



Análise de Schrenk sobre a asa de uma aeronave conceitual do tipo VANT da categoria Micro.

Bruno Fabricio Alves de Oliveira^{1*}

¹*Programa de pós-graduação em engenharia aeroespacial, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Brasil.*

Resumo

Neste artigo será proposto a análise da sustentação de um projeto conceitual da asa de um VANT da categoria Micro, suas características serão escolhidas conforme os limites do modelo Micro, especificando suas dimensões como: envergadura da asa, peso da aeronave e afilamento da asa. Em seguida usando o método de Schrenk, será realizada a análise da distribuição da sustentação na asa conceitualmente projetada, por meio do gráfico gerado pela análise de Schrenk. Além disso serão discutidos brevemente os conceitos de VANT e seus modelos, assim como o de força de sustentação.

Palavras-Chaves: VANT, Projeto Conceitual, Distribuição da Sustentação, Análise de Schrenk.

1. INTRODUÇÃO

Segundo [1, 8] os VANTs começaram a ser desenvolvidos durante a segunda guerra mundial. Serviam principalmente para fotografar bases inimigas, localizar tropas e bombardeios. Com o fim da segunda guerra e o início da corrida espacial entre Estados Unidos da América e União Soviética, houve de fato um boom de desenvolvimento dessas aeronaves, até chegar nos VANTs que vemos hoje.

Os VANTs vêm tomando grande importância em diversas áreas civis para fiscalizar, inspecionar e monitorar através de imagens e filmagens [7], como na agricultura e na defesa pessoal. Ainda são usadas na área militar de países que detém o conhecimento para VANTs desse tipo, principalmente para espionagens [1, 7]. Isso se dá devido a versatilidade que esse tipo de aeronave proporciona, graças a ausência de pilotos a bordo da aeronave.

Em abril do ano de 2021 foi realizado o primeiro voo no planeta Marte. O voo foi feito pelo helicóptero *Ingenuity*, ele realizou um voo de três metros. Este foi um marco

importante para a história da aviação. Esse evento histórico mostra o quão longe a tecnologia dos VANT pode ir e o quanto ela ainda pode avançar.

Este artigo tem como objetivo realizar uma análise da distribuição da sustentação de uma asa conceitual de uma aeronave do tipo VANT da categoria Micro, por meio da análise da distribuição de Schrenk de forma didática. Para isso, conceitua-se VANTs, seus tipos, modelos e a força de sustentação.

2. MATERIEIS E MÉTODOS

Veículos VANT (do inglês *Unmanned Aerial Vehicle*, UAV), são aeronaves não tripuladas, tendo seu modo de operação realizado de forma remota, autônoma ou uma combinação entre eles. Atualmente os VANT vem ganhando relevância no cenário aéreo, isso graças a evidente vantagem em não necessitar de piloto a bordo, capacitando-os a realização de tarefas arriscadas [1, 8]. No entanto, suas

vantagens frente a aeronaves tripuladas convencionais não se resumem apenas a ausência de piloto. Além disso possuem custo de produção e manutenção muito menores, maior flexibilidade, podendo executar manobras ou locomover-se em locais de difícil acesso aeronaves convencionais [2, 7].

2.1. Modelos de VANTs

Os VANTs podem ser classificados quanto a seu tamanho, peso, alcance, autonomia, princípio de voo e modo de propulsão. Alguns tipos de VANT, podem ser vistos na Tabela 1, bem como as características que os classificam dentro desta categoria.

Tabela 1 – Categorias de VANT e suas características. Adaptado de [1, 8].

Categorias	Alcance (km)	Altitude (m)	Autonomia (h)	Peso (kg)
Micro	<10	250	1	<5
Mini	<10	150 a 300	<2	<30
Alcance Fechado	10 a 30	3000	2 a 4	150
Alcance Curto	30 a 70	3000	3 a 6	200
Alcance Médio	70 a 200	5000	6 a 10	1250
Alcance Médio Resistencia	>500	8000	10 a 18	1250
Baixa Altitude Alta Velocidade	>250	50 a 9000	0,5 a 1	350
Baixa Altitude Alta Autonomia	>500	3000	>24	<30
Média Altitude Longa Autonomia	>500	14000	24 a 48	1500
Alta Altitude Longa Autonomia	>2000	20000	24 a 48	4500 a 12000

Além disso essas aeronaves são divididas em três grandes grupos. VANTs de asa fixa, asa rotativa e mais leves que o ar.

