

3.04.05 – Engenharia Elétrica / Eletrônica Industrial, Sistemas e Controles Eletrônicos.

FÓRMULA DRONIFLY

Lavínia A. de Oliveira Silva^{1*}, Filipe A. La Gatta², Tales P. Ramos³, Wellington C. da Conceição⁴

1. Estudante do Curso Técnico em Eletrotécnica do IF Sudeste MG – Campus Juiz de Fora
2. Professor do IF Sudeste MG – Campus Juiz de Fora / Núcleo de Eletrônica e Automação
3. Professor do IF Sudeste MG – Campus Juiz de Fora / Núcleo de Eletricidade
4. Professor do IF Sudeste MG – Campus Juiz de Fora / Núcleo de Eletricidade / Orientador

Resumo

O objetivo deste trabalho é estimular a difusão e o intercâmbio de técnicas e conhecimentos de engenharia de sistemas aplicados à operação de aeronaves do tipo *drone*, por parte de estudantes do ensino profissional técnico de nível médio, através de aplicações práticas e da competição entre equipes. Estas missões fazem parte da 1ª Competição Fórmula DronIFly que será realizada no âmbito do IF Sudeste MG – Campus Juiz de Fora. Esta é uma iniciativa educacional, e tem como premissa que as equipes sejam capazes de buscar soluções de projeto criativas, inovadoras e multidisciplinares que satisfaçam aos requisitos impostos no regulamento da competição. Os principais problemas para o cumprimento das missões estavam relacionados ao alijamento preciso de um projétil em um alvo pré-definido, e a medição de áreas utilizando processamento de imagens. As soluções tecnológicas propostas pela equipe DronIFly serão abordadas neste trabalho, demonstrando que as mesmas tiveram um excelente resultado.

Palavras-chave: VANT; *quadrotor*; missões.

Apoio financeiro: CNPq.

Trabalho selecionado para a JNIC: Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais.

Introdução

Com o desenvolvimento da tecnologia tem-se, cada dia mais, a inserção de equipamentos sofisticados e inovadores na vida das pessoas. Neste contexto, pode-se destacar o uso dos Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT's), que é uma tecnologia que apresentou um crescimento expressivo nas áreas de pesquisa e desenvolvimento nas últimas décadas (ALVES, 2012).

Existe um grande aumento na utilização de VANT's em aplicações civis, apesar desses veículos terem seu uso primário em aplicações militares, principalmente em missões de reconhecimento e espionagem. Em aplicações civis, podem-se destacar a pesquisa ambiental, o mapeamento e monitoração de uma região, o gerenciamento de queimadas, o salvamento e a exploração de áreas de difícil acesso.

Os VANTs podem ser classificados como de asa fixa e asa móvel ou rotativa. Os modelos de asa fixa apresentam formato semelhante aos aviões convencionais, possuindo sustentação aerodinâmica a partir do fluxo de ar nas asas. Estes tipos de aeronaves são utilizados normalmente na exploração e missões em áreas extensas, pois apresentam velocidades mais elevadas e melhor autonomia. Os veículos de asa móvel do tipo *multicóptero* possuem excelente controlabilidade posicional, além da capacidade de pairar durante o voo sem a necessidade de velocidade horizontal. A sustentação durante o voo das aeronaves de asas rotativas baseia-se no equilíbrio de forças criadas pelo empuxo desenvolvido pelas hélices no ar (COSTA, 2012). Dentre estes tipos de veículos, destacam-se os *quadrotores*, devido à sua versatilidade e simplicidade de construção e funcionamento.

Para algumas aplicações práticas dessas aeronaves, pode ser necessário uma adaptação e/ou instalação de algum dispositivo na aeronave, de tal forma que seja possível executar uma missão específica de forma assertiva e com segurança. Desta forma, é de fundamental importância o desenvolvimento de estudos e pesquisas que busquem soluções para este problema, mas que sejam criativas e que tenham viabilidade técnica e econômica (VIDAL, 2016).

Portanto, o objetivo deste trabalho é apresentar as soluções tecnológicas que a equipe propôs para realizar as missões específicas que simulam aplicações práticas, como por exemplo, alijar um objeto em um alvo predefinido ou medir a área de uma determinada região.

