

15º Congresso de Inovação, Ciência e Tecnologia do IFSP - 2024

Desenvolvimento de bancada para simular a dinâmica de um grau de liberdade em drones

BRYAN S SCHMITZ¹, MATEUS M de SOUZA²

¹ Graduando em Engenharia Aeronáutica, Bolsista PIBIFSP, IFSP, Câmpus São Carlos, b.schmitz@aluno.ifsp.edu.br.

² Professor EBTT, IFSP, Câmpus São Carlos, mateus.souza@ifsp.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.12.02.00-4 Dinâmica de Voo.

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de uma bancada para simular a rotação de drones, permitindo testes dinâmicos em um grau de liberdade por experimento nos movimentos de guinada e arfagem do drone. A bancada, por meio de modelagem 3D, fabricada utilizando tecnologias de prototipagem 3D e corte a laser, o que simplificou o processo de produção e garantiu alta precisão dos componentes.

PALAVRAS-CHAVE: Drone; Dinâmica.

Development of a Test Rig to Simulate Drone Dynamics

ABSTRACT: The objective of this study is to present the development of a test bench designed to simulate the rotation of drones, enabling dynamic testing with one degree of freedom per experiment, specifically in the yaw and pitch movements of the drone. The bench was developed using 3D modeling and was manufactured with 3D prototyping and laser cutting technologies, which simplified the production process and ensured high precision of the components.

KEYWORDS: Drone; Dynamics

INTRODUÇÃO

Drones são utilizados em diversas áreas, de lazer até aplicações comerciais. Drones podem ser utilizados para obter informações relevantes periodicamente para o produtor rural, com o intuito de aumentar a produção (HAFEEZ et al., 2023), assim como no mapeamento topológico, monitoramento do progresso e na segurança de obras e manutenção de recursos nas áreas de arquitetura, engenharia e construção (NWAOGU et al., 2023), além de diversas outras áreas como segurança, militar e telecomunicações. O grande desafio na utilização dos Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) está na sua controlabilidade e programação para modo autônomo ou semiautônomo e é cada vez maior a busca por conhecimento na área (CARNEIRO, 2017).

Neste contexto, desenvolver ferramentas que auxiliem no desenvolvimento de novos drones, e no treinamento de pilotos e no desenvolvimento de sistemas autônomos é de grande interesse. Meios de

reduzir o tempo de treinamento de pilotos nas aeronaves foram estudados por diversos autores sendo o conceito de um simulador de voo atribuído a Stewart (STEWART, 1965) embora o modelo de estrutura mais utilizado seja de Gough (GOUGH; WHITEHALL, 1962).

Além disso, dado o alto custo de construção de um drone, é interessante que, durante os processos de desenvolvimento e prototipagem, os equipamentos sejam testados com segurança, minimizando custos de acidentes e falhas (ALVES L. T.; RIBEIRO, 2022).

Portanto, foi proposto desenvolver um protótipo de uma bancada para simular o movimento de rotação em um grau de liberdade. Utilizando modelagem 3D e tecnologias como prototipagem 3D e cortes a laser na sua confecção. Além disso, permite realizar experimentos em dois movimentos, a guinada e a arfagem do drone por experimento.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, foram adotadas etapas que envolveram a análise e discussões referente a bancada e seu desenvolvimento. Inicialmente, realizou-se uma revisão bibliográfica referente a projetos de bancada para drones e a partir dos dados coletados, estas informações foram tabuladas em uma planilha no Software Excel®. Foram identificados quais materiais foram predominantes utilizados na bancada, a fonte de alimentação do drone, o método de comunicação com o equipamento, e a quantidade de graus de liberdade que o modelo da bancada permite testar. Após esta etapa, foi discutido outras possíveis soluções para o projeto da bancada e então foram estudadas as vantagens e desvantagens de cada uma das possibilidades, assim como a exequibilidade da combinação das soluções para o presente projeto, com o intuito de definir as características da bancada em desenvolvimento. Foi definido que seria projetada uma bancada com um drone fixo a esta, e os componentes foram desenhados no Software Inventor® de modelagem 3D. Durante o projeto dos componentes, foram estudados os materiais e processos de sua fabricação. Baseando-se nas modelagens 3D e discussões, definiu-se o uso de três processos principais de fabricação. Impressão 3D para confecção de peças utilizando filamentos plásticos, corte a laser para recortes, e o processo de torneamento para a fabricação e ajustes nos componentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentada na tabela 1 foi utilizada para comparar os modelos de construção mais recorrentes nas pesquisas, identificando a predominância dos materiais empregados na bancada e as vantagens oferecidas por diferentes métodos.

