

# ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE DISPOSITIVOS DE PONTA DE ASA EM AERONAVES DE BAIXA VELOCIDADE

Bruno Ferreira<sup>1</sup>, Cyro Albuquerque Neto<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Departamento de Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI  
brferreira@outlook.com, cyroan@fei.edu.br

**Resumo:** O presente trabalho estuda a utilização de dispositivos de ponta de asa em aeronaves de baixa velocidade (baixo número de Reynolds). Para isto pesquisou-se os modelos de *wingtips* (dispositivo de ponta de asa) mais utilizados e modelou-se corpos de prova para análises em CFD (*Computational Fluid Dynamics*) e ensaios em túnel de vento. Com isso, será possível destacar as vantagens e desvantagens de cada modelo e salientar o mais adequado para uma determinada aplicação.

## 1. Introdução

O escoamento do ar em asas gera uma diferença de pressão entre o extradorso (região superior do perfil) e o intradorso (região inferior do perfil), fenômeno este responsável pela força de sustentação. Essa diferença de pressão gera um movimento espontâneo do ar da região de alta pressão para a região de baixa pressão, que acarreta na formação de vórtices. Estes diminuem a sustentação da asa e causam o aumento do arrasto na região da ponta da asa. A utilização dos *wingtips* tem como objetivo a diminuição dos vórtices que resulta em economia de combustível e aumento do alcance da aeronave, sendo assim aplicados em larga escala na aviação comercial.

## 2. Metodologia

Após a realização da revisão bibliográfica, optou-se pela análise de seis diferentes configurações de *wingtips*, apresentadas na mesma ordem na Figura 1: *cut off* (sem dispositivo); *rounded*; *drooped*; *winglet*; *“mixed”* (junção do *drooped* e *winglet*); *endplate*. A envergadura dos corpos de prova é limitada pela seção do túnel de vento em que serão feitos os ensaios (220X220 mm), sendo igual a 200 mm, e o valor da corda igual a 100 mm, acarretando assim em uma Razão de Aspecto (AR) de 2. Este valor é baixo em relação ao usados, no entanto baixos valores de AR facilitam a formação de vórtices. Com exceções das configurações *cut off* e *endplate*, a seção retangular da asa se mantém até 160 mm de envergadura, onde inicia-se a transição até um perfil de menor corda localizado a 200 mm.

Para as análises utilizou-se velocidade de 25 m/s, valor máximo do túnel de vento utilizado, resultando em um Reynolds de aproximadamente 175000. As análises de CFD foram realizadas no *software* Ansys CFX. Na geração de malha utilizou-se elementos prismáticos em torno da área da asa, com o objetivo de observar com maior qualidade a camada laminar do fluido, e elementos tetraédricos no restante do domínio. Como

parâmetro de qualidade de malha foi utilizado o método *Skewness*.

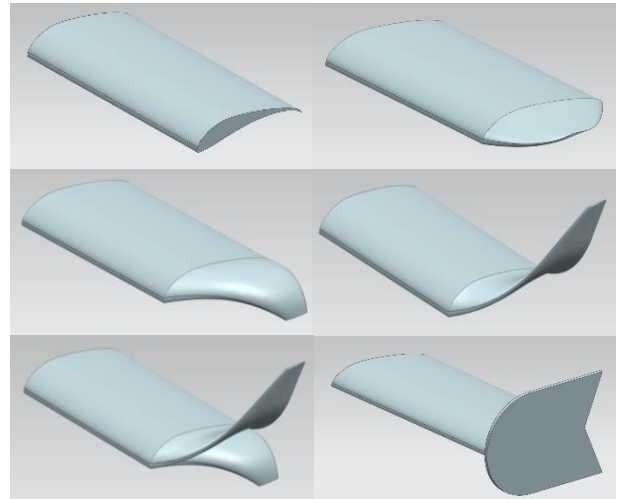


Figura 1 – Configurações de *wingtips*.

Para os ensaios realizados no túnel de vento armfield (Figura 2), utilizou-se a velocidades próximas à 12 m/s, de modo que as forças não ultrapassassem os limites da célula de carga.



Figura 2 – Ensaio em túnel de vento

## 3. Resultados

Nas análises de CFD, estudou-se as configurações em ângulos de ataque diferentes, de 0 à 25 graus e no ensaio de túnel de vento de 0 à 20 graus, observando a variação do  $C_L$  (coeficiente de sustentação) e  $C_D$  (coeficiente de arrasto). Ao comparar-se as curvas de  $C_L$  por  $\alpha$  (ângulo de ataque), obtidas pelo método CFD, das diferentes configurações (Figura 3) notou-se um aumento de aproximadamente 6% do  $C_{L_{máx}}$  (coeficiente de sustentação máximo) da configuração *endplate* em relação à asa sem dispositivo, já a configuração *rounded*

apresentou uma curva similar a curva da configuração *cut off*, no entanto as configurações *drooped*, *winglet* e *mixed* tiveram valores de  $C_{Lmax}$  menores, além de a configuração *mixed* apresentar um estol abrupto.

