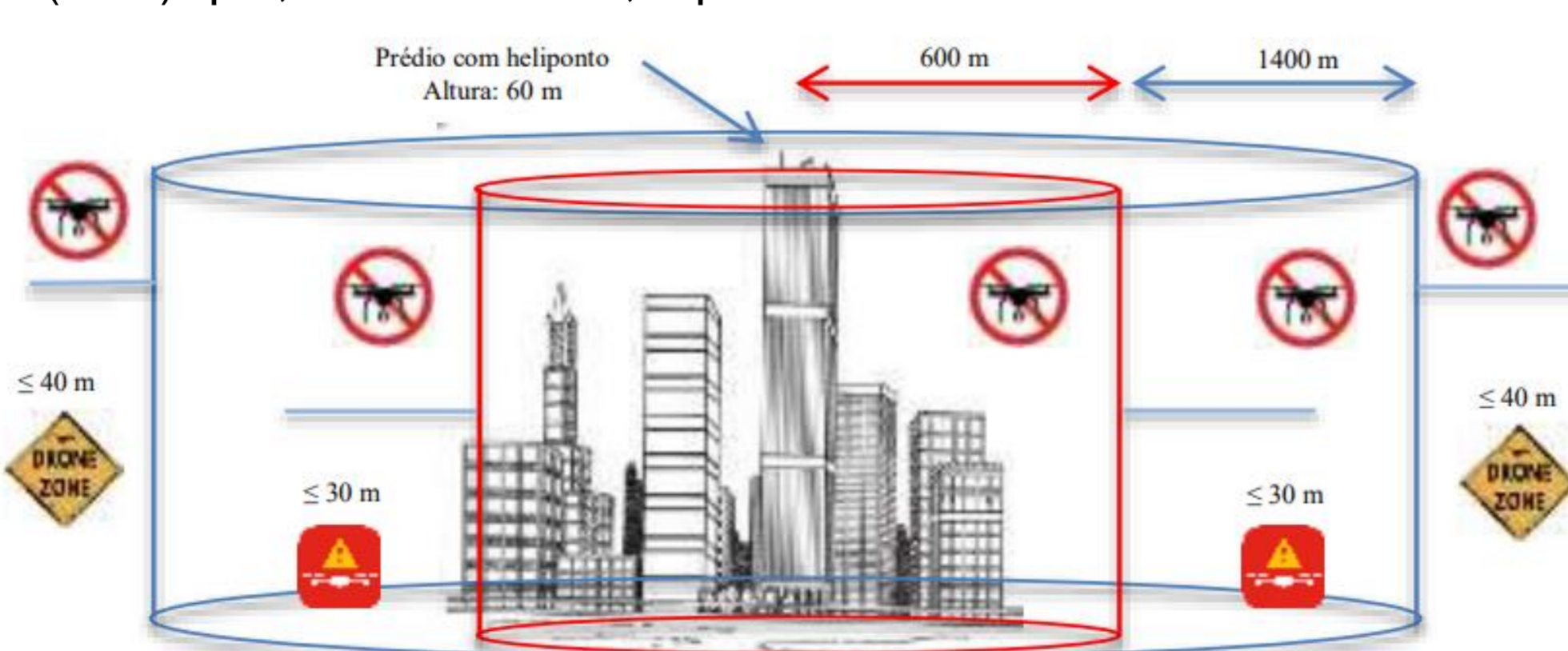


Fig. 2. Áreas de voo proibido ao redor de um heliporto [10].

## III. APLICAÇÕES

A grande demanda por aeronaves remotamente pilotadas se justificou pela necessidade de cumprir as missões conhecidas por "*dull, dirty and dangerous*" como, por exemplo, missões de longa duração, exposição à radiação e reconhecimento de uma região inimiga [11].

Estudos apontam que a demanda por utilizar drones na realização de tarefas continuam a prevalecer no setor de infraestrutura, com cerca de 41% das aplicações. A agricultura segue em segundo lugar com 26% e, em terceiro, a logística com 10%. Entram ainda nesse cômputo os setores de segurança, entretenimento, seguros e mineração [12,13]. A Fig. 3. apresenta um drone carregando um sensor termal para a inspeção de uma rede de alta tensão.

