

COMPONENTES FÍSICOS E SISTEMAS EMBARCADOS EM UM SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA

Paulo Henrique Tokarski Glinski¹, Alex Luiz de Sousa¹, Mário Ezequiel Augusto¹

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Centro de Educação do Planalto Norte (CEPLAN)

paulotokarski@gmail.com, alex.sousa@udesc.br, mario.augusto@udesc.br

Resumo: *Aeronaves remotamente pilotadas tem se tornado cada vez mais comuns, tanto em operações para fins comerciais quanto para hobby. Porém, mesmo com a grande disponibilidade e variedade de aeronaves no mercado, estudos que abordem o desenvolvimento de uma aeronave remotamente pilotada ainda são escassos. O presente artigo visa contribuir para a inovação científica e tecnológica ao que tange aos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas abordando o seu funcionamento e operação em virtude de seus componentes e ao desenvolvimento de novas propostas e soluções de drones. Serão analisados os componentes embarcados de hardware e software, obrigatórios e opcionais, que compõem este tipo de aeronave que foram levantados a partir de uma pesquisa na literatura e, com esta análise, elucidar questões que, a priori, detém-se no meio comercial pelos fabricantes desta tecnologia e não são, em grande maioria, disseminadas no meio acadêmico e também propor sugestões para trabalhos futuros.*

Palavras-chaves: *RPAS, Drones, Embarcado, Inovação, Tecnologia.*

Abstract: *Remotely piloted aircrafts have become increasingly common nowadays, both in business and hobby operations. But even with the wide availability and variety of aircrafts in the market, studies that address the development of a remotely piloted aircraft are still scarce. This paper aims to contribute to the scientific and technological innovation related to the Remotely Piloted Aircraft Systems addressing its function and operation by virtue of its components and the development of new proposals and solutions of drones. It will be analyzed the hardware components and software, required and optional, that compose this type of aircraft that were raised from a research in the literature and, with this analysis, elucidate issues that, a priori, is in the commercial environment by the manufacturers of this technology and are not, in large majority, disseminated in the academic environment and also propose suggestions for future work.*

Keywords: *RPAS, Drones, Embedded, Innovation, Technology.*

1. Introdução

Segundo um relatório publicado em julho de 2018 pela ANAC (Agência Nacional da Aviação Civil), o Brasil possui 48752 *drones*, denominados corretamente a luz da

regulamentação brasileira como RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) (ANAC, 2018), cadastrados no SISANT (Sistema de Aeronaves Não Tripuladas) (2018).

Estima-se que existam atualmente no mundo 258 fabricantes de RPAS de uso comercial, aeronaves voltadas para o público civil e que podem ser utilizadas tanto para uso recreativo quanto comercial, segundo um levantamento da UAVGLOBAL (2018). Destas fabricantes, 5 são brasileiras.

Este número expressivo de aeronaves, cadastradas e em situação regular para realizar operações de voo em território nacional, bem como o número de fabricantes estrangeiros e nacionais, evidenciam a popularidade e a significância que esta tecnologia possui atualmente no cenário comercial e de pesquisa mundial e brasileiro.

Além da disponibilidade de drones já produzidos pelas centenas de fabricantes, o mercado ainda é fértil para quem deseja se aventurar a construir seu próprio equipamento. Para o desenvolvimento de novas tecnologias de *drones* é fundamental ter-se pleno conhecimento dos componentes básicos que compõem este tipo de aeronave e daqueles componentes que agregam funcionalidades à mesma. Estes componentes, sendo eles *hardware* ou *software*, impactam diretamente na realização da operação de voo e na sua finalidade. Este artigo apresenta os componentes físicos envolvidos no processo de construção de um drone, bem como o sistema embarcado necessário.

Além da construção do drone em si, fabricantes e operadores devem considerar a legislação vigente relacionada como, por exemplo, a RBAC-E Nº 94 (ANAC, 2017), Requisitos Gerais para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil, da ANAC. Em (GLINSKI, 2017), os autores apresentam um levantamento da legislação vigente atualmente no Brasil.