VANTs de asa fixa que são aviões não tripulados, podendo possuir diversas dimensões, desde aviões de pequeno porte do tamanho de uma mão [8], a de grande porte capazes de cruzar continentes. Um exemplo desse tipo de VANT pode ser visto na Figura 2.1.



Figura 2.1 – VANT de asa fixa [4]

VANTs de asa rotativa, são como helicópteros, comparados com os de asa fixa, não alcançam grandes velocidades, no entanto, possuem grande mobilidade [3], possibilita uma melhor aplicação de recursos elétricos, por isso são mais indicados a áreas urbanas, servindo como máquinas de vigilância e reconhecimento [3, 7]. Um VANT do tipo asa rotativa é mostrado na Figura 2.2.



Figura 2.2 – VANT de asa rotativa [4]

Já os VANTs mais leves que o ar, são como dirigíveis não tripulados, assim como os seus respectivos correspondentes tripuláveis, são lentos, sua sustentação é feita por gases [8]. Foram utilizados durante a guerra civil americana. Seus usos atualmente se dão pela vigilância estática de campos de batalha, de aglomerações e de incêndios florestais.

2.2. Força de Sustentação

Segundo [1], a força de sustentação representa a maior qualidade que uma aeronave possui em voo. Sendo ela a grande responsável por vencer o peso da aeronave e possibilitar o voo. A força de sustentação pode ser encontrada pela Equação 1.

$$L = n_{m\acute{a}x}W \quad (1)$$

Onde $n_{m\acute{a}x}$ é o fator de carga máxima da aeronave (Fator adimensional que pode variar de 2 a 2,5 dependendo do conservadorismo adotado para o cálculo) e W é a força peso total da aeronave. A sustentação aqui calculada é uma aproximação para que possamos determinar a distribuição desta força ao longo da asa, como pode ser visto na Figura 2.3.

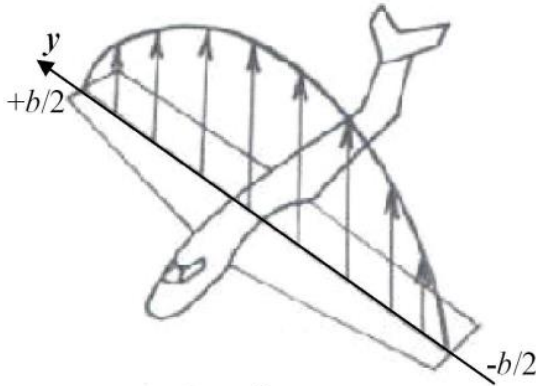


Figura 2.3 – Distribuição de sustentação ao longo da envergadura [5]

2.3. Distribuição pelo método de Schrenk

A forma em que a força de sustentação se distribui ao longo da asa é um fator importante para os cálculos futuros de esforços nos componentes e na distribuição de esforço cortante e momento fleto [6]. Muitas vezes determinar a distribuição da sustentação ao longo de uma asa durante o voo só é possível por meio de experimentos com túneis de ventos ou uso de software como o programa CFD. No entanto, para um projeto preliminar, se faz necessário métodos mais simples, mas com exatidão satisfatória para um projeto preliminar.

Um desses métodos capazes de calcular a sustentação ao longo da asa, esse método é o método de Schrenk. Este método basicamente representa uma média aritmética entre a distribuição de carga originada pelo modelo de asa em questão e uma distribuição elíptica para uma asa de mesma envergadura [6].

Por meio da Equação 2, podemos obter essa aproximação [5]

$$L(y)_s = \frac{L(y)_t + L(y)_e}{2} \quad (2)$$

Sendo $L(y)_e$ a distribuição elíptica e $L(y)_t$ a distribuição trapezoidal.

Podemos calcular a distribuição trapezoidal por meio da Equação 3.

$$L(y)_t = \frac{2L}{(1+\lambda)b} \left[1 + \left(\frac{2y}{b} (1 - \lambda) \right) \right] \quad (3)$$

Onde λ é o afilamento da asa, que pode ser igual a 1 quando uma asa retangular, ser igual a 0,5 quando uma asa trapezoidal. b é a envergadura total da asa e y é o recorte do comprimento da envergadura [5].

Por meio da Equação 4 podemos chegar a distribuição elíptica.

$$L(y)_e = \frac{4L}{\pi b} \sqrt{1 - \left(\frac{2y}{b} \right)^2} \quad (4)$$

3. RESULTADOS

Para se determinar a distribuição da sustentação na asa da aeronave por meio da análise de Schrenk. Alguns fatores dimensionais da aeronave foram estimados, levando em conta as características típicas de VANTs do modelo Micro, que pode ser visto na Tabela 1. Foram estimados o peso e a envergadura da asa dentro das especificações dessas características do modelo Micro, corda raiz e afilamento levando em consideração a praticidade da construção aeronave. Todas estas decisões preliminares podem ser vistas na Tabela 2.

