

O sistema de navegação aérea de Júlio César Ribeiro de Souza

(The system for aerial navigation of Julio Cezar Ribeiro de Souza)

Rodrigo Moura Visoni¹ e João Batista Garcia Canalle

¹Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

²Instituto de Física, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Recebido em 24/11/2009; Aceito em 7/1/2010; Publicado em 17/1/2011

Neste artigo é feita uma análise dos trabalhos aeronáuticos de Júlio César Ribeiro de Souza, inventor paraense famoso no Brasil durante a década de 1880. Ribeiro de Souza foi o criador de um sistema de navegação aérea amplamente discutido no Instituto Politécnico Brasileiro, que não chegou na época a um acordo sobre a funcionalidade do invento. Alguns autores procuraram atribuir a Souza a invenção do dirigível - notadamente Fernando Medina do Amaral (1926-2001) e Luís Carlos Bassalo Crispino -, mérito pertencente a Alberto Santos Dumont. Utilizando conhecimentos aerodinâmicos básicos, porém, o presente estudo evidencia que o Sistema Júlio César, se concretizado, teria se mostrado absolutamente ineficaz.

Palavras-chave: Júlio César Ribeiro de Souza, aeronáutica, balões dirigíveis, Alberto Santos Dumont.

This article analyzes the aeronautical work of Júlio César Ribeiro de Souza, an inventor born in the state of Para, famous in Brazil during the 1880s. Ribeiro de Souza created an air navigation system widely discussed at the Brazilian Polytechnic Institute, which did not reach a conclusion on the invention functionality, at that time. Some authors tried assigning to Souza the invention of the dirigible - notably Fernando Medina do Amaral (1926-2001) and Luis Carlos Bassalo Crispino - a merit that belongs to Alberto Santos Dumont. However, using basic aerodynamic knowledge, this study demonstrates that the Júlio César System, if implemented, would have proved utterly ineffective.

Keywords: Júlio César Ribeiro de Souza, aeronautics, dirigible balloons, Alberto Santos Dumont.

1. Introdução

O paraense Júlio César Ribeiro de Souza [1843-1887] foi na década de 1880 o maior entusiasta brasileiro da aeronáutica (Fig. 1). Num tempo em que apenas voos sem quase nenhum controle eram praticados em balões, ele se empenhou tenazmente em dotar os aerostatos de dirigibilidade, e acabou criando no Brasil um verdadeiro movimento em prol da aeronáutica. Para isso escreveu artigos defendendo a possibilidade de direção dos balões, proferiu conferências, fez experiências públicas com aeromodelos e pediu patentes em diversos países para “um sistema de navegação aérea por meio de balões pairadores”. Esses feitos são ainda mais impressionantes ao se constatar que ele não teve uma formação científica sólida, tendo sido um autodidata no sentido mais puro do termo. Em 1882 suas ideias foram largamente discutidas no Instituto Politécnico Brasileiro, sem que se chegasse a um consenso, e seus trabalhos inspiraram o deputado norte-rio-grandense Augusto Severo de Albuquerque Maranhão [1864-1902] a se dedicar ao mais leve que o ar [1].

¹E-mail: rmvisoni@yahoo.com.br.

Neste artigo é feito um estudo original da física que envolve o sistema de aeronavegação criado por Ribeiro de Souza, o qual embora tenha causado furor na época, era, na realidade, inexequível.

2. O ingresso de Júlio César Ribeiro de Souza na aeronáutica

Quando começou a se dedicar a estudos aeronáuticos, em 1874, Júlio César Ribeiro de Souza já possuía uma respeitada posição em Belém do Pará como homem de letras. Em julho de 1870 ele havia editado um livro de poesias, *Pyraustas*, e em 19 de fevereiro de 1871, associado a Joaquim José de Assis e Américo Marques Santa Rosa, lançou um semanário de cunho republicano, *O Tiradentes* [2]. Em 1872 publicou uma *Gramática portuguesa para as escolas primárias* premiada pelo Conselho de Instrução Pública da Província do Pará e adotada por muitas escolas paraenses. Nesse ano ainda ele se tornou diretor da biblioteca pública local, cargo do qual pediu exoneração em 13 de abril de 1874 [3].