Metodologia

Um dos pilares importantes no processo de desenvolvimento deste projeto é o *learning by doing*, que na tradução para o português, nada mais é do que aprender através da experimentação, projetos, vivências e muito dinamismo. Além disso, este conceito traz a ideia de que todos, principalmente quem está na escola, vai aprender coisas diferentes e de maneiras diferentes.

Desta forma, a metodologia utilizada foi baseada em orientações, estudos em grupo e autoaprendizado. Inicialmente foi realizado um minicurso sobre *drones*, com duração de oito horas, em que foram abordados os tipos de VANT's, estrutura básica de um *quadrotor*, calibrações necessárias, telemetria e sensoriamento, regulamentação sobre a utilização de VANT's, *ground station* e pilotagem e controle de voo.

Durante a realização do minicurso, foi realizada a montagem da equipe, de tal forma que seja mais heterogênea possível, contemplando as diversas modalidades técnicas envolvidas. Além disso, os participantes tiveram acesso ao regulamento da competição, no qual constava todos os requisitos de projeto, configuração das aeronaves e as missões propostas.

Houve reuniões periódicas de acompanhamento das atividades, com geração de relatórios e reportes de *status* de sucesso e dificuldades encontradas. Com esta dinâmica, pode-se acompanhar o desenvolvimento do projeto para evitar desvios indevidos, ou reforçar pontos positivos.

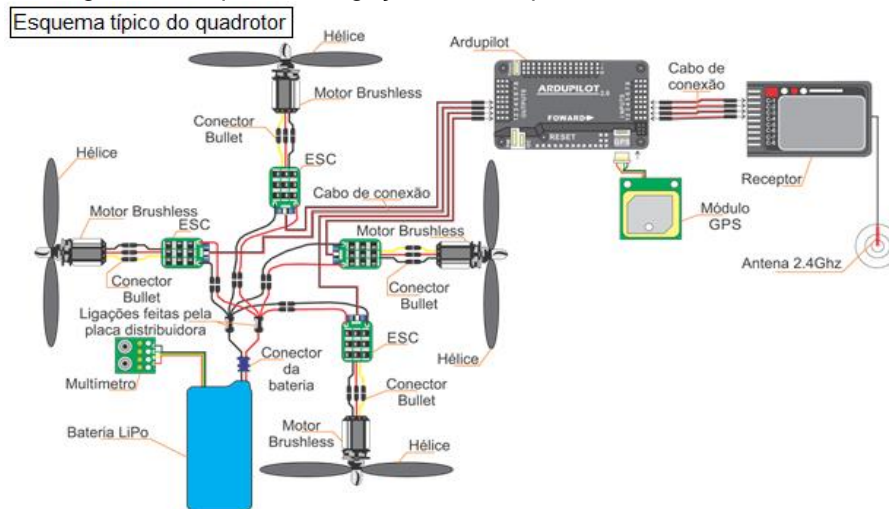
Além disso, durante o período de suspensão do calendário devido a pandemia, os alunos realizaram, com a supervisão dos orientadores, seminários de forma remota sobre vários temas relacionados ao projeto.

Destaca-se ainda, que para o desenvolvimento deste trabalho, o *drone* seguiu um modelo padronizado, com características definidas em regulamento, e que os alunos tiveram acesso a todos os componentes e dispositivos para montagem da aeronave. Desta forma, conforme especificado, foi utilizado um *drone* tipo *quadrotor* com *frame* F450 com a configuração X4. A Figura 1 ilustra esta estrutura, e a Figura 2 apresenta o esquema de ligação dos componentes eletroeletrônicos.



Fonte: Site DJI.

Figura 2 - Esquema de ligação dos componentes eletroeletrônicos.



Fonte: Site ARDUPILOT (adaptado pelo autor).

Conforme supracitado, dentre as atividades propostas, os maiores desafios estavam relacionados a duas missões específicas, que era o alijamento de objeto em alvo e medição de área. Na missão de alijamento, o *drone* deveria sobrevoar uma região e alijar um prisma de forma retangular, com massa de 10 gramas, em um alvo que se encontrava no chão. Da mesma forma, na missão de medição de área, o *drone* sobrevoa uma região, mas com o objetivo de identificar uma forma geométrica no piso e posteriormente realizar o cálculo da área da figura.

Resultados e Discussão

Para a realização da missão de alijamento, além do posicionamento perfeito do *drone* em relação ao alvo, foi necessário projetar um dispositivo de alijamento.

