



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: Modelagem 3D do aeróstato Bartholomeu de Gusmão e a resolução do problema da tangagem em aeróstatos.

Palavras-chave do projeto: Aeróstato, semirrígido, tangagem, otimização, modelagem 3D, SolidWorks.

Área do conhecimento do projeto: Engenharia aeronáutica.

I. Resumo:

O balão dirigível Bartholomeu de Gusmão (1892) de Augusto Severo, foi o primeiro aeróstato semirrígido do mundo. Possuía um caráter inovador, ao apresentar uma estrutura semirrígida em alternativa à natureza flexível dos primeiros aeróstatos. A estrutura composta por uma viga que cruza o eixo longitudinal do invólucro, sustentada por uma estrutura trapezoidal de treliça, possibilitou fixação do conjunto propulsor com hélices no próprio invólucro, o que resultou no equilíbrio entre as forças de tração e arrasto, sem momento resultante, portanto, solucionando o problema da tangagem.

Haja vista que a aeronave Bartholomeu de Gusmão foi pioneira na solução da tangagem, esta pesquisa tem como objetivo executar uma modelagem 3D do aeróstato, a fim de avaliar a resposta estrutural do mesmo. Sabe-se que o Bartholomeu de Gusmão mostrou ser subdimensionado. Assim arranjo estrutural, perfis e dimensões além do material serão selecionados e através de análise estrutural verificada a adequabilidade. Para isso será utilizado o programa de desenho e análise estrutural SolidWorks™ disponível em laboratórios da UFABC. No programa será feito um desenho do aeróstato, construído um modelo da sua estrutura, com carregamento, escolhida uma figura de mérito e determinadas dimensões estruturais.

Sendo assim, espera-se que através da modelagem da aeronave, obtenhamos uma maior compreensão da estrutura semirrígida, cujos princípios teóricos permanecem aplicáveis nas aeronaves modernas. Além disso, esperamos entender as influências que os diversos materiais, formas e dimensões possuem sobre a resposta, *quasi-estática* da estrutura semirrígida, e como eles afetam seu desempenho. Por fim, os relatórios parciais e finais serão redigidos, contendo todos os resultados obtidos.

Palavras-chave: Aeróstato, tangagem, modelo, análise, desempenho.

II. Introdução:

O século XVIII está marcado na história da aviação, devido ao surgimento de diversos inventos que levaram o homem a finalmente cruzar o céu. Dos inventores que marcaram aquele século, se destacam: Bartholomeu Lourenço de Gusmão (1685 – 1724), o padre brasileiro que desenvolveu protótipos em tamanho reduzido dos primeiros balões aerostáticos, que ele batizou de “passarola”; Irmãos Montgolfier (1740 & 1745 – 1810 & 1799), os franceses que em 1783 realizaram pela primeira vez na história um voo em um balão tripulado; e Jacques Alexandre Cesar Charles (1746-1823), o francês que trocou o ar quente pelo gás hidrogênio, e voou pela primeira vez em um balão desse tipo. Por causa destes, e de diversos outros aeronautas, um novo tipo de navegação surgiu: a “balomania”.

Já no século XIX, a principal preocupação dos aeronautas estava relacionada a dar direção a essas novas aeronaves. Com isso, surgiu a aeronáutica motorizada. Os aeróstatos [1] eram movidos por um motor a vapor. Nesse contexto, e ao lado de outros grandes inventores como Alberto Santos Dumont, surge o político e inventor brasileiro Augusto Severo de Albuquerque Maranhão (1864 - 1902) [2]. Nascido no Rio Grande do Norte, se tornou um marco para a história da aeronáutica, ao implementar um elemento inovador em seus projetos: Uma estrutura semirrígida com hélices nas suas extremidades. Com esse novo elemento, Severo desenvolveu três principais aeróstatos: O Potyguarana (1889), o qual nunca foi construído, somente projetado; O Bartholomeu de Gusmão (1892), o primeiro balão dirigível semirrígido do mundo, mas que foi destruído em incêndio antes de voar livremente; e o Pax (1899), o primeiro dirigível semirrígido a voar livremente, porém foi seu último projeto, devido à explosão do aeróstato em pleno voo de demonstração, que custou sua vida, e o tornou o primeiro mártir da aviação.

