

# PROJETO CONCEITUAL DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO CONFIGURADO COMO ALVO AÉREO

*Alessandro L. Branco<sup>1</sup>, Flavio Araripe d'Oliveira<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>UNIVAP/FEAU, abraconsjc@yahoo.com.br

<sup>2</sup>CTA/ASA, flavio.araripe@iae.cta.br

**Palavras-chave:** VANT, Veículo Aéreo Não Tripulado, Alvo Aéreo, UAV

**Área do Conhecimento:** Engenharia Aeronáutica

**Resumo** – Este trabalho tem por objetivo demonstrar a metodologia adotada para a elaboração do projeto conceitual de aeronaves, mais especificamente o projeto de um veículo aéreo não tripulado (VANT) configurado como alvo aéreo, dotado da capacidade de simular a operação de aeronaves inimigas, conduzindo treinamentos para capacitar atiradores de defesa antiaérea e pilotos de caça à operação de seus equipamentos, quando em situações de combate real, além de possibilitar testes de equipamentos terra-ar e ar-ar, seja no desenvolvimento ou no recebimento destes. O desenvolvimento deste, está baseado nos interesses das forças em obter VANT's capazes de cumprir missões estratégicas de reconhecimento e treinamento, com vistas à evolução destes sistemas para outras aplicações em combate.

## Introdução

Desde os primórdios dos tempos, o homem sonhou poder voar como os pássaros, visando a satisfação de estar entre as nuvens e as possibilidades que esta capacidade lhe traria. A idéia de fazer algo mais pesado que o ar planar encantou, e ainda encanta, várias pessoas, tendo motivado homens e mulheres, ao longo do tempo, a buscar soluções que pudessem permitir tal feito. Em um curto espaço de tempo, desde o gênio Alberto Santos Dumont, a engenharia aeronáutica evoluiu e atualmente vem se adaptando às necessidades e condições de operação de um mundo influenciado pela grande capacidade e pequeno tamanho dos computadores. Aliando-se estas tecnologias, motivadas pelas necessidades de se realizar tarefas perigosas, em condições ambientais críticas e exaustivas, física e mentalmente, é que surgiu no final da década de 70 um novo ramo na engenharia aeronáutica. As aeronaves não tripuladas (Unmanned Aerial Vehicle – UAV) desbravaram missões importantes ao longo da história, porém, os grandes avanços desta tecnologia se deram ao longo da última década em missões civis e militares. No Brasil, costuma-se utilizar o nome Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para tais equipamentos. Uma vertente dos VANT's são os Alvos Aéreos, cuja definição é de veículos aéreos não tripulados com a capacidade de simular a operação de aeronaves inimigas, conduzindo treinamentos para capacitar atiradores de defesa antiaérea e pilotos de caça à operação de seus equipamentos, quando em situações de combate real, além de possibilitar

testes de equipamentos terra-ar e ar-ar, seja no desenvolvimento ou no recebimento destes.

O Brasil tem deficiência nesta área, uma vez que todas as necessidades de alvos aéreos, seja para recebimento ou para desenvolvimento de armamentos, são supridas através da importação de alvos de países como a Inglaterra ou Estados Unidos, ou através da compra de serviços, dependendo o tipo de ensaio, de países que possuem tal tecnologia.

O Ministério da Defesa brasileiro tem fomentado o desenvolvimento de tais tecnologias em nosso território, tendo publicado a Portaria Normativa n.º 606/MD de 11 de Junho de 2004, na qual definia as diretrizes para a obtenção de VANT's<sup>[7]</sup>.

Neste sentido, surgiu o Projeto VANT, que congrega além da Força Aérea Brasileira, Exército Brasileiro e Marinha do Brasil, a Avibras Aeroespacial como interveniente do desenvolvimento. O foco principal do Projeto VANT é a obtenção do Sistema de Navegação e Controle para as aeronaves, sendo as plataformas aportadas pelos participantes, como veremos a seguir nas iniciativas no Brasil.

A Portaria Normativa n.º 606/MD, cita o interesse do Ministério da Defesa na obtenção de um alvo aéreo nacional, sendo então o principal agente motivador do desenvolvimento deste trabalho.

