

OTIMIZAÇÃO DE PERFIS DE HÉLICES UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS E SIMULAÇÃO PARA APLICAÇÕES NO AERODESIGN

Marcos Vinícius Vieira Costa e Natália Dutra Borges

ODS9 - Indústria, Inovação e Infraestrutura

Categoria: Pesquisa

Introdução

As hélices desempenham papel essencial na propulsão de aeronaves de pequeno porte e são componentes críticos no Aerodesign, onde eficiência e capacidade de gerar tração determinam o desempenho em voo (Anderson, 2011; Leishman, 2006). Este trabalho investiga a otimização de perfis de hélices por meio de parametrização geométrica com curvas de Bézier e algoritmo genético multiobjetivo, aliados à simulação computacional utilizando o software QPROP (Drela, 2006) e análises em MATLAB. A pesquisa integra fundamentos teóricos clássicos da propulsão com métodos numéricos modernos, buscando aprimorar o desempenho propulsivo em condições críticas de decolagem e contribuir para o desenvolvimento de soluções mais eficientes, que possam ser abordados em aplicações acadêmicas, competição aeronáutica e na própria indústria.

Objetivos

Investigar e otimizar perfis de hélices para aplicações no Aerodesign, visando maior eficiência e desempenho propulsivo.

Objetivos Específicos:

- Analisar parâmetros teóricos e práticos de desempenho da hélice;
- Modelar e simular a dinâmica propulsiva com auxílio dos softwares MATLAB, XFOIL e QPROP;
- Aplicar parametrização por curvas de Bézier para modificar o formato dos perfis;
- Utilizar algoritmo genético multiobjetivo (MOGA-II) na otimização.

Material e Métodos ou Metodologia

A pesquisa foi desenvolvida a partir da análise de hélices comerciais da APC Propellers, adotando como referência a hélice 17x10E acoplada ao motor Scorpion SII 4035-380KV, utilizado pela equipe Skywards UFVoa no SAE Brasil Aerodesign. Para a modelagem, empregaram-se os softwares MATLAB, XFOIL e QPROP, responsáveis pela análise aerodinâmica, cálculo dos coeficientes de desempenho e geração de mapas paramétricos. A geometria dos perfis foi representada por curvas de Bézier, permitindo ajustes controlados em sua forma. O processo de otimização foi conduzido no ModeFrontier, utilizando o algoritmo genético multiobjetivo MOGA-II, com restrições geométricas e aerodinâmicas para garantir a viabilidade dos resultados. Ao final, os perfis otimizados foram comparados com a hélice base, avaliando ganhos em tração e eficiência propulsiva.

Apoio Financeiro

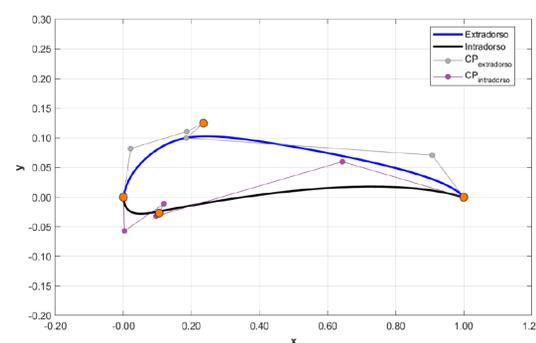


Resultados e/ou Ações Desenvolvidas

A otimização gerou aproximadamente 7000 perfis candidatos, dos quais foram selecionados os mais viáveis de acordo com critérios de convergência e desempenho, considerando a maximização da Figura de Mérito.

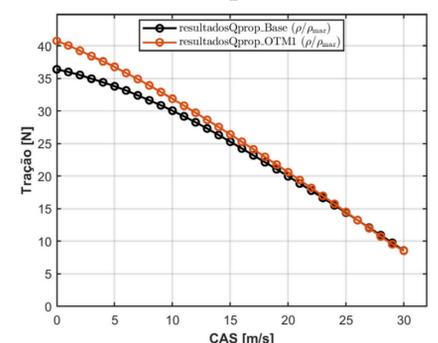
A hélice resultante apresentou ganhos expressivos, com aumento de 13,9% na tração em baixas velocidades, condição fundamental para reduzir a distância de decolagem e elevar o MTOW no Aerodesign. Além disso, obteve-se um incremento de 25,78% na Figura de Mérito em relação à hélice base e uma eficiência global superior a 74%, mesmo com uma pequena redução de até 5,3% em regimes de altas velocidades.

Figura 1 - Indivíduo 3840



Fonte: Própria do Autor

Figura 2 - Comparativo de desempenho



Fonte: Própria do Autor

Conclusões

O estudo demonstrou que a aplicação de algoritmos genéticos combinados à parametrização por curvas de Bézier e simulações no QPROP e MATLAB é uma abordagem eficaz para a otimização de hélices em aplicações no Aerodesign. A metodologia possibilitou ganhos significativos de tração em baixas velocidades e aumento expressivo da Figura de Mérito, mantendo a eficiência global em níveis satisfatórios. Esses resultados reforçam a relevância da integração entre teoria clássica da propulsão, modelagem numérica e técnicas modernas de otimização no desenvolvimento de sistemas propulsivos mais eficientes.

Bibliografia

- ANDERSON, J. D. Fundamentals of Aerodynamics. 5. ed. McGraw-Hill, 2011.
- DRELA, M. QPROP Theory Document. MIT, 2006.
- MARTINS, J. R. R. A.; NING, A. Engineering Design Optimization. Cambridge University Press, 2021.
- POLONI, C. et al. MOGA-II: Improving the performance of the Multi-Objective Genetic Algorithm. Int. Conf. on Genetic Algorithms, 2000.