A metodologia utilizada para a revisão sobre as tecnologias de RPAS presentes neste trabalho objetiva-se a buscar um melhor entendimento sobre as mesmas e identificar as questões mais significativas pertinentes a indústria e a pesquisa acadêmica que, por conseguinte, estimulem e floresçam a inovação e o desenvolvimento de novas tecnologias. Os procedimentos metodológicos deste trabalho foram:

- Avaliação da temática de aeronaves remotamente pilotadas;
- Levantamento bibliográfico;
- Levantamento, sistematização e interpretação dos dados.

O presente artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta os componentes físicos de uma aeronave subdivididos em obrigatórios e opcionais; a Seção 3 trata dos sistemas embarcados; na Seção 4 são apresentadas as conclusões e; os agradecimentos na Seção 5.

2. Componentes Físicos

O Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada é um conjunto formado pela aeronave, denominado RPA (*Remotely Piloted Aircraft*), e pela estação de pilotagem remota, o equipamento usado pelo piloto para controlar a aeronave remotamente, denominado RPS (*Remotely Piloted System*). O RPAS é o conjunto RPA e RPS.

Tanto a aeronave em si quanto a estação de pilotagem remota são construídos como uma série de componentes de *hardware*. Para cada fabricante e seus respectivos modelos, porém, estes componentes sofrem variações, mas de forma geral podemos enquadrá-los em duas categorias principais: Aqueles essenciais para conferir capacidade de voo para a aeronave e; aqueles que conferem recursos extras que podem ser utilizados na operação de voo, mas não são obrigatórios (ARDUCOPTER, 2018).

2.1 Equipamentos tidos como obrigatórios

Nesta seção apresentamos os componentes de *hardware* obrigatórios para conferir capacidade de voo para uma aeronave. Os itens descritos a seguir não são discriminados em questões quantitativas e individuais, uma vez que quantidade, peso, potência, dimensões, etc. não são específicas e irão diferenciar-se para cada modelo de aeronave e finalidade projetada.

- **Estrutura:** É o corpo propriamente dito do *drone*, pode ser também denominado como quadro ou *frame*. A estrutura, segundo Demolinari (2016), a estrutura básica do corpo da aeronave é formada por uma região central onde se acoplam os braços e onde ficam fixados os sensores, o controlador de voo e as baterias, nas extremidades dos braços são acoplados os motores;
- **Controlador eletrônico de velocidade:** Conhecido pela sigla ESC (*Electronic Speed Controller*), faz a comunicação entre a placa controladora com o motor, sendo assim, para cada motor que a aeronave possui, é necessário um ESC. “Para se controlar a rotação de um motor trifásico é necessário um circuito de potência que contenha inversores, sensores e um circuito que seja capaz de controlar os acionamentos” (DEMOLINARI, 2016);
- **Motor:** Podem ser denominados também como rotores. Para sustentar uma aeronave no ar durante os voos, é necessário que os motores possuam uma alta capacidade de rotação. Entre os dois tipos principais de motores elétricos, motores com escova e sem escovas (*brushless*), para Demolinari (2016), os motores *brushless* são os mais amplamente utilizados por possuírem grande eficiência e durabilidade. É também pelo número de motores que uma aeronave possui que podemos classificá-las em tricópteros (três motores), quadricópteros (quatro motores), hexacópteros (seis motores) ou octacópteros (oito motores), independente da forma e disposição dos motores na estrutura da aeronave;
- **Hélice:** Atuam junto aos motores. Quando a hélice está em alta rotação, girando de forma perpendicular em torno do seu eixo, fornece a propulsão necessária para que a aeronave levante voo e a sustentabilidade no ar para se manter estável e se deslocar;
- **Bateria:** É a fonte de energia, alimenta todos os componentes embarcados da aeronave. As baterias possuem uma grande variedade quanto a sua capacidade de carga, dimensões (altura e largura), peso, quantidade de células e tecnologia de armazenamento, e para cada modelo de quadro ou necessidade operacional, estas variáveis devem ser levadas em conta. A bateria é um dos itens obrigatórios que mais impactam financeiramente no valor de uma aeronave;
- **Carregador de bateria:** Considerando o impacto do custo de uma bateria, é essencial a sua reutilização após o seu uso. Para tanto, é necessário a utilização de um carregador específico para estas baterias;
- **Placa controladora:** A placa controladora é um dos componentes chave da construção de uma aeronave, é o seu cérebro. Segundo Doctordrone (2018), este equipamento tem a função de processar os sinais de entrada e gerar saídas adequadas, assim permitindo o controle da aeronave durante as suas operações de voo pelo operador em terra;

