

ESTUDO DA EFICIÊNCIA AERODINÂMICA DE WINGLET POR MEIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Rodrigo Hernanes Bezerra Diniz¹, Rodrigo Bernardello Unzueta²,
Engenharia Mecânica, Centro Universitário FEI
rodrigobezerradz@gmail.com ; rbunzueta@fei.edu.br

Resumo: Este documento apresenta o estudo da influência de dispositivos de ponta de asa utilizando simulação computacional. O software utilizado para o estudo é o Ansys com seu módulo CFD. Os resultados obtidos por esse estudo indicam que o melhor perfil de asa a ser incorporado em aviões desse tipo são os de dupla-curvatura, já as configurações analisadas para os ângulos *cant* e *sweep* não mostraram variação expressiva entre si.

1. Introdução

Desde o primeiro voo homologado da história da aviação em 1906 pelo avião de Santos Dumont 14-bis, até os modernos *Boeing 787 Dreamliner* houve grande avanço científico e tecnológico, sobre os equipamentos dessas aeronaves e sobre os diversos fenômenos físicos que as permeiam. Porém, com a globalização e uma maior conscientização sobre o desenvolvimento sustentável novos desafios surgiram. Segundo Djojodihardjo (2013 apud ORLANDO, 2015), dentre eles estão os de diminuir os custos de manutenção, consumo de combustível, impactos acústicos e cumprir com as grandes demandas de passageiros no transporte aéreo.

Para resoluções desses problemas tem sido proposto aviões do tipo asa voadora, dentre eles o BWB (*Blended Wing Body*). Após anos de estudos e pesquisa aviões do tipo asa voadora são vistos como concepções únicas, ainda mais considerando os benéficos significantes aerodinâmicos e estruturais de modelos de asa voadora quando comparado a designs convencionais. (WOOD, 2001). Além de formas inovadoras de aviões que prometam a redução no consumo de combustível, dentre outras melhorias, foi percebido muito antes das elaborações dos primeiros aviões que dispositivos de ponta de asa eram grandes aliados nas reduções dos vórtices de ponta de asa, grandes causadores de arrasto. (PAVONI, 2017).

Um dos principais dispositivos, presentes em diversas aeronaves são os *Winglets* que segundo Whitcomb (1976) são descritas como pequenas asas verticais e que, segundo estudos, podem promover um aumento na eficiência aerodinâmica do avião em mais de 7%. (Jacob, 2010).

2. Metodologia

Levantamento da bibliografia sobre perfil de asa e asa de envergadura finita, dados sobre os diferentes perfis aerodinâmicos e as suas respectivas influências em um estudo aerodinâmico, a fim de selecionar o perfil mais apropriado.

O levantamento dos diferentes tipos de configurações de *Winglets* para o tipo de asa pré-

selecionado, modelamento da asa com as diferentes configurações de *Winglets* estabelecidas e realização das simulações, por meio do Ansys e seu módulo CFX, e realizar as coletas dos dados e, por fim, a análise dos mesmos.

3. Resultados

Definido o *farfield*, e a configuração de malha a serem utilizados nas simulações, foram obtidos os resultados fundamentais. Visto que o objetivo principal deste trabalho é o *winglet* que produz a melhor eficiência aerodinâmica possível visando reduzir o consumo de combustível. Desta forma o principal fator a ser analisado é a força de arrasto no ângulo de ataque igual a zero graus, pois tal ângulo representa a configuração de um voo em cruzeiro.

Tabela I - Dados com 0° de ângulo de ataque:

Configuração	Força de Arrasto (N)	Força de Sustentação (N)	Fs/Fa
1-120	3187,46	14120,9	4,430
1-135	3119,45	14259,3	4,571
1-150	3061,97	14159,4	4,624
2-120	3161,72	14323,5	4,530
2-135	3054,00	14287,5	4,678
2-150	3036,26	14301,3	4,710
3-120	3107,94	14137,3	4,549
3-135	3028,92	14096,6	4,654
3-150	3012,27	14061,4	4,668

A partir da análise da tabela I é possível concluir que a maior variação entre os resultados é de 175,19 N, se utilizado o valor de 3012,27 N como referência, essa variação não chega a 6%. Desta forma não é possível afirmar qual configuração apresentada é melhor, pois ao se levar em consideração a incorporação do corpo do avião aos resultados de arrasto, essa variação percentual se torna menor e adicionada a imprecisão em alguns pontos percentuais dos resultados provindos de uma simulação, devido às limitações computacionais de malha e *farfield*, se torna impossível uma conclusão de qual configuração seria mais benéfica para estes *winglets*, simulados no perfil de asa selecionado.

