



Fundação Universidade Federal do ABC

Pró reitoria de pesquisa

Av. dos Estados, 5001, Santa Terezinha, Santo André/SP, CEP 09210-580

Bloco L, 3ºAndar, Fone (11) 3356-7617

iniciacao@ufabc.edu.br

Projeto de Iniciação Científica  
submetido para avaliação no Edital  
04/2022

**Título do projeto:** Estudo e Desenho de Aeronave a Hidrogênio

**Palavras-chave do projeto:** Histórico, Desenho Conceitual, Desenho Preliminar, modelagem 3D, aeronave-h

**Área do conhecimento do projeto:** Engenharia aeronáutica.

## **I. Resumo:**

Embora a maior parte da população mundial, cerca de 80 %, nunca tenha posto os pés num avião, ainda assim sofre os efeitos da poluição atmosférica e acústica produzida pela aviação, que já passa dos 2% da poluição total. Várias mudanças tecnológicas vêm sendo desenvolvidas, com implementação previstas para as próximas décadas: propulsão solar, propulsão elétrica e propulsão a hidrogênio, assim como formas híbridas.

Nesta pesquisa se busca aprender os fundamentos da propulsão a hidrogênio, que é o elemento mais abundante na natureza e com maior capacidade energética, cerca de três vezes a do querosene usado normalmente na aviação. Ocorre que há vários obstáculos a superar antes de poder-se usar esse combustível, já que tanques, formas de processamento e distribuição do mesmo precisam ser desenvolvidas. Provavelmente acompanhadas de profundas modificações de desenho aerodinâmico e de máquinas antes de efetivamente se chegar às aeronaves requeridas. Assim neste momento conceitos experimentais lado a lado com modificações de aeronaves a querosene estão sendo testados. Nesta pesquisa se buscará modificar uma aeronave a querosene para propulsão a hidrogênio, e entender efeitos e alterações necessários. A aeronave objeto será desenhada em computador, a partir de desenhos disponíveis. Terá combustível, tanques, sistema de transmissão e propulsão adequados ao uso de hidrogênio instalados. Será modelada para que se possa verificar sua adequabilidade ao uso nas novas condições.

## **II. Introdução:**

A história da aviação propulsionada por hidrogênio no ocidente começa a partir da espionagem durante a guerra fria. Imagens obtidas pelos americanos davam conta da existência de instalações na antiga União Soviética dedicadas a processar hidrogênio. À época se pensava que as instalações para hidrogênio seriam usadas na fabricação de combustível e tanques para equipar aeronaves de detecção dos U-2 americanos [1]. Nesse sentido uma fábrica para aviões a hidrogênio foi construída, de forma camuflada, na Flórida, como

fábrica de fertilizantes. O projeto atendia sob o nome de *Project Suntan* e envolvia a Shunk Works fundada por Kelly Johnson, notável projetista aeroespacial. Nesse projeto Kelly tratou de modificar os famosos caças que desenvolvera para a *Lockheed*, criando o CL-400. Resulta que esse projeto resultou de difícil confecção já que foram encontrados muitos problemas, e que eram insolúveis à época. Além disso o local onde estava a instalação – Palm Beach – trazia sérios riscos caso um acidente com hidrogênio viesse a ocorrer.

Os russos usaram o hidrogênio, inicialmente ao menos, como propelente do foguete que levou a *Sputnik* em 1957 ao espaço. Só voltaram a utilizá-lo em 1988 numa aeronave experimental, o *Tupolev TU-155* [2], que teria voado em mais de 100 oportunidades, antes de ser abandonado, Fig. 1



Figura 1. Tupolev Tu-155 movido a hidrogênio

No ocidente o ceticismo de Kelly Johnson foi sendo abandonado em várias pequenas aeronaves experimentais, que surgiram ao longo do tempo, e tomou impulso em 2012 com a Boeing lançando o *Phantom Eye*, um *drone* que foi testado durante longos períodos de voo usando o hidrogênio como combustível. Por falta de fundos, no entanto, algum tempo depois também foi abandonado.

Vários problemas precisam ser solucionados para tornar realidade a propulsão por hidrogênio. Métodos de fabricação de tanques para armazenamento do combustível precisam ser desenvolvidos: É que o hidrogênio precisa ser levado

a condições criogênicas, temperaturas ao redor de  $-250\text{ }^{\circ}\text{C}$  – o que requer uso de grandes quantidades de isolamento, o que resulta em pesos enormes. Materiais compósitos juntamente com cobre estão sendo testados nos recipientes. O volume dos tanques assim como o peso, requer reposicionamento, na fuselagem em alguns casos, ou uso de novas geometrias para as aeronaves, com diferentes configurações e conceitos – como é o caso da asa voadora. Células de combustível também precisam ser melhoradas, para diminuir as perdas na conversão de energia, assim como máquinas específicas para esse combustível.