Embora não tendo realizado um voo livre, o balão dirigível Bartholomeu de Gusmão foi inovador e resultou na solução do problema de tangagem (Fig. 1). Antes de Severo, os balões eram totalmente flexíveis, isto é, o invólucro cheio de ar era formado somente por tecidos, costuras e a pressão interna do gás. Consequentemente, as hélices e o motor só poderiam ser montados na barquinha abaixo do balão, gerando assim um desequilíbrio entre as forças de

propulsão e arrasto, que levavam a uma tendência de empinamento da dianteira do balão e uma oscilação permanente entre a traseira e a dianteira. Esse balanço prejudicial à estabilidade e ao movimento da aeronave é chamado tangagem. Para solucioná-lo, Severo implantou no Bartholomeu de Gusmão, uma viga interna no eixo longitudinal do invólucro, sustentada por uma estrutura trapezoidal de treliça, à qual foram fixados hélices e motor. Com isso, o desequilíbrio entre as forças de tração e arrasto foi resolvido, e consequentemente, a tangagem solucionada. O aeróstato tinha um volume de 2000 m^3 , com 60 m de comprimento e que poderia ter uma velocidade de entre 15 e 20 m/s. O limite de 50 m/s proposto por Severo parece ser pouco realista [3].

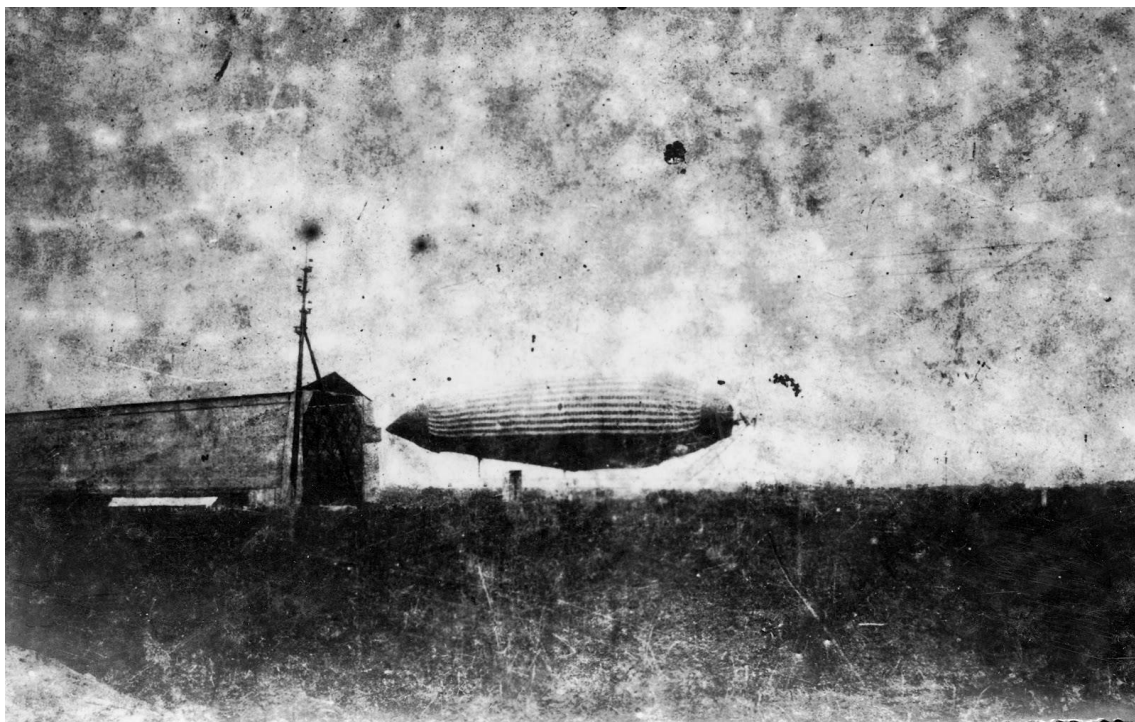


Figura 1. Aerostato Bartholomeu de Gusmão junto ao hangar de Realengo.