## Materiais e Métodos

Diversos autores conduzem temas relacionados ao projeto preliminar de aeronaves, dentre eles podemos destacar o Dr. Daniel P. Raymer, com "Aircraft Design – A Conceptual Approach"<sup>[1]</sup>, publicado pelo American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc, no qual são apresentados

passos para a determinação das características iniciais da aeronave, tais como a determinação do peso máximo de decolagem, determinação do perfil aerodinâmico e conseqüentemente da asa da aeronave, determinação de parâmetros aerodinâmicos e de desempenho, além do design inicial para a fuselagem. O livro ainda apresenta dados empíricos colhidos e demonstrados com base na experiência do autor e eventualmente de outros consultados durante a elaboração do livro. Como citado anteriormente, este trabalho tem por objetivo definir uma aeronave não tripulada para aplicação como alvo aéreo, levando em consideração parâmetros determinados que caracterizem tal aplicação. Dadas as características deste trabalho, se faz necessário um aporte de conhecimentos relacionados aos fluxos utilizados no desenvolvimento conceitual de aeronaves, onde se poderá observar os caminhos comumente trilhados pelos engenheiros envolvidos com este tipo de atividade. O livro de Daniel Raymer conduz de maneira interessante e ao mesmo tempo clara, todo o processo, como podemos observar no capítulo 2 do mesmo. Outra fonte de consulta, da mesma maneira classificada como “fundação do projeto conceitual de aeronaves”, são os livros escritos pelo Dr. Jan Roskan (University of Kansas), a coleção “Airplane Design”<sup>[2]</sup> publicada pela Design, Analysis and Research Corporation (DAR Corp) é composta por oito volumes que abordam o dimensionamento preliminar, projeto preliminar e configuração do sistema propulsivo, definição preliminar dos layouts de fuselagem, asas e empenagens, trens de aterrissagem, estimativa de pesos de componentes, cálculos preliminares de aerodinâmica, empuxo e potência para a aeronave, estimativas relacionadas à estabilidade, controlabilidade e desempenho de aeronaves, além de um capítulo dedicado à projeção de custos de operação e fabricação de aeronaves. Para este trabalho utilizaremos os capítulos que se relacionam com o projeto preliminar como apoio à teoria demonstrada por Raymer.

### O Projeto Conceitual

O projeto de aeronaves é uma disciplina separada da engenharia aeronáutica – diferente das disciplinas analíticas, tais como aerodinâmica, estrutura, controle, e propulsão. Um projetista de aeronaves precisa estar bem informado a cerca destas e de outras especialidades, mas na realidade, gastará pouco tempo executando tais análises ao todo, ao invés disto, o tempo do projetista é gasto fazendo-se algo chamado de “projeto conceitual”, criando a descrição geométrica e definindo as

características consideradas importantes com vistas à avaliação inicial do conceito sugerido.

### Visão Geral do Processo de Projeto

É consenso dos profissionais relacionados ao projeto de aeronaves que a determinação exata do ponto inicial de qualquer projeto aeronáutico é muito difícil, para o projetista o processo começa com uma nova concepção da aeronave, já para os especialistas em dimensionamento, o projeto só se inicia quando já se tenha estabelecido uma estimativa do peso da aeronave, porém, para o cliente (civil ou militar) o projeto somente começa com os requisitos. Quem estará certo ? Todos eles !

Na realidade, o projeto é um esforço interativo, conforme se vê na **Figura 1**. Os requisitos são colocados antes mesmo que um estudo de caso seja iniciado, e as configurações são desenvolvidas para satisfazerem os requisitos.

A análise de projeto freqüentemente aponta para novas configurações e tecnologias, que podem iniciar todo um novo esforço de projeto. Contudo, sempre que um projeto é iniciado, todas estas atividades são igualmente importantes na produção de uma boa concepção de aeronave.

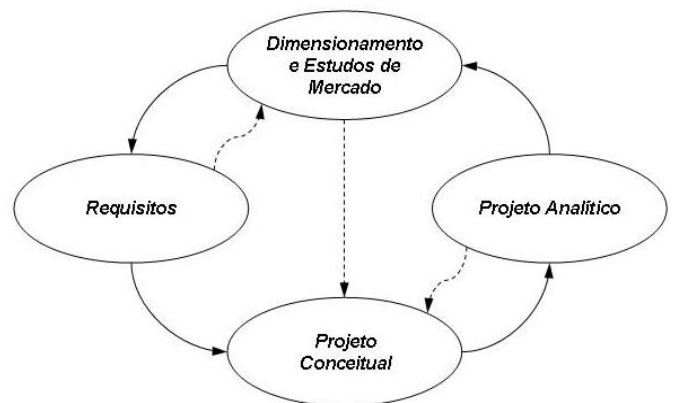


Figura 1 – Processo Interativo do Projeto Conceitual

### Fases do Projeto de Aeronaves Projeto Conceitual

O projeto de aeronaves pode ser dividido em três grandes fases, conforme mostrado na **Figura 2**. No projeto conceitual, as questões básicas sobre o arranjo de configuração, o dimensionamento e peso, e o desempenho são respondidas.