- **Rádio controlador:** A estação de controle remota, chamada de RPS, é o equipamento utilizado pelo piloto em terra para controlar a aeronave. Existem vários modelos de rádios controle, cada um deles possuindo suas especificações, sendo estas especificações variando do número de funções que podem ser pré-programadas até a precisão dos controles;
- **Rádio receptor:** É o elo de ligação do RPA (aeronave) com o RPS (estação de controle remota).

2.2 Equipamentos tidos como opcionais

Estes são alguns equipamentos que podem ser considerados como opcionais. Quaisquer outros equipamentos de tecnologia podem se enquadrar nesta categoria, uma vez que fornecem apenas recursos para a aeronave, mas não são necessários para conferir capacidade de voo:

- **Câmera:** Também denominada de sensor ótico, uma câmera pode ser acoplada à aeronave, permitindo assim registrar fotos e vídeos;
- **Gimbal:** O *gimbal* é um equipamento utilizado junto a câmera e acoplado à aeronave, e tem como objetivo fazer a estabilização mecânica da câmera para obter, com maior qualidade, imagens e vídeos durante as operações de voo;
- **Sensor ultrassônico:** Sensor que detecta a presença de corpos e sua distância, em caso de uma aproximação perigosa de um edifício, pessoa ou mesmo de outra aeronave. Quando equipada e devidamente configurada com um sensor ultrassônico, a aeronave pode evitar uma colisão;
- **Visão em primeira pessoa:** Também conhecida como FPV (*First Person View*) é um equipamento que permite realizar os voos com o *drone* de forma que transmita a sensação de estar pilotando aeronave de dentro dela. Utilizado junto a um sensor ótico;
- **Monitor:** Equipamento utilizado em conjunto com um sensor ótico, facilita a visualização do que está sendo capturado em imagem ou vídeo por parte do operador remoto em terra;
- **Monitor de bateria:** Permite que o operador em terra possa acompanhar o nível de carga da bateria da aeronave. Emite um sinal luminoso e sonoro indicando que, quando a situação da bateria estiver no final de sua carga, o operador possa tomar as devidas medidas para evitar um acidente;
- **Telemetria:** Possibilita que sejam transmitidos dados da aeronave para o controlador em terra. Essas informações, enviadas da aeronave em tempo real, tais como altitude, carga da bateria, velocidade, etc, podem auxiliar na operação.

3. Sistemas embarcados

Existe uma grande variedade de placas controladoras encontradas no mercado. Para cada modelo e fabricante existe um conjunto de instruções específicas (*firmware*) bem como para cada tipo de aeronave e modo de voo existe a sua respectiva versão e configuração do sistema.

Os sistemas embarcados possuem diferenças em relação as licenças de uso. Modelos de código aberto, mantidos por comunidades de *software* livre, permitem que o usuário final realize alterações no algoritmo da controladora para que assim ela atenda melhor as suas necessidades e requisitos desejados. Um exemplo de controladora de código aberto é a ArduPilot (2018). Outras controladoras possuem licenças proprietárias e não permitem que o usuário final possa realizar alterações no seu código. Um exemplo de controladora de licença proprietária é a DJI Naza-M Lite (DJI, 2018).

Alguns destes modelos, não restringindo ao *software* apenas, mas a controladora como um todo, possuem apenas as funções necessárias para realizar as operações de voo, entre elas estão o mapeamento dos canais de controle do rádio controlador para determinar direção e altitude do voo. Em razão disso, estas placas possuem um sistema embarcado mais simples e um valor monetário mais baixo, já que possuem menos funções do que modelos mais sofisticados.

Outras controladoras, as mais sofisticadas, tem a capacidade de processar dados de sensores embarcados ou externos como, por exemplo, o GPS (*Global Positioning System*), barômetro, giroscópio e telemetria. Graças a estes recursos adicionais da placa embarcados ou externos, conectados e configurados a ela, e do seu *software*, o controle e estabilidade da aeronave durante o voo é muito mais simples e não necessita de plena experiência e capacidade operacional por parte do operador remoto.