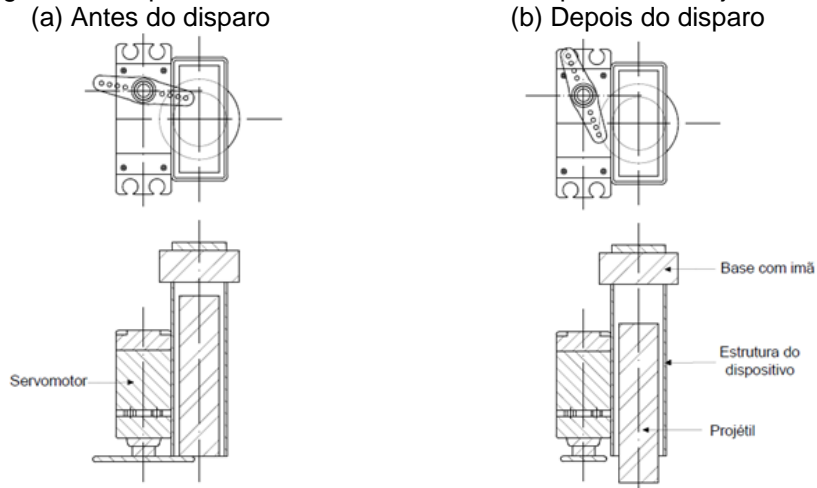
A Figura 3 apresenta um esquemático mostrando o funcionamento do dispositivo de alijamento projetado.

Este dispositivo é composto basicamente por estrutura de sustentação, onde são acoplados todos os componentes, um servomotor que funciona como um gatilho de disparo, e uma base com imã, que tem a função de acoplar o dispositivo ao *drone*.

O projétil é carregado dentro da base de alijamento e fica apoiado sobre o gatilho que se encontra na parte inferior do dispositivo. No momento do alijamento, o servomotor será energizado, liberando o gatilho, e desta

forma o projétil será liberado em função do seu peso. O acionamento do servomotor é realizado a partir de um canal do receptor do rádio controle embarcado no *drone*.

Figura 3 – Esquemático de funcionamento do dispositivo de alijamento.



A Figura 4 apresenta o dispositivo de alijamento projetado acoplado ao *drone* que foi desenvolvido pela equipe, e a Tabela 1 apresenta o resultado de três tentativas de alijamento, evidenciando um ótimo desempenho, uma vez que de forma autônoma, o projétil atingiu uma distância de 17 cm do centro do alvo.

Figura 4 – Dispositivo de alijamento acoplado ao *drone*.

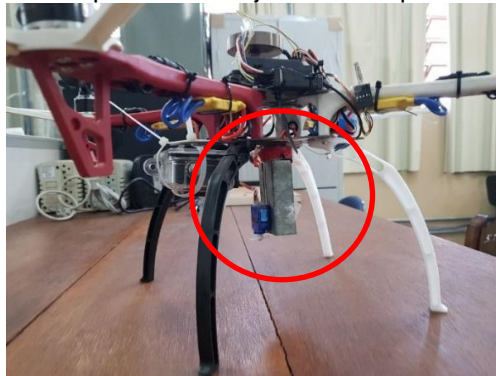


Tabela 1 – Resultado do alijamento de projétil.

	1º Tentativa	2º Tentativa	3º Tentativa
Distância ao alvo (cm)	65	37	17

A missão de cálculo de área é a missão mais desafiadora, para isso, foi proposto a utilização de processamento de imagem e visão computacional para fazer o cálculo da área de maneira totalmente autônoma e com maior precisão.

O processamento de imagem e visão computacional são áreas que mais crescem no ramo da computação e pode parecer simples, pois as pessoas são extremamente baseadas no visual. Porém, o computador interpretar tais dados e transformá-los em algoritmos é uma tarefa um tanto quanto complicada, sendo simplificada com a utilização de bibliotecas, como a *OpenCV*, a qual será utilizada neste projeto.

A *OpenCV* (*Open Source Computer Vision*) é uma biblioteca de programação que possui funções de processamento de imagens, objetivando realizar tarefas de visão computacional em tempo real.

A biblioteca possui interfaces em C++, C, *Python* e Java, sendo mais de 2.500 algoritmos otimizados de visão computacional relacionados às várias áreas.