Tabela II – Dados com -5° de ângulo de ataque

Configuração	Força de Arrasto (N)	Força de Sustentação (N)	Fs/Fa
1-120	4769,03	-13101,4	-2,747
1-135	4714,09	-12998	-2,757
1-150	4680,88	-13258,5	-2,832
2-120	4748,93	-12942,8	-2,725
2-135	4652,18	-13933,4	-2,995
2-150	4637,68	-13538,1	-2,919
3-120	4690,01	-13588,9	-2,897
3-135	4652,81	-13162,3	-2,829
3-150	4632,73	-12967,5	-2,799

Tabela III – Dados com +5° de ângulo de ataque

Configuração	Força de Arrasto (N)	Força de Sustentação (N)	Fs/Fa
1-120	6882,72	40350,2	5,863
1-135	6807,3	40364,5	5,93
1-150	6718,36	40200,2	5,984
2-120	6706,42	44851,4	6,688
2-135	7088,8	49833,3	7,03
2-150	6649,48	39999,5	6,015
3-120	6600,49	45379,7	6,875
3-135	6767,58	41291,5	6,101
3-150	6707,65	40938	6,103

Tabela IV – Dados com +10° de ângulo de ataque

Configuração	Força de Arrasto (N)	Força de Sustentação (N)	Fs/Fa
1-120	12731,1	55994	4,398
1-135	13576,9	62264,9	4,586
1-150	12621,5	56167,9	4,45
2-120	12631,3	56288,9	4,456
2-135	12568,3	56422	4,489
2-150	12540,1	56331	4,492
3-120	12577,9	56101,3	4,46
3-135	12548,1	56177,5	4,477
3-150	12537,8	56316,4	4,492

Tabela V – Dados com +15° de ângulo de ataque

Configuração	Força de Arrasto (N)	Força de Sustentação (N)	Fs/Fa
1-120	20352,6	68238,9	3,353
1-135	20353,2	68527,9	3,367
1-150	20633	68917,7	3,34
2-120	19663,5	74599,2	3,794
2-135	20334,3	68381,8	3,363
2-150	20305,7	68063,2	3,352
3-120	20250,8	68103,6	3,363
3-135	20335,9	68412,7	3,364
3-150	20223,1	68399,6	3,382

Como posto sobre o ângulo de 0°, os demais ângulos de ataque também não tiveram variações que ultrapassassem 10%, ou seja, pequenas variações que se englobam dentro dos fatores citados anteriormente. Sendo assim, é plausível afirmar que não há grandes diferenças em termos de aplicação ao se usar qualquer uma dessas geometrias.

Porém, uma questão interessante a se destacar é que verificando a razão entre sustentação e arrasto se observam que todas as geometrias encontram sua melhor relação entre fornecer uma boa sustentação com o menor arrasto possível em uma faixa entre os 0° e 5°. Assim, consegue-se afirmar que este perfil de asa juntamente com qualquer um desses dispositivos encontra uma boa operação nesta faixa de ângulos.

4. Conclusões

A ideia fundamental deste estudo foi buscar entender melhor como as diversas geometrias de *winglets* se portavam, juntamente com uma asa e perfil específicos, como pequenas mudanças em sua geometria poderiam influenciar no comportamento da asa.

Após a análise de todos os dados obtidos, foi possível concluir que, entre as situações propostas, as geometrias simuladas não causaram mudanças significativas no comportamento da asa. Embora pequenas mudanças nos ângulos “*cant*” e “*sweep*” não promoveram mudanças drásticas, porém ainda existem diversas hipóteses a serem testadas, como a comparação de tais resultados com outros tipos de dispositivos de ponta de asa disponíveis, mas que neste momento não eram alvo de estudo deste trabalho.

5. Referências

- [1] GAMBA, Eduardo Pavoni. ANÁLISE COMPUTACIONAL DE DISPOSITIVOS DE PONTA DE ASA. Dispositivos de Ponta de asa, Uberlândia, 2017.
- [2] WOOD, R.M; BAUER, S.X.S. Flying Wings / Flying Fuselages. Flying Wings, AIAA, 2001
- [3] ANDERSON, John. D. FUNDAMENTALS OF AERODYNAMICS. [S. l.]: McGraw-Hill, 1991.
- [4] WHITCOMB, Richard T. A DESIGN APPROACH AND SELECTED WIND-TUNNEL RESULTS AT HIGH SUBSONIC MOUNTED SPEEDS FOR WINGLETS WING-T. National Aeronautics and Space Administration, Washington, D.C, 1976.
- [5] WEIERMAN, Jacob; JACOB, Jamey. D. Winglet Design and Optimization for UAVs. Winglet, U.S.A, 2010.
- [6] AVIATION Pioneer Richard T. Whitcomb. U.S.A, 13 out. 2009. Disponível em: https://www.nasa.gov/topics/people/features/richard_whitcomb.html. Acesso em: 18 abr. 2019.
- [7] SADRAEY, Mohammad H. Aircraft Design: A Systems Engineering Approach. U.S.A: Wiley, 2012.

¹ Aluno de IC do Centro Universitário FEI (PBIC097/19). Projeto com vigência de 11/19 a 02/21.