A primeira questão que se põe é: “Pode-se construir uma aeronave acessível financeiramente, que satisfaça todos os requisitos impostos ao seu projeto?” Se a resposta for não, então o cliente pode aliviar os requisitos.

O projeto conceitual é um processo muito fluido, pois idéias e problemas novos emergem à

medida que o projeto vai sendo investigado em detalhes sempre crescentes. Cada vez que o último projeto é analisado e dimensionado, ele tem que ser redesenhado para refletir as mudanças no novo peso bruto de decolagem, no peso de combustível, na dimensão da asa e dimensão dos motores, bem como outras mudanças. Ensaios em túnel de vento nesta fase do projeto revelam, freqüentemente, problemas que requerem alguma mudança na configuração.

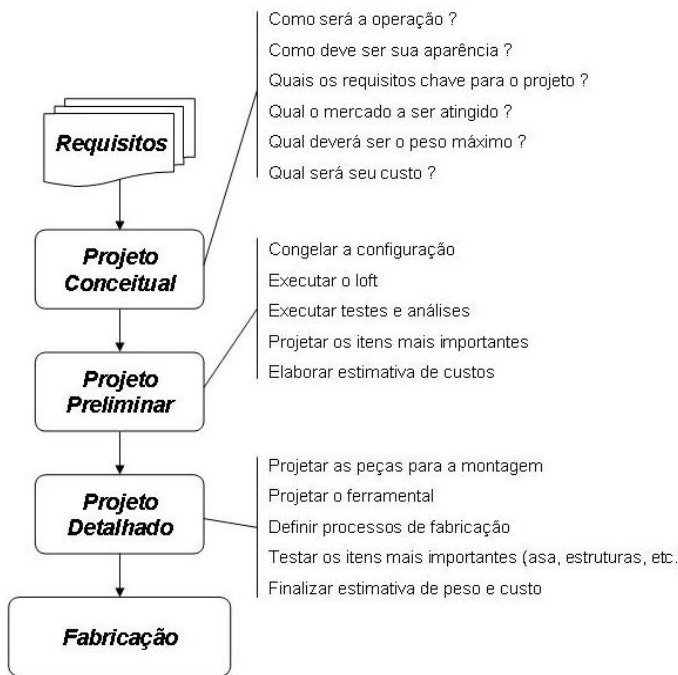


Figura 2 – Fases de Projeto

### Projeto Preliminar

Pode-se dizer que o projeto preliminar começa quando não há maiores mudanças na configuração, ou seja, questões como a configuração da estabilização horizontal (canards ou convencional traseira), posicionamento das superfícies, características da asa e das empenagens e a motorização, já foram resolvidas. Espera-se que o arranjo de configuração permaneça praticamente como o mostrado nos últimos desenhos, embora ainda possam ocorrer pequenas revisões no projeto. Num determinado instante, mesmo as mudanças menores são interrompidas e se decide congelar a configuração.

Durante o projeto preliminar, os especialistas em áreas como estruturas, trens de pouso, e sistema de controle vão projetar e analisar as suas porções no projeto da aeronave, sendo os testes iniciados em áreas tais como aerodinâmica, propulsão, estruturas, e estabilidade e controle após o projeto.

Uma atividade chave durante o projeto preliminar é o “lofting” (ou tracagem) da aeronave (geração do avião). O lofting é a modelagem matemática da parte externa da aeronave, com precisão suficiente para assegurar um ajuste apropriado entre as suas diferentes partes, mesmo se elas forem projetadas por projetistas diferentes e, possivelmente, fabricadas em locais diferentes.

### Projeto Detalhado

Supondo-se uma decisão favorável para o desenvolvimento em escala real, a fase do projeto detalhado tem início, sendo as partes reais projetadas com vistas à posterior fabricação. Por exemplo, durante as fases do projeto conceitual e preliminar, o elemento asa será dividido em nervuras, longarinas e placas, sendo o projeto executado e analisado separadamente.

Outra parte importante do projeto detalhado, é chamada de “produção do projeto”. Os especialistas determinam como a aeronave será fabricada, começando com os menores e mais simples subsistemas, até chegar no processo de integração final. Nesta fase ocorrem, com freqüência, acertos entre projetistas e processistas com a finalidade de se facilitar a manufatura. Estes acertos podem ter grande impacto no desempenho ou peso da aeronave, porém os compromissos são inevitáveis, devendo o projeto satisfazer os requisitos originais.

