

ANÁLISE NUMÉRICA DE WINGLETS PARA O PERFIL DE ASA DA EQUIPE ADAM AERODESIGN

Renee Fernando de Souza Vindoca
Bolsista PIBIC - Fundação Araucária

Julio César Dainezi de Oliveira
Orientador - jcdoliveira@uem.br - Departamento de Engenharia Mecânica

Nicholas Dicati Pereira da Silva
Co-orientador - ndpsilva2@uem.br - Departamento de Engenharia Mecânica

Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Mecânica,
Maringá, PR.

Área e Subárea: Engenharias / Engenharia Mecânica

Palavras-chave: Winglets; Aerodinâmica; Simulação Numérica;

RESUMO

Este trabalho estabelece e valida uma metodologia de simulação numérica para a análise aerodinâmica do perfil de asa Eppler423, utilizado pela equipe ADAM Aerodesign. O objetivo é caracterizar o desempenho da asa convencional (sem winglets) para criar uma linha de base de dados que servirá como referência para futuros estudos de otimização com dispositivos de ponta de asa, como os Blended Winglets. A metodologia foi conduzida no software ANSYS e validada com dados experimentais da NASA. Os resultados apresentam os coeficientes de sustentação, arrasto e a curva de eficiência aerodinâmica para a asa em diferentes ângulos de ataque, fornecendo dados quantitativos essenciais para o desenvolvimento de novos protótipos da equipe.

INTRODUÇÃO

O presente estudo investiga numericamente o efeito de diferentes winglets no perfil de asa Eppler423, utilizado pela equipe ADAM Aerodesign da UEM. Para a competição SAE Aerodesign, o projeto foi desenvolvido com uma envergadura de 1165 mm, e as análises foram conduzidas para uma velocidade de 14 m/s, condição de voo representativa para a missão. A influência dos winglets foi avaliada em métricas de sustentação e arrasto até um ângulo de ataque de 13,4°. O objetivo é, portanto, quantificar o ganho de performance obtido com a implementação do

Blended Winglet, a geometria de maior potencial segundo a literatura, validando sua viabilidade para o projeto da equipe.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia iniciou com uma revisão da literatura para avaliar diferentes geometrias de winglets, cujos resultados comparativos são detalhados no relatório parcial. A análise indicou que, embora modelos como Hoerner Tip e Upswept Tip ofereçam vantagens em simplicidade construtiva, o Blended Winglet apresenta o maior potencial de redução de arrasto e ganho de eficiência aerodinâmica. Portanto, para quantificar o máximo ganho de performance possível, este modelo foi estrategicamente selecionado para uma análise numérica aprofundada contra a asa convencional (sem winglet). As simulações foram conduzidas no software ANSYS, empregando o modelo de turbulência k- ω SST, com o fluido de trabalho definido como ar em condições ISA e a superfície da asa como parede rígida com condição de não-deslizamento. A Figura 1 detalha os parâmetros geométricos do Blended Winglet analisado.

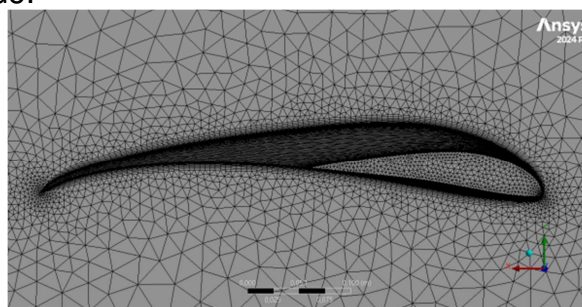


Figura 1 – Malha computacional gerada para o perfil Eppler423.

Para análise dos winglet, não houve alteração no comprimento do final da asa para o final do winglet. Essa característica foi abordada, com a intenção de analisar apenas a diferença geométrica entre eles, assim não permitindo que haja algum benefício da razão comprimento asa-winglet para nenhum deles.

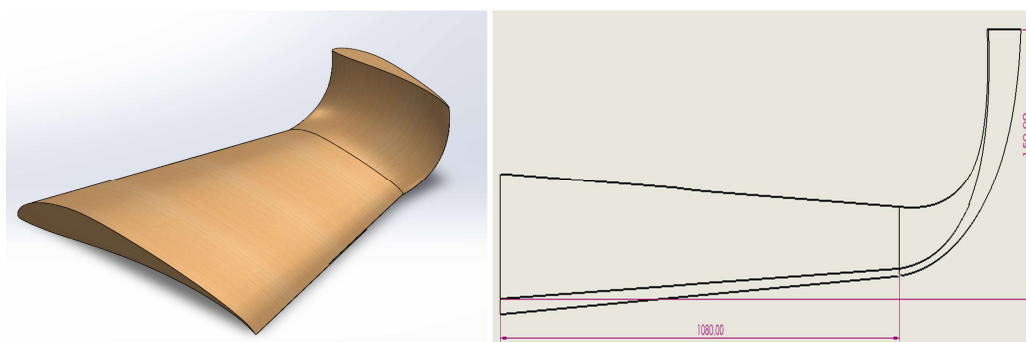


Figura 2: Parâmetros geométricos de referência para o modelo Blended Winglet

Os parâmetros utilizados para construção do blended winglet foram:

- Altura: 150mm;
- Ângulo de Diedro: 60°;
- Corda na raiz e ponta do winglet: 290mm;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da simulação quantificam a melhora de desempenho obtida com a implementação do Blended Winglet em comparação com a asa convencional, que serve como nossa linha de base. A Figura 2 compara o Coeficiente de Sustentação (C_L), a Figura 3 o Coeficiente de Arrasto (C_D) e a Figura 4 a eficiência aerodinâmica (L/D) para ambas as configurações.

