

PROJETO PARA MANUFATURA ADITIVA APLICADO A ESTRUTURA DE UM DRONE QUADRICÓPTERO

Ronald Lucas Silva Lefundes Oliveira¹; Lucca Gondim Pires do Amaral²; Valter Estevão Beal³; Rafael Tobio Claro⁴

¹ Bolsista de Iniciação Tecnológica; Graduando em Engenharia Mecânica; ronaldlefundes@hotmail.com

² Bolsista de Iniciação Tecnológica; Graduando em Engenharia Mecânica; lucagpamaral@gmail.com

³ Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; valtereb@fieb.org.br

⁴ Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador - BA; Rafael.claro@fieb.org.br

RESUMO

Diversas ferramentas vêm surgindo com o objetivo de extrair o máximo do potencial que a manufatura aditiva (MA) pode oferecer. Dentre os variados pontos fortes deste processo de fabricação, temos a capacidade de construir componentes com geometrias possuindo alto grau de complexidade, porém é necessário o uso de ferramentas computacionais para realização da otimização topológica (OT). Esta faz uma distribuição mais adequada do material de acordo com as necessidades do projeto com o objetivo de suportar as cargas e poupando recurso material onde este não possui função estrutural. Dessa forma, foi proposto para este projeto, o estudo e avaliação de melhorias para a estrutura de um drone quadricóptero, buscando uma redução de massa com bom desempenho estrutural. Durante a execução deste projeto, diversas geometrias foram estudadas e testadas de forma virtual em softwares CAE usando OT e buscando a melhor alternativa entre desempenho, resistência, montagem e redução de massa.

PALAVRAS-CHAVE: Otimização topológica; Drone quadricóptero; Manufatura Aditiva;

1. INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva vem ganhando cada vez mais espaço dentro do âmbito dos processos de fabricação, devido as suas vantagens como: liberdade geométrica; razoável redução no tempo de fabricação; diversidade de materiais, como foi abordado no livro do Gibson *et al.* (2010)¹.

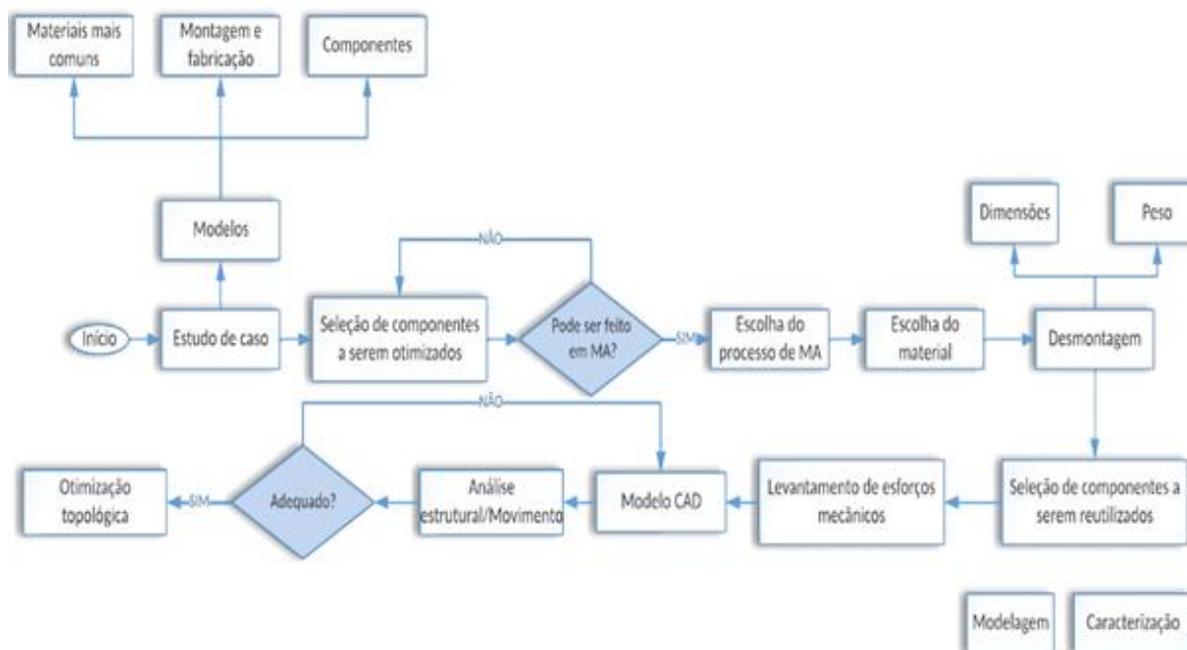
A publicação da Wevolver, realça a possibilidade da utilização de recursos computacionais unido a manufatura aditiva, com a otimização topológica e a criação de estruturas lattices, para chegar no objetivo desejado². Assim como abordado por Jihong ZHU *et al.* (2020)³, a OT, realiza uma distribuição mais adequada do material presente no objeto de estudo, realizando melhorias no corpo do componente, buscando objetivos como redução de massa, volume, maior rigidez estrutural, distribuição de temperatura mais eficiente, entre outros.