Figura 1 - Júlio César Ribeiro de Souza (Fonte: Acervo de Fernando Medina do Amaral).

Foi quando, após ficar observando casualmente um urubu em voo, ele ganhou vivo interesse pela aeronáutica [4]. Uchoa Viegas, conterrâneo de Ribeiro de Souza, disse haver chegado a assistir, quando menino, o aeroentusiasta lançando ao ar miniaturas de pássaros artificiais de madeira:

Em 1880, sendo ainda criança, conheci a Júlio César, que residia com a sua família à Travessa da Barroca (hoje rua Gurupã), bem próximo à rua dos Cavalheiros (hoje Dr. Malcher); todas as tardes, trepado no peitoral da janela de sua casa, ele soltava no espaço pequenos pássaros feitos de talas de jupati, com asas de papel, que eu e outros meninos da vizinhança corríamos a apanhar. Divertíamos imenso, vendo os pássaros de Júlio César voarem, caindo uns longe, outros perto, conforme o impulso que lhes era dado, a feição do vento, ou ainda, a estrutura do seu corpo e asas; nós os devolvíamos ao nosso glorioso conterrâneo, para que ele os atirasse de novo. Depois, cada dia modificando a forma dos pássaros, eles iam cair cada vez mais distantes. E todas as tardes, durante algumas semanas, passamos horas de encanta-

dor entretenimento, sem compreendermos que aquele passatempo cheio de atrativos para nós crianças, eram provas práticas dos estudos científicos que ele fazia, aperfeiçoando o seu invento, que viria cobrir-lhe de glórias o nome, e de glórias encher o Pará e o Brasil [5].

Os aeromodelos ornitiformes lançados por Souza podem ser considerados versões reduzidas de planadores rudimentares. Ele sabia não existirem à época motores potentes o suficiente para fazerem decolar versões em grande escala desses aeromodelos. No balonismo, porém, a ascensão não era um problema, graças ao uso de ar quente ou de gases mais leves que o ar, como o hidrogênio. Resolveu então criar um balão semelhante a um pássaro, comprido e dotado de superfícies planas laterais e de leme horizontal traseiro. A forma alongada do balão corresponderia ao corpo da ave; as superfícies planas laterais, às asas; e o leme horizontal, à cauda. Denominou por isso a sua invenção de “balão pairador”, por imitar o planeio dos pássaros.

3. Ensaios com balões

Em agosto de 1880 ele construiu precariamente dois protótipos feitos de papel coberto com gelatina, o menor dos quais tinha 6 m de comprimento por 2 de diâmetro. Esse balão menor foi inflado com hidrogênio e experimentado no dia 30 daquele mês no quintal da casa do tenente-coronel Feliciano Ramos Bentes, residente à Travessa dos Ferreiros (atual Travessa de Alenquer). Embora a experiência fosse de caráter privado, chamou a atenção de diversas pessoas dos quintais vizinhos. Por mais de uma hora o aeróstato, de formato alongado e mais bojudo numa ponta do que em outra, armado com superfícies planas fixas e preso ao chão por cordas, tomou, quando largado, todos os sentidos que lhe eram indicados (Fig. 2). Parecia deslocar-se bem no espaço, podendo inclusive progredir contra o vento. Ao fim desse tempo o balão foi desarmado dos planos, liberto das cordas e solto, elevando-se rapidamente na atmosfera e sumindo de vista em poucos minutos [6].

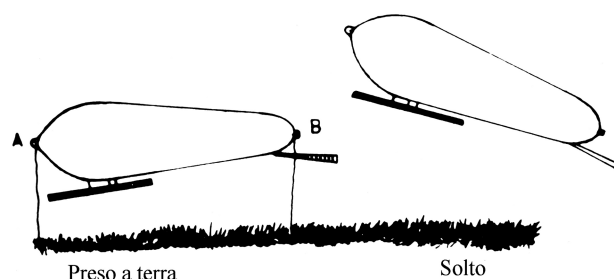


Figura 2 - Uma vez solto na atmosfera, um balão fusiforme assimétrico volumoso na proa (A) e afilado na popa (B) sobe avançando, mesmo contra ventos fracos (Fonte: Esquema dos autores).