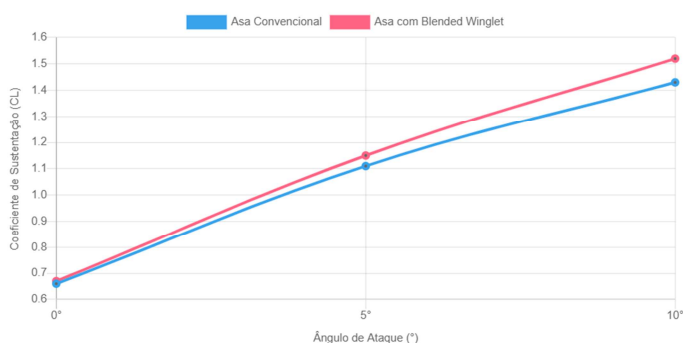


Figura 3: Gráfico do Coeficiente de Sustentação (C_L) vs. Ângulo de Ataque ($^\circ$).

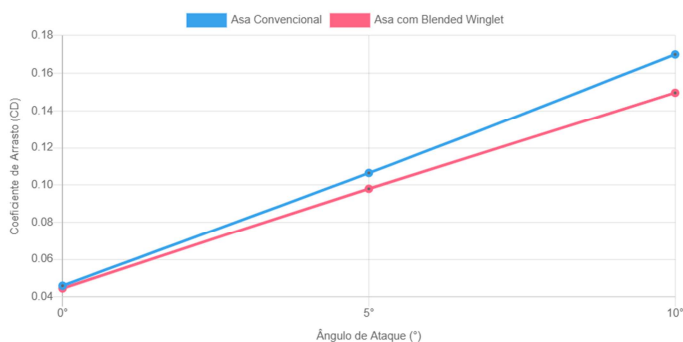


Figura 4: Gráfico do Coeficiente de Arrasto (C_D) vs. Ângulo de Ataque ($^\circ$).

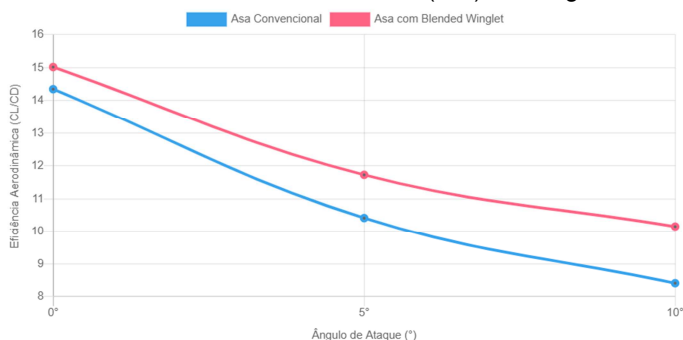


Figura 5: Gráfico da Eficiência Aerodinâmica (C_L/C_D) vs. Ângulo de Ataque ($^\circ$).

CONCLUSÕES

Este estudo validou uma metodologia de simulação e comprovou, por meio de análise numérica, a eficácia da implementação de um Blended Winglet no perfil Eppler423. A decisão de focar no modelo de maior potencial aerodinâmico, com

base na literatura, mostrou-se acertada, com os resultados quantificando um ganho significativo de performance em relação à asa convencional. Embora outros modelos de winglet possuam vantagens construtivas, a simulação confirma que, para o objetivo de máxima eficiência aerodinâmica, o Blended Winglet é uma solução superior.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio da Universidade Estadual de Maringá (UEM), do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Fundação Araucária, por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). O autor agradece também ao orientador Julio César Dainezi de Oliveira e ao professor Nicholas Dicati Pereira da Silva pela orientação e contribuições ao desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

CHIU, J. H.; ALONSO, J. J.; VAN DER WEIDE, E. An analysis of inviscid transonic flows over three-dimensional wings using the discontinuous Galerkin solver in SU2. In: AIAA SCITECH FORUM, 2020.

ECONOMON, T. D.; PALACIOS, F.; COPELAND, S. R.; LUKACZYK, T. W.; ALONSO, J. J. SU2: An Open-Source Suite for Multiphysics Simulation and Design. *AIAA Journal*, v. 54, n. 3, p. 828–846, 2016. DOI: <https://doi.org/10.2514/1.J053813>

LADSON, C. L. Effects of independent variation of Mach and Reynolds numbers on the low-speed aerodynamic characteristics of the NACA 0012 airfoil section. Washington, DC: NASA, 1988. (NASA Technical Memorandum 4074).

AIRFOIL TOOLS. Airfoil polar details for Eppler 423 airfoil at $Re=1,000,000$. [S. l.], [20--?]. Disponível em: <http://airfoiltools.com/polar/details?polar=xf-e423-il-1000000>. Acesso em: 22 ago. 2025.

SANCHEZ, R.; KLINE, H. L.; THOMAS, D.; VARIYAR, A.; RIGHI, M.; ECONOMON, T. D.; ALONSO, J. J.; PALACIOS, R.; DIMITRIADIS, G.; TERRAPON, V. Assessment of the fluid-structure interaction capabilities for aeronautical applications of the open-source solver SU2. In: EUROPEAN CONGRESS ON COMPUTATIONAL METHODS IN APPLIED SCIENCES AND ENGINEERING, 7., 2016. Anais [...]. Creta, 2016.

SOUSA, L. A. F. *Análise de Asa em CFD com Diferentes Tipos de Winglets*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Aeroespacial) – Universidade de Brasília, Brasília, 2023.