Tabela 1: Características das bancadas de simulação de drones pesquisadas

Referências	Mais utilizados nos projetos	Motivo
Energia	Bateria	Manutenção e possibilidade de comunicação à distância
Comunicação	Rádio	Realismo e diminuição de fios durante os testes
Dinâmica	1 grau de liberdade	Didático
Material	Alumínio	Fácil disponibilidade

Considerando as vantagens dos modelos estudados, o uso de baterias apresentou-se como uma solução eficiente, eliminando a necessidade de cabeamento e chicotes elétricos atravessando a estrutura. Outro ponto observado foi que a comunicação remota via rádio dispensa a conexão física entre um computador e o drone, proporcionando maior flexibilidade ao sistema.

Como o foco principal da bancada é ser didática, foi definido que o protótipo possuiria um grau de liberdade, sendo este o modelo o mais simples para os estudantes. O alumínio destacou-se como um dos materiais mais utilizados na construção das bancadas de teste, porém, a combinação de impressão 3D e corte a laser foi adotada neste projeto devido à sua alta precisão de fabricação, eliminando a necessidade de processos mais robustos de fabricação.

Após a concepção inicial do protótipo, os componentes da estrutura foram desenvolvidos no software de modelagem 3D Inventor®.

A estrutura central, fabricada por impressão 3D utilizando filamentos plásticos, será complementada por um eixo passante trefilado que juntamente com duas placas de acrílico, superior e inferior, formará o conjunto principal da bancada mostrado nas figuras 4 e 5. A estrutura central junto com o eixo passante será responsável pela rotação do conjunto durante os experimentos, as placas serão acopladas entre si por meio de componentes de junção. A placa superior será responsável pela fixação do drone durante os experimentos. Para corrigir o deslocamento do centro de gravidade (CG) causado pela instalação do drone acima da linha neutra do conjunto, a placa inferior acomoda contrapesos distribuídos em seus quatro pontos de extremidade. Esse equilíbrio entre massas é crucial para assegurar uma resultante de forças nulas, estabilizando o sistema durante os experimentos de testes dinâmicos.

Cada componente da bancada foi discutido e projetado de acordo com uma função e método de fabricação, conforme descrito a seguir:

A estrutura central foi desenvolvida para ser responsável por permitir a rotação do conjunto em um grau de liberdade e foi planejada para ser fabricada por impressão 3D, utilizando filamentos plásticos. A escolha desse material e método visa sua praticidade e precisão. Na Figura 1 é apresentada uma vista deste componente.

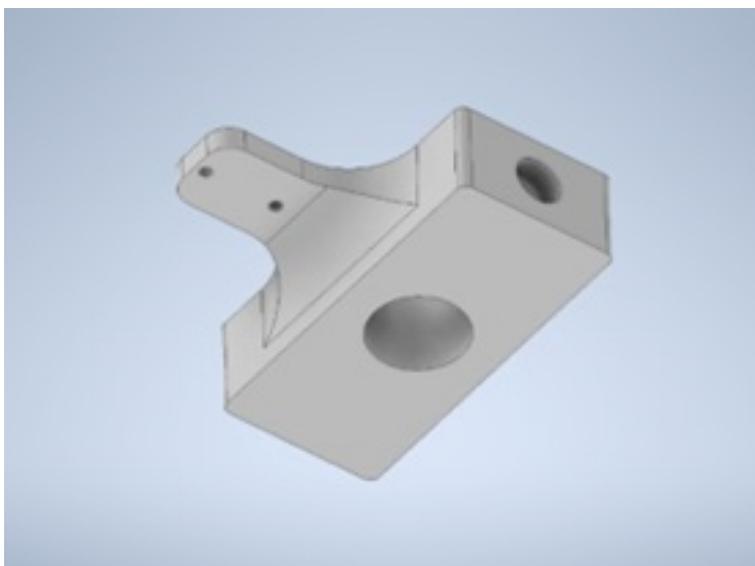


Figura 1: Estrutura central (Próprio Autor)

Para fixar o drone de forma segura durante os experimentos, garantindo que ele permaneça estável durante os experimentos a placa superior foi projetada. Sua fabricação foi proposta para ser em máquina de corte a laser pois permite alta precisão na confecção do modelo com os demais componentes do conjunto. Uma vista da placa superior é apresentada na Figura 2.