Para o desenvolvimento dos algoritmos utilizou-se a linguagem de programação *Python*, devido a simplicidade de compreensão, a facilidade de programação e a grande quantidade de material disponível. Para a captura da imagem, foi utilizada uma câmera embarcada no *drone*.

O sobrevoo foi feito de forma autônoma, através de uma missão com *waypoints* realizada utilizando-se o *software Mission Planner*, que é uma GSC (*Ground Control Station*, ou estação de controle terrestre) de código aberto e bastante difundido na comunidade acadêmica. Detalhes sobre a utilização deste *software* podem ser observados na referência (ARDUPILOT, 2021).

Inicialmente, com auxílio da câmera, é realizada a captura da imagem que será processada. No segundo

momento, utilizando a biblioteca *OpenCV* e uma cor previamente definida do objeto, é realizada a segmentação por cor seguindo as cores RGB. Na terceira etapa é utilizada a imagem binária obtida na etapa anterior para identificar o contorno do objeto, e posteriormente é realizado o cálculo da área em *pixels* a partir do contorno do objeto. Na etapa final, para a realização da conversão da área, de *pixels* para metros quadrados, foi utilizada uma estratégia de comparação entre a área de captura da câmera, que está relacionada à altura em que ela se encontra, e a área do alvo. Desta forma, sabendo-se a altura da câmera e a abertura angular, pode-se calcular a área em metros quadrados, e relacioná-la ao número de *pixels* captados pela mesma, resultando em uma relação entre metros quadrados e *pixels*. Com o processamento de imagem, tem-se a área em *pixels* do alvo, e utilizando a relação encontrada anteriormente, calcula-se a área em metros quadrados.

A Figura 5 apresenta um exemplo de saída do procedimento, onde é possível observar as etapas do processo para o cálculo da área.

Figura 5 – Processamento da imagem para cálculo da área.
(a) Imagem real (b) Imagem segmentada



Salienta-se que a área de referência mostrada na Figura 5 é de 2,40 m². Pela Tabela 2 pode-se observar que os algoritmos desenvolvidos apresentaram um resultado satisfatório mesmo quando há uma variação na altura da aeronave.

Tabela 2 – Resultado do cálculo de área.

	1ª Medição	2ª Medição	3ª Medição
Altura do drone (cm)	511	509	331
Área medida (m ²)	2,403	2,45	2,378
Erro (%)	0,12%	2,08%	-0,92%

Conclusões

Os resultados obtidos na realização das missões propostas foram satisfatórios. As soluções encontradas exigiram um estudo aprofundado e analítico de cada problema, e ainda foram criativas e multidisciplinares.

O *drone* desenvolvido teve um excelente desempenho nos testes práticos de voo, realizando as missões de forma autônoma e com precisão, e ainda com grande estabilidade.

Em relação ao dispositivo de alijamento, o projeto desenvolvido foi importante para o desempenho no cumprimento da missão, e destaca-se ainda, que o dispositivo projetado em nada afetou a estabilidade da aeronave.

Os resultados encontrados no processo de cálculo de área foram satisfatórios, validando o algoritmo desenvolvido de processamento de imagens e todo o processo de captura e comunicação entre a aeronave e a *ground station*.

O desenvolvimento deste projeto auxiliou no desenvolvimento de diversos conteúdos, uma vez que é uma abordagem multidisciplinar, pois envolve as áreas de mecânica, elétrica, eletrônica e programação. Além disso, desenvolve outras habilidades nos discentes, tais como trabalho em equipe, pesquisa e criatividade.

Referências bibliográficas

ALVES, A. S. C. Estudo e aplicação de técnicas de controle embarcadas para estabilização de voo de quadricópteros. Tese (Doutorado), Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, 2012.

ARDUPILOT. Assembly Instructions. Archived: APM2.x Wiring QuickStart. Disponível em: <http://ardupilot.org/copter/docs/connecting-the-apm2.html>. Acessado em janeiro de 2021

ARDUPILOT. Mission Planner Home. Disponível em: <http://ardupilot.org/planner/>. Acessado em janeiro de 2021.

COSTA, E. B. Algoritmos de Controle Aplicados à Estabilização do Voo de um Quadrotor. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, 2012.

DJI. F450_User_Manual_v2.2_en.pdf. Disponível em: <https://www.dji.com/flame-wheel-arf/download>. Acessado em janeiro de 2021.

VIDAL, V. F. Controle de pouso de veículo quadrotor auxiliado por visão computacional. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, 2016.