Tabela 2 – Dimensões Preliminares

Dimensões Preliminares	Valor
Afilamento (λ)	0,5
Corda Raiz (c_r)	0,3 m
Envergadura (b)	1,60 m
Fator de Carga Máxima ($n_{m\acute{a}x}$)	2,5
Peso (P)	4 kg

Com estes dados iniciais, primeiramente calculamos a força de sustentação necessária, para vencer o peso da aeronave, usando a Equação 1.

$$L = 98 N$$

Com a força de sustentação, podemos calcular a distribuição elíptica, trapezoidal e Schrenk por meio das Equações 3,4 e 2 respectivamente para o intervalo de -0,8 a 0,8 correspondente da semi envergadura da asa conceitual. Por meio da linguagem de programação *Python*, obtendo o Gráfico 1.

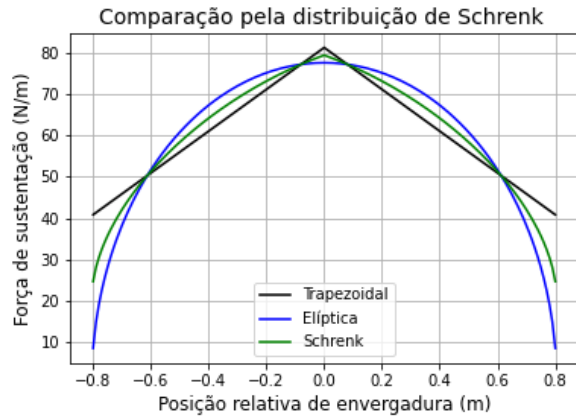


Gráfico 1 – Análise por meio do método de Schrenk

Como foi descrito em seções anteriores, o Gráfico 1 revela a comparação entre as distribuições de sustentação de uma asa de mesmas dimensões da forma trapezoidal, elíptica e Schrenk. Sendo a curva de distribuição de Schrenk (em verde) uma aproximação mais realista da distribuição da sustentação da asa durante o voo.

4. CONCLUSÃO

Para uma asa trapezoidal a distribuição de sustentação calculada não se assemelha a distribuição correspondente durante o voo real. Neste artigo, por meio da análise pela distribuição de Schrenk, obtemos um gráfico de distribuição que aproxima o gráfico do cálculo com a distribuição real de uma asa durante o voo. A distribuição de Schrenk, permite que novas análises de cargas sejam feitas, preparando o terreno para o projeto definitivo. Desta forma, deve se evidenciar que essa é uma etapa inicial de um projeto de uma aeronave.

AGRADECIMENTOS

Agradeço as instituições UFRSA e UFRN.

REFERENCES

- [1] Rodrigues FS. VANT: de sua criação aos dias atuais. Dissertação de Graduação. Universidade do Sul de Santa Catarina 2020.
- [2] Paula JC. Desenvolvimento de um VANT do tipo quadricóptero para obtenção de imagens aéreas em alta definição. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná 2012.
- [3] Regina BA. Projeto e análise aeronáutica de veículo autônomo aéreo não tripulado de pouso e decolagem vertical com foco em alcance. Dissertação de Graduação. Universidade Federal de Juiz de Fora 2018.
- [4] Librelon A. Drone, Vant e Autodesk Recap 360. Abril 2016; Disponível em: <https://forums.autodesk.com/t5/revit-navisworks-bim-360/drone-vant-e-autodesk-recap-360/td-p/6477350>.
- [5] Rodrigues LEMJ. Fundamentos da engenharia aeronáutica aplicação ao projeto SAE-AERODESIGN. 1ª Edição. São Paulo 2011.
- [6] Iscold P. Introdução às cargas nas aeronaves. Universidade Federal de Minas Gerais 2002.
- [7] Fracaro N, Matos DB de, Post E, Reibold MP, Luft C. Veículos aéreos não tripulados (VANTs) do tipo multirrotor: Abordagem teórica e ênfase no estudo do quadricóptero. Em: Salão do Conhecimento: Matemática está em tudo. 2017.
- [8] Oliveira LP, Amorim JS. Análise da legalidade do emprego de veículos aéreos não tripulados (VANTs) na atividade de polícia ostensiva e de polícia ostensiva e de preservação da ordem pública. Em: Associação de oficiais militares de Santa Catarina. Santa Catarina 2015.