O balão maior não pôde ser testado devido à dificuldade de produção de gás hidrogênio. Em busca de recursos, o inventor partiu em fevereiro de 1881 para o Rio de Janeiro, então a capital do Império. Aí ele redigiu *Memória Sobre a Navegação Aérea*, texto em que reunia as observações e conclusões feitas entre 1874 e 1880, com o qual realizou duas conferências na cidade: uma em 20 de fevereiro de 1881, na tribuna da Glória, para o público em geral - que não obteve sucesso - e outra no dia 15 do mês seguinte, perante membros do Instituto Politécnico Brasileiro, então o maior centro científico do País (Fig. 3) [7].

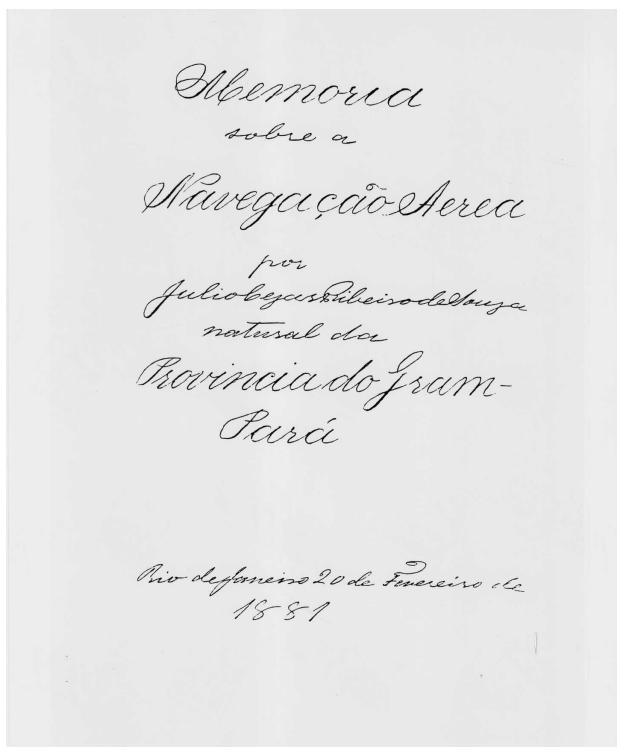


Figura 3 - Capa do manuscrito *Memória Sobre a Navegação Aérea*, de Júlio César Ribeiro de Souza (Fonte: Arquivo Nacional).

Uma comissão composta por Antônio Luís von Honholtz, o Barão de Tefé [1837-1931] e pelos doutores Álvaro Joaquim de Oliveira e Fábio Hostílio de Moraes Rego foi designada para analisar a teoria contida no manuscrito. No dia 3 de maio de 1881 o Barão de Tefé lavrou um parecer subscrito pelos outros dois colegas recomendando a execução de experiências para verificar-se a exequibilidade do sistema apreciado, uma vez que não se chegou a uma conclusão quanto à viabilidade da proposta. Souza partiu logo depois no paquete *Bahia* de volta ao Pará, aonde chegou em 24 do mesmo mês [8].

Em 25 de junho de 1881 o presidente da Província do Pará, Manoel Pinto de Souza Dantas Filho, sancionou a lei nº 1.064 prevendo um auxílio de 20 contos de réis ao pesquisador caso o parecer fosse aprovado pelo Instituto Politécnico Brasileiro [9]. Sem mais demora, Ribeiro de Souza enviou um telegrama ao

Barão de Tefé participando-lhe a novidade e pedindo urgência numa decisão. Na sessão do instituto imediata ao pedido, em 6 de julho de 1881, os oito membros então presentes (Barão de Tefé, Paula Freitas, Benjamin Constant, Pereira Reis, Rufino de Almeida, César Pinna e os primeiros-tenentes Brazil e Campos da Paz) aprovaram o parecer por unanimidade [10]. Esse parecer seria contestado posteriormente por um dos membros do instituto, Antiocho dos Santos Faure [11].