Com o intuito de corrigir o deslocamento do centro de gravidade (CG) causado pela instalação do drone, a placa inferior foi projetada e assim como a placa superior, foi planejada para ser cortada a laser para garantir precisão e intercambiabilidade da bancada. Na Figura 3 é apresentada uma vista

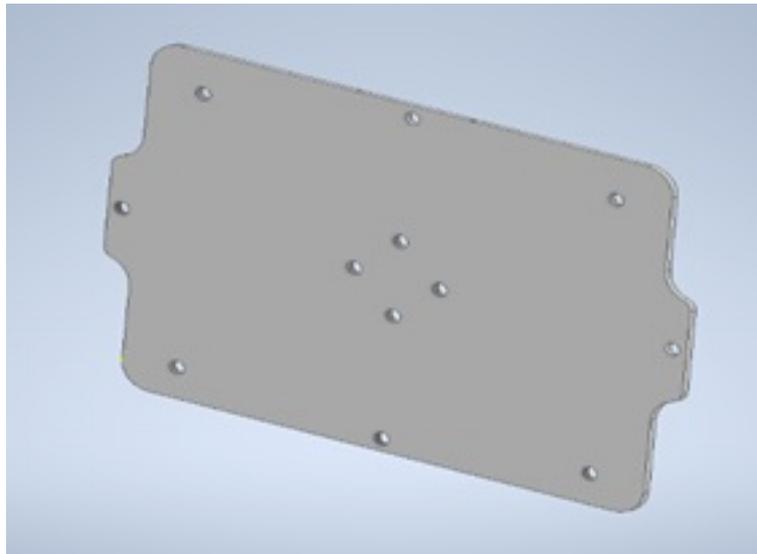


Figura 2: Placa superior (Próprio Autor)

da placa inferior.

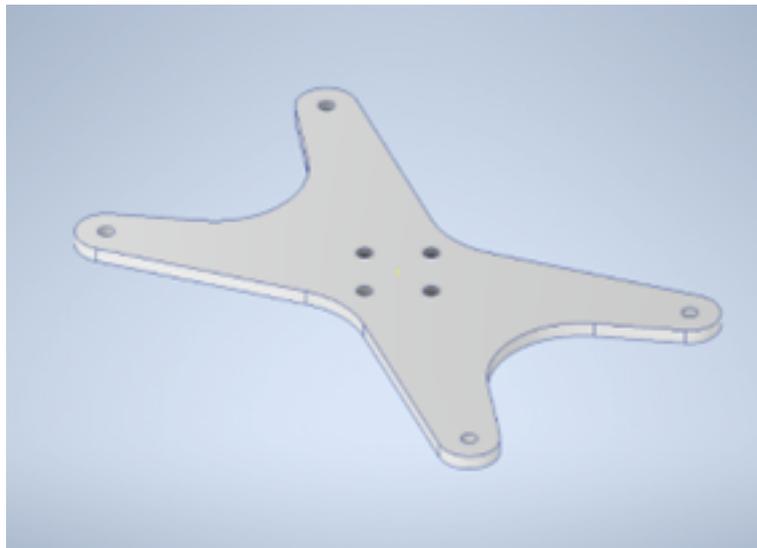


Figura 3: Placa inferior (Próprio Autor)

Com o intuito de identificar possíveis melhorias, o desenho de conjunto foi elaborado e é apresentado na Figura 4. Já na Figura 5, é apresentado o conjunto principal acoplado a um drone e aos eixos que permitem a sua rotação .

CONCLUSÕES

A escolha por tecnologias como prototipagem 3D e corte a laser, a partir da modelagem 3D, na fabricação da bancada simplificou o processo e garantiu alta precisão dos componentes. O desenvolvimento do protótipo, voltado para o estudo dinâmico em um grau de liberdade, permitirá a realização de testes de rotação nos movimentos de guinada e arfagem. Isso contribui diretamente para novos estudos na área de controle, desenvolvimento de sistemas de controle autônomo e treinamento de pilotos, oferecendo uma plataforma simples e didática para estudantes.

O protótipo foi confeccionado por um conjunto de três peças principais acopladas entre si, cada uma

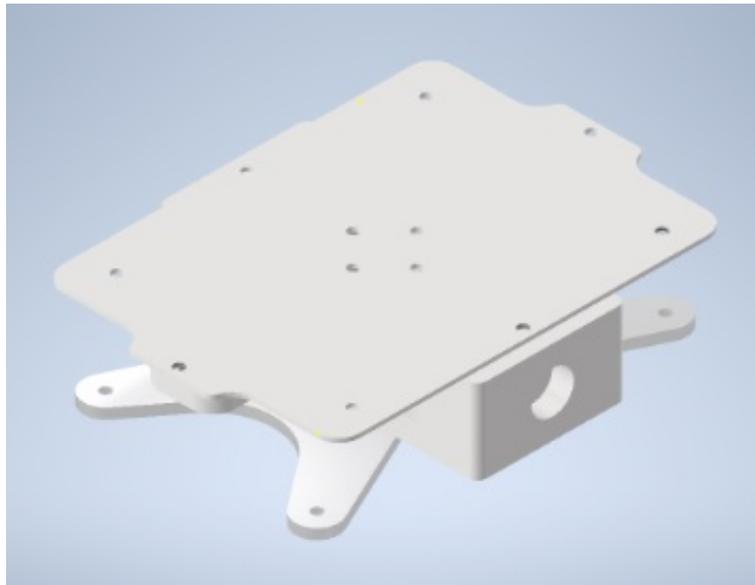


Figura 4: Montagem do conjunto principal (Próprio Autor)