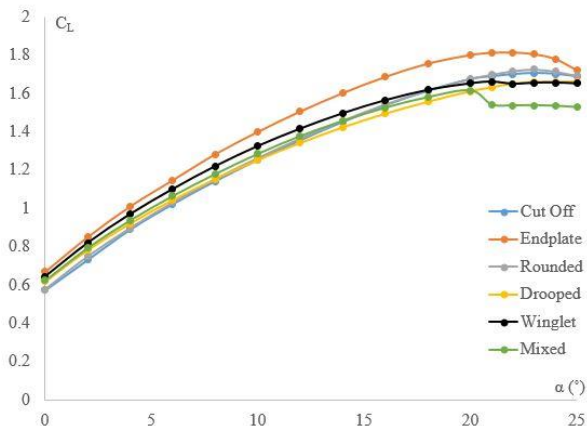


Figura 3 –  $C_L$  x  $\alpha$  (CFD)

Nos resultados experimentais (Figura 4), a configuração *endplate* se manteve sendo a de maior  $C_L$ , no entanto a configuração *mixed* se apresentou melhores resultados ao obter  $C_L$  maior que a configuração *cut off*, configuração sem dispositivo.

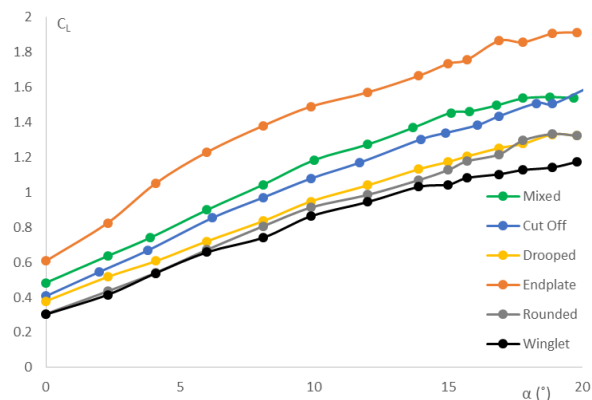


Figura 4 -  $C_L$  x  $\alpha$  (Experimental)

Das configurações analisadas a que apresentou o menor  $C_{Dmin}$  (coeficiente de arrasto mínimo) foi a configuração *mixed*, valor aproximadamente 7% menor que o da configuração *cut off* (Figura 5). Em ângulos de ataque menores que 10 graus somente a configuração *endplate* apresentou valores de  $C_D$  maiores que a configuração *cut off*, e em valores acima de 10 graus somente a configuração *winglet*.

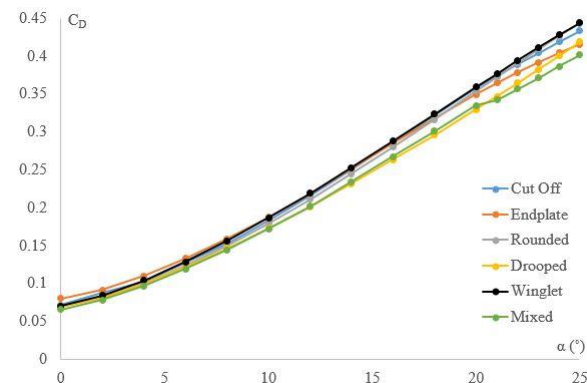


Figura 5 –  $C_D$  por  $\alpha$

Em relação ao  $C_L/C_D$  (eficiência aerodinâmica) todas configurações apresentaram melhores resultados em relação à asa sem dispositivo, além dos pontos de máxima eficiência serem em ângulos de ataque menores, fato que beneficia a trimagem, e a configuração de maior eficiência foi a *mixed* (Figura 6).

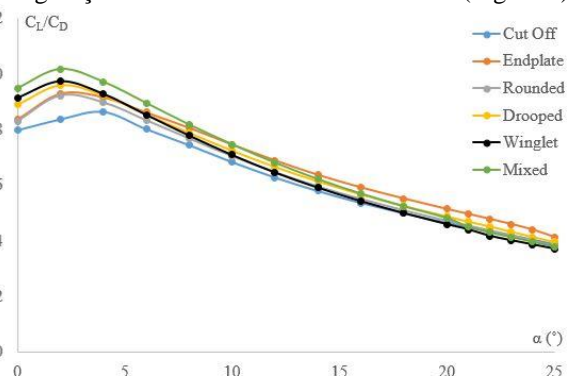


Figura 6 –  $C_L/C_D$  x  $\alpha$

Ao analisar-se visualmente a formação de vórtices próximo do ângulo de estol, onde há maior quantidade de vórtices, observou-se que o dispositivo que teve maior redução dos vórtices foi o *endplate* (Figura 7).

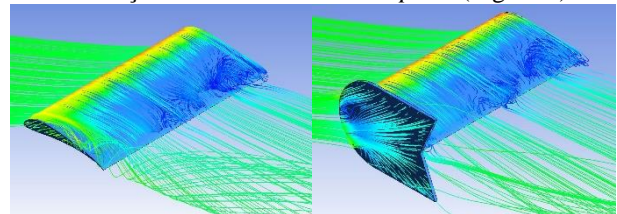


Figura 7 – Formação de vórtices

#### 4. Conclusões

Após realizadas as análises CFD e ensaios de túnel de vento observou-se que há mais de uma boa opção de *wingtip*. A configuração *mixed* foi a que apresentou menor  $C_{Dmin}$  e maior eficiência aerodinâmica, sendo assim a mais apropriada para economia de combustível, e por este motivo usada com frequência em aeronaves comerciais. No entanto a configuração *endplate* obteve um acréscimo de  $C_{Lmax}$ , característica interessante para aeronave de baixos Reynolds, possibilitando decolar em distâncias menores de pista ou reduzir área da asa.

#### 5. Referências

- [1] D. S. Azevedo et. al., IEEE Journal of Solid-State Circuits, **42** (2003) 1234-1239
- [2] M. Rocha, Conceitos Fundamentais, Springer-Verlag, 1999

<sup>1</sup> Aluno de IC do Centro Universitário FEI. Projeto com vigência de 03/17 a 12/17.