Nesse contexto de otimização, surgiu a proposta de reprojeter um drone utilizando estruturas desenvolvidas de possível fabricação através da manufatura aditiva, buscando um modelo mais leve e mantendo uma boa rigidez.

2. METODOLOGIA

Foi elaborado um plano de trabalho com o objetivo de otimizar o tempo de dedicação e assim entregar um produto de maior qualidade. O plano de trabalho, ilustrado na Figura 1, baseia-se em um estudo preliminar para nortear o desenvolvimento do modelo inicial. A partir deste objetivo, foram realizadas escolhas técnicas, incluindo possibilidades de materiais e um processo de engenharia reversa no drone modelo, para determinar as dimensões preliminares do novo protótipo. Além disso, foram definidas as dimensões das peças eletrônicas a serem modeladas em CAD 3D e utilizadas como referência, bem como as peças necessárias para a montagem de um novo drone.

Figura 1: Plano de trabalho.



Fonte: Própria (2022)

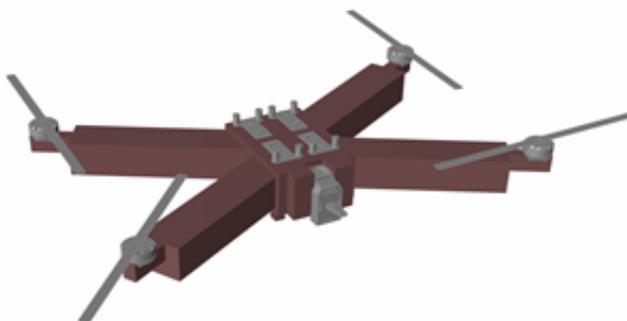
A principal restrição de projeto era reduzir o peso, mantendo uma boa rigidez estrutural, utilizando como critério, a partir de uma análise estática feita por software, uma variação menor que 2 mm. Foi utilizado o "Inspire 1" da DJI como modelo de referência, que é um drone quadrimotor com estruturas de suporte para os motores feitas de fibra de carbono.

Com as modelagens das peças eletrônicas e vários modelos CAD do protótipo em mãos, o processo de OT seria executado seguido de uma avaliação CAE preliminar em todos eles. Como demonstra o modelo CAD elaborado para otimização representado na figura 2, houve uma pré montagem de componentes eletrônicos, buscando definir restrições de geometria necessárias para formação do corpo otimizado.

O modelo escolhido seria aquele que apresentasse o melhor desempenho dentro dos parâmetros de menor massa, de acordo com o critério de rigidez determinado, e facilidade na montagem de componentes externos.

Para gerenciar a grande quantidade de tarefas e arquivos envolvidos, foi utilizada a plataforma Trello como ferramenta de gestão, permitindo maior organização e agilidade na execução das tarefas prioritárias ou com prazos mais curtos.

Figura 2: Modelo CAD como objeto de trabalho para otimização topológica. O *design space* está destacado em tom vinho.