O objetivo desta pesquisa é múltiplo, envolvendo o desenho 3D do aeróstato Bartholomeu de Gusmão, especificação do carregamento para ascensão movimentação horizontal, escolha de uma estrutura primária de suporte para a envoltória do aeróstato e avaliação da rigidez do original, insuficiente, e propor uma para um aeróstato nos mesmos moldes. A utilização de outros materiais para a estrutura interna, haja vista que o planejamento original de Severo era

construí-lo com metal, alumínio, mas devido ao pouco financiamento, foi feito com bambu, o que possivelmente facilitou a destruição do aeróstato por uma tempestade, seria uma alternativa [4].

Ao começar a pesquisa será necessário traçar detalhadamente a história do invento e do inventor, o que será feito através de uma revisão bibliográfica. Os desenhos do aeróstato também serão objeto de busca na literatura, ainda que incompletos, (Fig.2).

Espera-se que após a modelagem do aeróstato, obtenhamos uma maior compreensão do porquê uma estrutura semirrígida foi essencial para combater a tangagem, e como os princípios teóricos dessa estrutura ainda são aplicáveis nas aeronaves modernas, sob forma distribuída, para combater o mesmo problema. Além disso, esperamos obter dados do desempenho do aeróstato original e do modificado, a fim de entender quais as influências que os materiais possuem sobre a estrutura semirrígida, e como isso pode afetar o desempenho de uma aeronave.