Durante o projeto detalhado, os esforços de testes intensificam-se. A estrutura real da aeronave é fabricada e testada, leis de controle para os sistemas de controle de vôo são testadas no simulador chamado “pássaro de ferro”, através de modelos de trabalho detalhados dos atuadores e das superfícies de controle de vôo. Simuladores de vôo são desenvolvidos e voados tanto pela indústria, quanto pelos pilotos de teste dos clientes.

O projeto detalhado finaliza-se com a fabricação da aeronave. Freqüentemente, a fabricação começa com partes do avião antes mesmo que todo o esforço do projeto detalhado seja completado. Espera-se que mudanças nas partes já fabricadas possam ser evitadas.

Não podemos deixar de mencionar o "Theory of Wings Sections" [3] escrito por Ira Abbott e Van Doenhoff, que apresenta a teoria por trás dos perfis aerodinâmicos, disponibilizando informações referentes aos coeficientes de sustentação, arrasto induzido e momento em função do ângulo de ataque. Este apresenta tais curvas para alguns dos perfis mais comuns da série NACA, comumente utilizados no projeto de aeronaves.

É de grande importância para o autor que o trabalho aqui proposto possa embasar e ilustrar a história por trás das aeronaves não tripuladas, bem como as aplicações mais interessantes, trazendo de modo geral informações sobre esta tecnologia, casos de utilização, tipos de aplicação, e várias outras informações julgadas interessantes. Em especial, a intenção é demonstrar a crescente utilização desta tecnologia, com um vértice situado na aplicação como alvo aéreo para o treinamento das forças armadas, e no recebimento e testes de armamentos. Para tanto, utilizaremos informações oriundas da internet, colhidas em diversos sites, como por exemplo, os relatórios do Departamento de Defesa norte-americano que situam as tecnologias não tripuladas e planejam, em um horizonte de 25 anos, a realidade e os investimentos nesta tecnologia.

## Resultados

Espera-se obter o projeto conceitual de uma aeronave capaz de atender os requisitos estabelecidos na Portaria Normativa n.º 606/MD através das seguintes atividades :

- Análise de requisitos operacionais;
- Levantamento de alvos existentes;
- Estudo de configurações de alvos aéreos;
- Determinação de características geométricas (3 vistas);
- Determinação de características aerodinâmicas e de desempenho; e
- Análise preliminar de estabilidade e controle.

## Conclusão

As tecnologias não tripuladas já estão disponíveis para aplicações estratégicas. VANT's são considerados o futuro da aviação, pois spin-offs de aplicações militares serão utilizados na inspeção de linhas de transmissão e na aplicação de agrotóxicos sobre lavouras, por exemplo. É marcante o avanço destas tecnologias, e a capacitação de pessoal e da indústria brasileira faz-se necessária. Espera-se com este trabalho demonstrar algumas técnicas para o projeto conceitual de aeronaves, e suas vertentes para o

projeto de plataformas para VANT's em geral, e mais especificamente para alvos aéreos.

## Referências

- [1] – Raymer, Daniel P. Aircraft Design : A Conceptual Approach  
Third Edition AIAA – Educational Series, 1999  
923p.
- [2] – Roskan, Jam Airplane Design : Preliminary Sizing of Airplanes  
DAR Corporation – 1997  
221p
- [3] – Abbott I. e Doenhoff, A., "Theory of Wing Sections"  
Dover Publications - 1959  
693p
- [4] – National Defense Industrial Association  
[www.dtic.mil/ndia/](http://www.dtic.mil/ndia/)  
Consultado em 28 de Junho de 2006
- [5] – 1º Seminário Internacional sobre Veículos Aéreos Não Tripulados  
[www.aviacao-civil.ifi.cta.br/svanti/](http://www.aviacao-civil.ifi.cta.br/svanti/)  
Consultado em 22 de Agosto de 2005
- [6] – Departamento de Defesa Norte Americano – DoD – Publicado pelo site GlobalPolicy  
[www.globalpolicy.org/empire/intervention/2005/uavroadmap2005.pdf](http://www.globalpolicy.org/empire/intervention/2005/uavroadmap2005.pdf)  
Consultado em 28 de Junho de 2006
- [7] – Diário Oficial da União  
Publicada em 11 de Junho de 2004  
[www.imprensaoficial.gov.br/](http://www.imprensaoficial.gov.br/)  
Consultado em 28 de Junho de 2006