Fonte: Própria (2022)

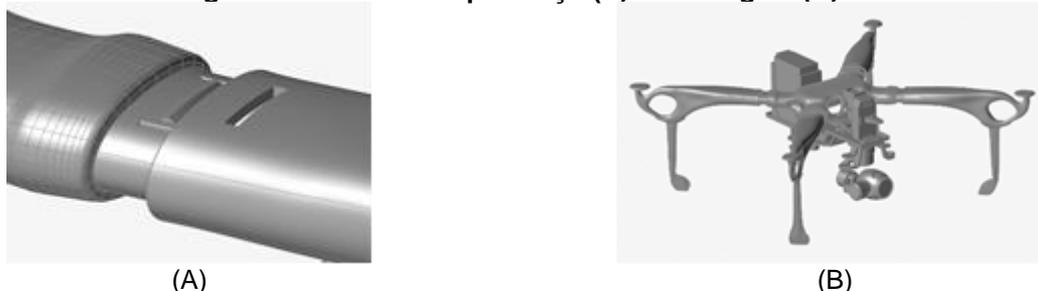
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a execução do plano de trabalho, foram elaborados diversos modelos utilizando o recurso de otimização topológica. Além disso, foram explorados recursos "secundários" para aperfeiçoar os resultados, como a aplicação de estruturas lattice no interior do corpo e o desenvolvimento de formas específicas para acomodar o modelo dentro da máquina de impressão. Nesse sentido, optou-se por realizar

uma separação dos braços e desenvolver um design de snapfit para o encaixe, como representado pela figura A.

O modelo que melhor atendeu às propostas, tem em sua estrutura uma massa avaliada em 832,8 g para serem produzidas por manufatura aditiva, utilizando o HP-PA12 como material⁴, o modelo está representado na figura B. Como base para a redução de massa, temos o modelo "Inspire 1" com uma massa total de 3060 g⁵, dos quais 1200 g são de componentes eletrônicos, medidos diretamente em laboratório.

Figura 3: Conexão Corpo-Braço (A) e montagem (B).



Fonte: Própria (2022)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos realizados e dos resultados iniciais obtidos, foi possível desenvolver um modelo de drone fabricado por manufatura aditiva que atende aos requisitos de projeto mencionados anteriormente, bem como uma redução de aproximadamente 33,5% da massa inicial, considerando os componentes eletrônicos montados no modelo. O deslocamento máximo observado no modelo por meio de análises estáticas, feitas pelo Inspire, foi de 0,7 mm, localizado na região do encaixe entre o braço e o corpo. No entanto, outras características do drone ainda precisam de maior desenvolvimento ou aprimoramento, como o suporte para os propulsores, o posicionamento dos ESCs (Controladores Eletrônicos de Velocidade) e o alojamento para instalação da fiação. O objetivo futuro é criar um modelo completo que possa ser fabricado por uma ampla variedade de impressoras 3D, atendendo aos requisitos de impressão necessários.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à empresa HP Brasil Indústria e Comércio de Equipamentos Eletrônicos Ltda, SENAI CIMATEC, Altair do Brasil e nTopology. Este projeto foi custeado pela HP Brasil utilizando recursos baseados na lei #8.248 de 1982 (Lei da Informática).

5. REFERÊNCIAS

¹ Gibson, Ian; Rosen W., David; Stucker, Brent: **Additive Manufacturing Technologies**: New York, USA: Spring Science, 2010.

² GACET, Lucie. **Wevolver**, 2020. What are the challenges of drone manufacturing and how 3D printing can help. Disponível em: <https://www.wevolver.com/article/what-ar> HYPERLINK "<https://www.wevolver.com/article/what-are-the-challenges-of-drone-manufacturing-and-how-3d-printing-can-help>" HYPERLINK "<https://www.wevolver.com/article/what-are-the-challenges-of-drone-manufacturing-and-how-3d-printing-can-help>" Acesso em: agosto de 2022.

³ ZHU, Jihong; ZHOU, Han; WANG, Chuang; ZHOU, Lu; YUAN, Shangqin; ZHANG, Weihong. **A review of topology optimization for additive manufacturing: Status and Challenges**: China: Chinese Journal of Aeronautics, 2020.

⁴ HP 3D High Reusability PA 12, Strong, lowest cost, quality parts, HP, *copyright* 2023. Disponível em: <https://static1.sw-cdn.net/files/cms/materials/data-sheets/HP%20Data%20sheet.pdf>. Acesso em: agosto de 2022.

⁵ Inspire 1, Creativity Unleashed. **DJI**, *copyright 2023*. Disponível em: <https://www.dji.com/br/inspire-1>. Acesso em: agosto de 2022.