

SISTEMA DE BAIXO CUSTO PARA INSPEÇÃO AÉREA E PREVISÃO DE DESASTRES

Yuri A. Xavier¹ (IC), Alexandre C. B. Ramos (PQ)¹

¹Universidade Federal de Itajubá.

Palavras-chave: Aeronaves remotamente pilotadas; Multirottores; Autonomia.

Introdução

Elementos naturais como chuvas, terremotos, deslizamentos de terra e incêndios florestais, quando associados à rede de infraestrutura (ferrovias, transmissão elétrica, oleodutos e outros) podem resultar em desastres de impacto socioeconômico (CORREIA; 2021). Neste cenário, o emprego de aeronaves remotamente pilotadas, ou até autônomas, pode viabilizar a inspeção em tempo real e geração de dados para predição desses eventos (SHAHMORADI *et al.*; 2020). Realizar estas inspeções pode significar a necessidade de analisar longas extensões, como percorrer vias férreas ou rodovias. Neste cenário, a aeronave capaz de realizar essa inspeção precisa ter grande autonomia, sendo necessário utilizar uma estrutura em asa fixa capaz de gerar boa sustentação e incluindo um sistema de economia de energia. Contudo, surge a hipótese de multirottores desempenhando com eficiência inspeções em elementos pontuais, como a dinâmica natural em proximidade com barragem de rejeitos, pontes, túneis, centrais de distribuição elétrica entre outros. Esta pesquisa visa estipular os parâmetros técnicos de uma aeronave com essa finalidade considerando o baixo custo como fator preponderante. Este estudo é uma ferramenta importante para nortear as pesquisas que desejam embarcar sistemas de visão computacional e inteligência artificial em drones. O método experimental foi aplicado objetivando demonstrar o desempenho de diversas composições de *hardware*, incluindo variações ambientais como condições meteorológicas e proximidade com infraestruturas. Foram construídos protótipos com diferentes características a fim de obter a relação entre carga útil, tempo de voo, dinâmica de voo e velocidade.

Metodologia

A tarefa a ser desempenhada pela aeronave exige que esta tenha capacidade de sobrevoar áreas grandes em ambientes remotos e seja capaz de embarcar uma câmera multispectral. Parâmetros como autonomia, velocidade, carga útil e robustez também são importantes. Sob essa ótica, aeronaves de asas rotativas de múltiplos rotores (4 e 6) foram escolhidas para teste (Figura 1), devido à

adequação ao baixo custo, controlabilidade (é possível manter uma posição fixa no espaço), praticidade em pouso e decolagem vertical e maior segurança para os testes. Contudo, outras possibilidades foram analisadas, como as aeronaves de asa fixa e eVTOL (*electric vertical take-off and landing*). Na plataforma de asa fixa, é possível atingir áreas maiores, com maior velocidade e autonomia, entretanto, a necessidade de local adequado para pouso e decolagem, além da impossibilidade de estacioná-la no ar coloca essa aeronave em certa desvantagem. Já a plataforma de pouso e decolagem vertical é capaz de se adequar à estas necessidades, pois possuem motores de empuxo vetorável ou múltiplos motores de diferentes orientações (GUILLAUME; DUCARD; 2021). Todavia, esta não se adequa ao requisito de baixo custo.

Os componentes comuns aos modelos são:

- Controladora de voo PixHawk 1.
- Controlador eletrônico de velocidade ReadyToSky Simonk 30^a.
- Motores ReadyToSky B2212.
- GPS Com Bússola - GPS Ublox M8N.
- Radio Controle e receptor FlySky I6 2.4GHz.
- Módulo de telemetria 915MHz genérico.

Para realização dos testes, os modelos construídos, pilotos e voos foram devidamente registrados no sistema SISANT da Agência Nacional de Aviação Civil e no SARPAS, do Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Através do *QGroundControl*, *software* de Estação de Controle de Solo, foi possível coletar os dados de voo pelo sistema de telemetria, estudar pequenas missões autônomas (com supervisão de piloto) e configurar parâmetros de voo e calibração.