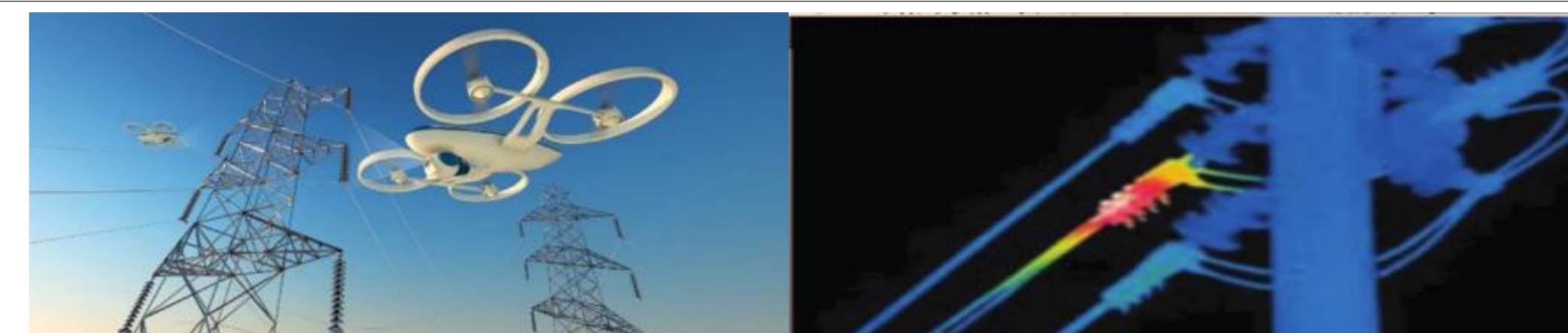


Fig. 3. Drone com Sensor Termal [14].

## IV. CLASSIFICAÇÕES

Hassanalian e Abdelkefi [7] analisaram diversas classificações e propuseram uma maneira não convencional ao relacionar a demanda de espectro com dimensões das aeronaves. Aeronaves com grande capacidade de autonomia podem alcançar grandes distâncias e, para que seja mantida a comunicação completa do sistema (*uplink* e *downlink*), existe a demanda por um maior número de canais de comunicação entre antenas, satélites, aeronave e estação de controle.

A Fig. 4 ilustra a divisão das classes de drones em função da capacidade de uso do espectro eletromagnético e complementa com informações referentes ao peso e envergadura dos dispositivos. Nota-se que a classe UAV tem maior capacidade de utilizar o espectro se comparada a classe SD.

Envergadura						
61 m	2 m	1 m	15 cm	2.5 cm	2.5 mm	1 mm
UAV	μUAV	MAV	NAV	PAV	SD	
15.000 Kg	5 Kg	2 Kg	50 g	3 g	0.5 g	5 mg
Peso						

Fig. 4. Dimensão do dispositivo e a ocupação de banda [7].

Para exemplificar a utilização do espectro pode-se considerar o modelo DJI Phantom 3 (MAV) que se comunica em 5.8 GHz com 1.4 MHz de banda e salto de frequência com modulação GFSK.

A transmissão de vídeo é realizada em 2.4 GHz e, embora o dispositivo possa gravar com uma resolução de até 4K, a transmissão em tempo real suporta resoluções de, no máximo, 720p em função da banda disponível [15].

Modelos diminutos como a classe PAV utilizam bandas menores dadas as limitações físicas. Com até 3 g e 2,5 cm, esses dispositivos apresentam um mecanismo de voo particular. Asas oscilantes (*flapping wings*), cuja inspiração é proveniente da fisiologia de animais como o beija-flor, garantem, nessa escala, performance notavelmente superior aos quadrotoros. Um exemplar que utiliza a referida estrutura pode ser observado na Fig. 5.