Enquanto essa realidade não é atingida, modificações de aeronaves existentes parece ser o melhor caminho. É o caso do uso de aviões Cessna [3], de diferentes tamanhos e capacidades, em versões modificadas. Esse procedimento está sendo usado pela Delft Technical University, referência na área [4], que começou por esse caminho e já desenvolveu, em colaboração com a KLM, um modelo que apresentou resultados promissores nos testes iniciais, Fig. 2. Numa etapa mais adiantada de desenvolvimento, dentre outras, pode-se destacar a proposta da Zeroavia uma empresa anglo-americana que usa hidrogênio combinado com motorização elétrica ou a AirBus, que desenvolve um projeto de emissões zero, Zeroe, utilizando hidrogênio [5].



Figura 2. Protótipo em teste da U. Delfts.

### **III. Objetivos:**

Há vários objetivos a serem alcançados pela pesquisa, todos dependentes de aprendizados na área de aeronaves leves, com seus parâmetros e alternativas de propulsão. Duas áreas básicas são preliminares, a saber:

x. desenho e análise em computador. Aqui o programa SolidWorks [6] que é utilizado nos cursos de desenho da escola será escolhido;

xx. Fundamentos de aeronaves, usando um livro clássico no assunto [7]

Especificamente contempla-se:

1. Rever o histórico de desenvolvimento de aeronaves aptas a voar com hidrogênio;
2. Estudar conceitos de aeronave-h para entender os diferentes problemas;
3. Desenvolver o desenho preliminar de uma aeronave a querosene modificada à propulsão por hidrogênio”;
4. Desenhar e analisar a aeronave para qualificar e validar a solução;

### **IV. Metodologia:**

Para cumprir com os quatro objetivos da pesquisa, quatro fases serão utilizadas:

Fase I – Sendo o assunto novo no meio acadêmico brasileiro, na Aeroespacial da UFABC em particular, uma revisão do histórico de desenvolvimento de aeronaves, específicas ou modificadas, para uso de hidrogênio será feita. Assim um conjunto de textos básicos, composto por livros eletrônicos e artigos, será consultado e os principais pontos relatados;

Fase II – Uma vez tratar-se de assunto promissor, porém diferente do conteúdo básico, um período de aprendizado será necessário para entender metodologias, alternativas e fatos básicos para o desenvolvimento da pesquisa. Soluções básicas da Delfts TU, serão estudadas.

Fase III – A metodologia desenvolvida para modificação de aeronaves a querosene, com vistas a uso de hidrogênio, será aplicada num estudo de caso. Nesse sentido fatores como geometria, espaço disponível para tanques de hidrogênio, células de combustível e motorização com transmissão e propulsores serão verificados. Para isso, será considerada uma espiral de projeto dentro de um cenário crítico de carga, para chegar-se a uma solução que o atenda.

Fase IV – Escolhida uma solução, um desenho da aeronave em computador, será construído. Vários tutoriais serão usados nesse aprendizado. Carregamento, materiais e condições de fixação serão escolhidos para que uma análise de tensões e deformações da aeronave sob nova motorização, possa servir para validar e aferir a qualidade da modificação. Na análise o método do elemento finito [8] será utilizado de forma operacional, o que será aprendido no decorrer do trabalho.

Fase V – Fazer uma análise comparativa entre soluções, estabelecer os fatos concluídos, e fazer recomendações finais, para escrita do relatório.

## V. Viabilidade da execução do projeto:

Os recursos necessários à execução do projeto estão assegurados, de modo a garantir a viabilidade desta pesquisa. O recurso principal é um computador contendo o programa de análise e que possua acesso à internet, para obter-se os artigos e livros disponíveis na internet. Este computador já foi garantido pelo discente e orientador. Ademais, reuniões presenciais com o orientador serão realizadas no campus de Santo André da UFABC na sala do orientador.

## VI. Cronograma:

Setembro 2022	Outubro 2022	Novembro 2022	Dezembro 2022	Janeiro 2023	Fevereiro 2023	Março 2023 (Relatório Parcial)	Abril 2023	Maio 2023	Junho 2023	Julho 2023	Agosto 2023	Setembro 2023 (Relatório Final)		
FASE I														
			FASE II											
						FASE III								
									FASE IV					
									FASE V					

## VII. Bibliografia Inicial:

[1] <https://www.bbc.com/future/article/20220316-the-epic-attempts-to-power-planes-with-hydrogen>

[2] <http://blog.privatejetfinder.com/tu-155-hydrogen/>

[3] <https://aerocessna.weebly.com/>

[4] Vonhoff, G.L.M., *Conceptual Design of Hydrogen Fuel Cell Aircraft: Flying on Hydrogen for a more sustainable future*, M.Sc. TU Delft, 2021

[5] <https://www.youtube.com/watch?v=hEf-CmOg47s>

[6] SolidWorks™, Dassault Systèmes SolidWorks Corp, 3DS, 2020

[7] D. Raymer, *Aircraft Design: An conceptual Approach*, Elsevier, 2014

[8] Zienkiewics, O.C and Taylor, R.L, *Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*, Elsevier, 2013