Figura 1 – Aeronaves de múltiplos rotores utilizadas

Resultados e discussão

Durante os testes, foi observado que o hardware das aeronaves possuía limitação em um componente eletrônico específico, o Controlador Eletrônico de Velocidade (ESC), o que resultou em falhas e danos. Para viabilizar os modelos, foi necessário empregar ESC de categoria superior ao dos demais componentes. As aeronaves foram construídas com o mesmo sistema de potência e controle, exceto pelo *frame* (Estrutura que mantém todos os componentes juntos), bateria e hélices. Os primeiros testes foram realizados com o *frame* Q250 (Classificação comercial). Neste caso, o drone demonstrou bastante agilidade nas manobras, contudo, por possuir menor porte, sofre maiores oscilações da dinâmica dos ventos, resultando no maior consumo de bateria. Outros dados deste e dos demais drones, coletados em cerca de 20 voos, estão explicitadas na *Tabela 1*. Em seguida, o F450 demonstrou maior estabilidade em relação aos ventos, neste *frame* é possível embarcar uma bateria de 4 células. Contudo, o modelo mais estável e robusto foi o F550, de 6 rotores. Outra característica relevante é que o GPS (Sistema de Posicionamento Global) depende da conexão do dispositivo de GPS com os satélites, e em dias nublados, ou em voos próximos a construções e abaixo de árvores, esse sistema pode ter significativa diminuição da sua eficiência.

Parâmetros	Q250	F450	F550
Custo	R\$ 2.050,00	R\$ 2.363,0	R\$ 2.763,0
Voos totais realizados	7	8	4
Voos próximo à construções	2	1	1
Bateria LiPo	3s	4s	4s
Resultados			
Falha de ESC durante voo	1	3	0
Autonomia média (Minutos)	26	24	21
Carga útil	0,2kg	0,5kg	1,0kg

Tabela 1 – Dados das aeronaves testadas

Conclusões

Os modelos são promissores para a aplicação discutida, principalmente em relação ao sistema de controle de voo. Contudo, foi evidenciado que a autonomia é um fator limitante dessa operação, pois exige que a aeronave faça a decolagem direto do ponto de inspeção para ter tempo hábil de coleta de dados. O aumento de capacidade das baterias seria uma opção, mas a massa reduziria a carga útil da aeronave. Uma possibilidade para mitigar esse gargalo seria desenvolver *frames* e componentes mais leves com o uso de materiais compósitos de menor densidade, porém mais caros, resultando no aumento de custos. Ademais, a carga útil testada não é exata, pois esta estabelece uma relação inversamente proporcional à autonomia, ficando a critério da missão de inspeção. Acerca dos dados de falhas, fica explícito que os componentes ESC de baixo custo devem ser superdimensionados para viabilizar a operação em termos de sucesso e segurança. Além disso, os modelos não são resistentes a água, ou seja, inoperantes sob chuva, o que em certas regiões e períodos do ano pode comprometer o calendário de inspeções. Finalmente, o que se conclui é que os multirotores podem atender a aplicações de inspeção aérea principalmente pela controlabilidade e baixo custo. Contudo, estudos futuros focados em desenvolvimento de estruturas mais leves e técnicas de economia e energia seriam convenientes.

Agradecimentos

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e Grupo de Visão, Sistemas de Computação e Aplicações da Universidade Federal de Itajubá.

Referências

CORREIA, T.; **Aplicação de geotecnologias na elaboração de índices socioeconômicos associados às ocorrências naturais no entorno da ferrovia entre as estações Caieiras e Francisco Morato**. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.3.2021.tde-04062021-171106>. Acesso em: 10/09/2022.

SHAHMORADI, J.; TALEBI, E.; ROGHANCHI, P.; HASSANALIAN, M.. **Comprehensive review of applications of drone technology in the mining industry**, p. 1–25, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/drones4030034>. Acesso em: 15/09/2022.

GUILLAUME, J.; DUCARD, M. A.; **Review of designs and flight control techniques of hybrid and convertible VTOL UAVs**, Aerospace Science and Technology, Volume 118, 2021, Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.ast.2021.107035>. Acesso em: 17/09/2022.