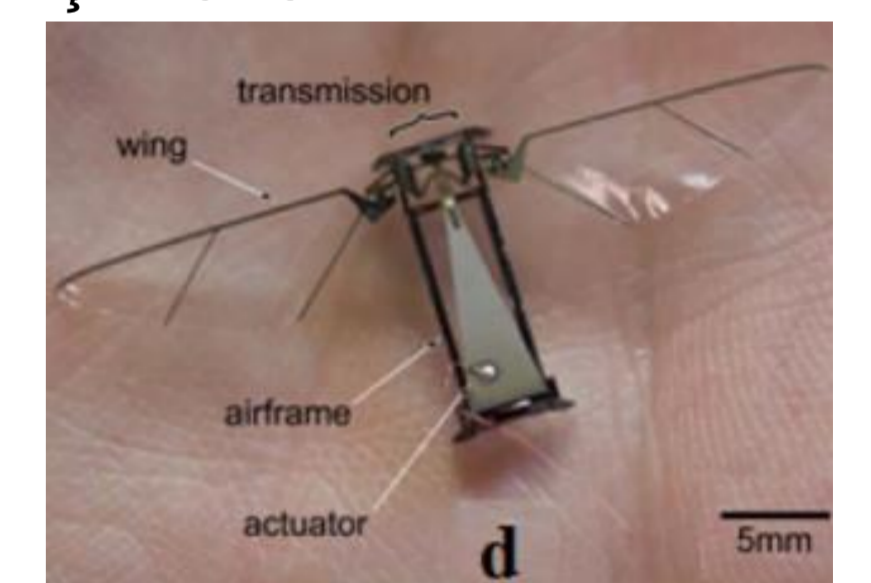


Fig. 5. Flapping Wing [7].

## V. CONCLUSÃO

Embora possa ser utilizado como um brinquedo, foi possível verificar que existem diversos aspectos importantes para se aprofundar em relação aos drones. Sua versatilidade para realizar inúmeras tarefas, inclusive recreação, pode provocar situações de perigo a terceiros. Dessa forma, além de abordar aspectos históricos, suas aplicações e classificações, ressalta-se a importância de conhecer as regras de operação.

## REFERÊNCIAS

- MEXICO NEWS DAILY. Jalisco cartel adopts new tactic: drones armed with C-4 explosive. MND, 18 Ago 2020. Disponível em: <https://mexiconewsdaily.com/news/jalisco-cartel-adopts-new-tactic-drones-armed-with-c-4-explosive/>. Acesso em: 25 Ago 20.
- BLOM, J. D. *Unmanned Aerial Systems: a historical perspective*. Fort Leavenworth, Estados Unidos: CSI, 2010.
- NEWCOME, L. R. *Unmanned Aviation: A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles*, 1st ed. Reston, Estados Unidos: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004.
- BARROS, H. L. "Santos Dumont: o voo que mudou a história da aviação," in *Parcerias Estratégicas*, vol. 8, CGEE, Ed. 2003.
- BUDANOVIC, N. "The Early Days Of Drones - Unmanned Aircraft From World War One And World War Two," 2017. [Online]. Disponível em: <https://www.warhistoryonline.com/military-vehicle-news/short-history-drones-part-1.html>. Acesso em: 09 Abr 2020.
- TECHNOLOGY ARMY, "RQ-11 Raven Unmanned Aerial Vehicle," 2020. Disponível em: <https://www.army-technology.com/projects/rq11-raven/>. Acesso em: 20 Abr 2020.
- HASSANALIAN, M., ABDELKEFI, A. "Classifications, applications, and design challenges of drones: A review," *Progress in Aerospace Sciences*, vol. 91. Elsevier Ltd. 2017.
- DECEA, "Drone SARPAS," 2020. Disponível em: <https://servicos.decea.gov.br/sarpas/>. Acesso em: 20 Maio 2020.
- ANAC, "Orientações para Usuários de Drones," 2017.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle Do Espaço Aéreo, *Aeronaves Remotamente Pilotadas Para Uso Recreativo: Aeromodelos*. AIC N 17/18. 2018.
- DALAMAGKIDIS, K., VALAVANIS, K. P., PIEGL, A. *On Integrating Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System: Issues, Challenges, Operational Restrictions, Certification, and Recommendations*, 1st ed. Tampa, Estados Unidos: Springer, 2009.
- MESSIAS, C. "Mercado global de drones agita players brasileiros," 2020. Disponível em: <https://forbes.com.br/negocios/2019/11/mercado-global-de-drones-agita-players-brasileiros/>. Acesso em: 11 Maio 2020.
- MAZUR, M., WIŚNIEWSKI, A., MCMILLAN, J. "Clarity from above PwC global report on the commercial applications of drone technology," 2016.
- BOUKOBERINE, M. N., ZHOU, Z., BENBOUZID, M. "A critical review on unmanned aerial vehicles power supply and energy management: Solutions, strategies, and prospects," *Appl. Energy*, vol. 255, no. August, p. 113823, 2019.
- HALUZA, M.; ČECHÁK, J., "Analysis and Decoding of Radio Signals for Remote Control of Drones." In: *Proceedings Of The International Conference On New Trends In Signal Processing*, 2016, Brno, Czech Republic.