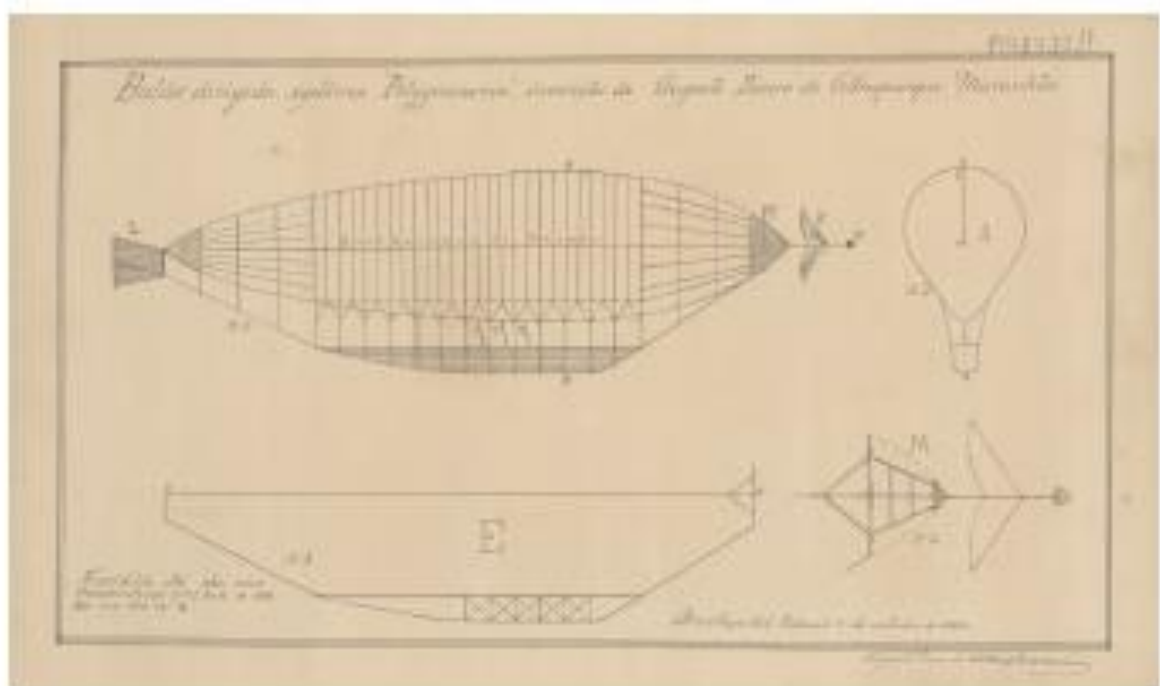


Figura 2. Desenho da estrutura do Bartholomeu de Gusmão

III. Objetivos:

O objetivo geral desta pesquisa é modelar o aeróstato “Bartholomeu de Gusmão” de Augusto Severo, utilizando-se do programa de modelagem 3D SolidWorks™ [5]. Nesse sentido o desenho do aeróstato será desenvolvido, determinado o seu carregamento, especificado arranjo estrutural, perfis e materiais, e condições de fixação entre componentes.

Os objetivos específicos são, portanto:

1. Traçar um parecer histórico da aviação pré Augusto Severo, com a finalidade de compreender o impacto do seu trabalho;
2. Descrever o problema da tangagem, suas implicações e malefícios para os aeróstatos;
3. Obter desenhos, construir modelo em computador e fazer uma análise estrutural do aeróstato “Bartholomeu de Gusmão”;
4. Analisar o efeito de variações de forma, e dimensões, além de materiais, para obter-se uma comparação e propor uma aeronave modificada de melhor qualidade;
5. Comparar os dados obtidos entre o aeróstato original e o modificado;

IV. Metodologia:

Para cumprir com os cinco objetivos da pesquisa, o projeto será dividido em cinco fases:

Fase I – Os conhecimentos necessários para cumprir os objetivos 1 e 2, cujo intuito é traçar um parecer histórico da aviação pré Augusto Severo e compreender o problema da tangagem, serão adquiridos através da revisão bibliográfica, composta por diversos livros e artigos da história da aviação e por artigos que descrevem aspectos básicos da aeronáutica para balões [4].

Fase II – Para realizar o terceiro objetivo específico (“Modelar o aeróstato Bartholomeu de Gusmão e executar simulações de seu desempenho, através do software SolidWorks”), o discente utilizará o programa SolidWorks em seu próprio computador e no computador disponibilizado pelo orientador. O conhecimento necessário para realizar a modelagem será obtido através de

consultas semanais remotas e presenciais ao orientador, cursos disponíveis na internet e livros sobre essa temática.

Fase III – Análogo à fase II, o SolidWorks será utilizado para executar as modificações no aeróstato original, a fim de otimizar seu desempenho (4º objetivo). Porém, nesta fase, o foco será a procura por diferentes materiais que melhorem a aeronave. 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 – Para realizar o quinto objetivo, o discente, juntamente ao orientador, analisará os dados obtidos através das simulações com a aeronave original e a modificada, e fará a comparação entre as aeronaves e a literatura aeronáutica, disponível na internet.

Fase V – Os conhecimentos e resultados obtidos serão compilados e farão parte do relatório parcial e complementado no relatório final, que conterà todas as conclusões obtidas pelo discente e orientador.

V. Viabilidade da execução do projeto:

Todos os recursos necessários para 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 e para realizar reuniões virtuais. Este computador já foi garantido pelo discente e orientador. Ademais, reuniões presenciais com o orientador serão realizadas, porém estas podem ser realizadas facilmente no campus de Santo André da UFABC.

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] Almeida, A. Rubiano, H. **Augusto Severo: O Homem que Sonhou Voar**. Brasil. 2022. Projeto Gráfico – UFRN. Disponível em: <http://repositorio.ufrn.br/>.
- [2] <http://www.famososquepartiram.com/2012/07/augusto-severo.html>
- [3] Visoni, R. M. **Como Augusto Severo Eliminou a Tangagem**. Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, Rio de Janeiro, Brasil. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/x69NsRnfLKThnpBFNrgjrv/?lang=pt#>.
- [4] <https://fatosefotosdenatalantiga.com/augusto-severo-realiza-experiencia-com-o-dirigivel-bartholomeu-de-gusmao/>
- [5] SolidWorks™, Dassault Systèmes SolidWorks Corp, 3DS, 2020