Além dos sistemas ArduPilot e DJI Naza-M Lite, outros sistemas podem ser nomeados: iNAV, LibrePilot, PX4 Flight Stack, Paparazzi, BetaFlight, dRonin, CleanFlight, KISS e RaceFlight, sendo que os cinco últimos listados são mais utilizados em corridas de *drone* e os anteriores são mais utilizados para uso profissional e recreativo.

4. Conclusões

Novas tecnologias de *drones* estão emergindo, e sua aplicação nos mais diferentes setores da economia vem crescendo. Vários modelos de aeronaves, com diferentes especificações, podem ser adquiridos hoje em dia e utilizados em uma determinada aplicação, porém, ao visarmos e fomentarmos o desenvolvimento desta tecnologia e a inovação neste e em outros setores graças a aplicação destas aeronaves, primeiro precisamos conhecer os componentes que formam este sistema.

O presente artigo cobriu os conceitos e equipamentos básicos relacionados a construção de uma aeronave remotamente pilotada e o seu sistema de controle remoto. Este é um processo que necessita de um projeto adequado e estar em acordo com os requisitos funcionais desejados como, por exemplo, autonomia de voo e capacidade operacional, necessitando do entendimento dos componentes obrigatórios e aqueles que podem agregar funcionalidades.

Para trabalhos futuros, recomenda-se o estudo do impacto que estes componentes possuem em uma aeronave durante a realização de suas operações de voo, de que forma é possível otimizar a utilização destes recursos de *hardware* e *software*, e o desenvolvimento de um RPAS que atenda em particular uma necessidade em um ramo da economia em que pesquisas com drones estejam sendo realizadas, o desenvolvimento de aeronaves mais eficientes ao comparar e integrar os equipamentos embarcados, bem como a constante atenção em relação aos requisitos legais para a realização de voos previstos pela ANAC e pelo DECEA.

Há muito espaço para a inovação neste setor e também na sua aplicação em outros setores da economia, onde possui grande potencial emergente devido a diversidade de produtos e serviços que podem ser oferecidos.

5. Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – FAPESC pelo apoio financeiro por meio do Termo de Outorga N° 2017TR760, Edital Chamada Pública FAPESC N° 01/2016 – Apoio à infraestrutura para grupos de pesquisa da UDESC.

Referências

ANAC – Agência Nacional da Aviação Civil. Requisitos Gerais para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil. RBAC-E n° 94. Brasília, 2017.

ANAC - Agência Nacional da Aviação Civil. *Quantidade de cadastros*. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/quantidade-de-cadastros>>. Acesso em: 20 de ago. de 2018.

ARDUCOPTER. *What do I need for my Arducopter multi-rotor UAV?* Disponível em: <<http://www.arducopter.co.uk/what-do-i-need.html>>. Acesso em: 20 de ago. de 2018.

ARDUPILOT. *ArduPilot Mega*. Disponível em: <<https://www.ardupilot.co.uk>>. Acesso em: 20 de ago. de 2018.

Demoliari, Humberto Castro, Projetos de Construção um Drone Hexacóptero. 2016. Projeto de Graduação II – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.

DJI. *DJI-M Lite*. Disponível em: <<https://www.dji.com/naza-m-lite>>. Acesso em: 20 de ago. de 2018.

DOCTORDRONE. *Controladoras de Voo (Flight Controller)*. Disponível em: <<http://doctordrone.com.br/controladoras-de-voo-flight-controller/>>. Acesso em: 20 de ago. de 2018.

Glinski, Paulo Henrique Tokarski et al. Aeronaves Remotamente Pilotadas e a Atual Regulamentação no Brasil. Congresso Nacional de Inovação e Tecnologia, [S.l.], oct. 2017. ISSN 2526-3145.

SISANT. Cadastro de drones. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/cadastro-de-drones>>. Acesso em: 10 de jun. de 2018.

UAVGLOBAL. *UAVGLOBAL*. Disponível em: <<http://www.uavglobal.com>>. Acesso em: 10 de jun. de 2018.