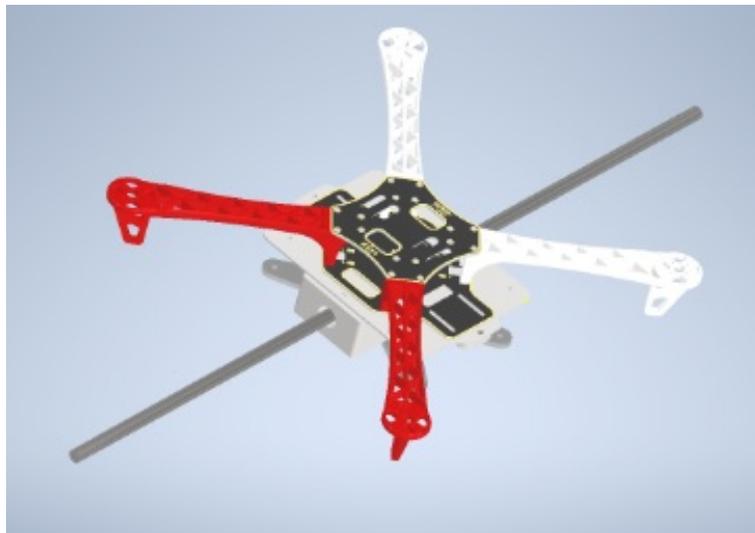


Figura 5: Montagem do conjunto com drone. (Próprio Autor)

com uma função específica, integrando conceitos vistos na graduação de engenharia, como dinâmica e estabilidade estrutural. A estrutura central, que permite a rotação do conjunto e requer estabilidade do sistema; a placa inferior, equilibra o centro de gravidade do conjunto com contrapesos; e a placa superior, fixa o drone de forma segura durante os testes.

Conclui-se que o projeto estabelece uma base sólida para futuras pesquisas referente a controle e estabilidade de drones. A bancada apresenta um sistema acessível que pode ser aprimorado, com a adição de graus de liberdade ou adaptação para diferentes tipos de veículos aéreos. As próximas etapas envolvem a fabricação final do protótipo e a realização de testes experimentais para validar as simulações, verificando a eficiência da plataforma em cenários reais de aplicação.

CONTRIBUIÇÕES DOS AUTORES

B.S.S. e M.M.S. contribuíram com a concepção e escopo do estudo. B.S.S. procedeu com a metodologia e experimentos. B.S.S. e M.M.S. escreveram o trabalho. Todos os autores contribuíram com a

revisão do trabalho e aprovaram a versão submetida.

AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao IFSP pelo suporte através do programa PIBIC

REFERÊNCIAS

- ALVES L. T.; RIBEIRO, R. S. 2022. Bancada de ensaios de controle para drones utilizando arquiteturas ARM e FPGA. 105 f., il. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecatrônica) — Universidade de Brasília, Brasília, 2022.
- CARNEIRO, B. B. 2017. PROJETO DE UMA BANCADA EXPERIMENTAL PARA AVALIAÇÃO DO CONTROLE DE UM DRONE. 55p. Monografia de Conclusão de Curso, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.
- GOUGH, V. E.; WHITEHALL, S. Universal test tyre machine. *In: INTERNATIONAL CONGRESS FISITA*, p. 117–137, 1962.
- HAFEEZ, A. et al. Implementation of drone technology for farm monitoring pesticide spraying: A review. *Information Processing in Agriculture*, v. 10, n. 2, p. 192–203, 2023. ISSN 2214-3173. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214317322000087>>. Acesso em: 09 Setembro. 2024.
- NWAOGU, J. M. et al. Application of drones in the architecture, engineering, and construction (aec) industry. *Automation in Construction*, v. 150, p. 104827, 2023. ISSN 0926-5805. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580523000870>>. Acesso em: 09 Setembro. 2024.
- STEWART, D. A. A platform with six degrees of freedom. *Proceedings of Institution of Mechanical Engineering, Part.1*, v. 180, p. 371–386, 1965.