De posse do dinheiro, Souza partiu para a França no dia 12 de setembro de 1881, no navio a vapor *Paraense*, com passagem e auxílio mensal pagos pelo Imperador D. Pedro II [1825-1891], a quem havia feito pedido de proteção em junho, mesmo mês em que a patente brasileira da sua invenção fora concedida (decreto 8.132 de 11 de junho de 1881) [12].

A invenção, reivindicada como um “sistema de navegação aérea aplicável à navegação submarina”, foi registrada também em dez outros países: Alemanha, Áustria, Bélgica, Espanha, Estados Unidos, França, Inglaterra, Itália, Portugal e Rússia [13].

Em Paris contratou os serviços de Henri Lachambre [1846-1904], o mais famoso construtor de balões daquele tempo, para fabricar um aeróstato de 10 m de comprimento por 2 de diâmetro. Quando pronto, o balão foi denominado pelo inventor *Le Victoria*, em homenagem a Victoria Philomena Hippolita do Valle, sua esposa desde 5 de novembro de 1870 [14]. Nos dias 8 e 12 de novembro de 1881 ele fez experiências inovadoras na capital francesa que evidenciaram a capacidade do modelo em enfrentar o vento.

A primeira das demonstrações, feita com o balão cativo (preso por cordas), se deu nos terrenos da oficina de Lachambre, situada à Passage des Favorites nº 24. Conforme o previsto, o protótipo, sempre ao ser solto contra o vento, subia avançando nitidamente. Da feliz experiência foi lavrada uma ata, publicada pelos jornais parisienses no dia seguinte, subscrita por G. Deck, E. Goudron, U. Viellard, A. Raynaud e H. Lachambre, todos distintos aeronautas franceses. Os signatários atestaram “haver visto, no correr das experiências feitas a 8 de novembro, o balão governável *Victoria* se dirigir contra o vento sem nenhum esforço e sem o auxílio de qualquer propulsor” [15].

Já a demonstração do dia 12 durou quase três horas e foi assistida por numerosas testemunhas: mais uma vez o *Le Victoria*, quando solto com a proa em sentido oposto ao do vento, então com velocidade superior a 8 m/s, mostrou ascender invariavelmente deslocando-se para a frente [16]. O fato teve ampla repercussão nos jornais, e foi reportado por Marcos Antônio de Araújo, o Visconde de Itajubá [1805-1884], da Legação Imperial do Brasil na França, em carta de 17 de novembro de 1881 ao Conselheiro Pedro Luiz Pereira de Souza, Ministro e Secretário de Estado dos Negócios Estrangeiros:

Segundo me foi afirmado, pareceu a todos

os presentes que o balão Victoria, de 10 m de comprimento sobre 2 de diâmetro, todas as vezes que foi solto no ar, avançou segundo a direção que lhe era previamente dada, já diretamente em sentido oposto ao vento, já formando diferentes ângulos obtusos e agudos com a direção do vento, sendo o seu movimento obtido sem o menor impulso prévio, nem o auxílio de propulsor algum, mas unicamente produzido pela sua força ascensional combinada com a resistência do ar de cima para baixo sobre planos semelhantes às asas e cauda de um pássaro, que voasse com as costas voltadas para o solo, não tendo os ditos planos movimento algum. [17]

O *Le Victoria* também foi experimentado no Brasil: em 25 de dezembro de 1881, no Pará, e em 29 de março de 1882, no Rio de Janeiro. No decurso das experiências realizadas na capital do Império, o balão sofreu um rombo que o inutilizou, gerando descrença do novo sistema de navegação aérea e escárnio por parte da *Revista Illustrada*, importante periódico carioca, que publicou várias charges ironizando o inventor e o seu balão (Fig. 4) [18].

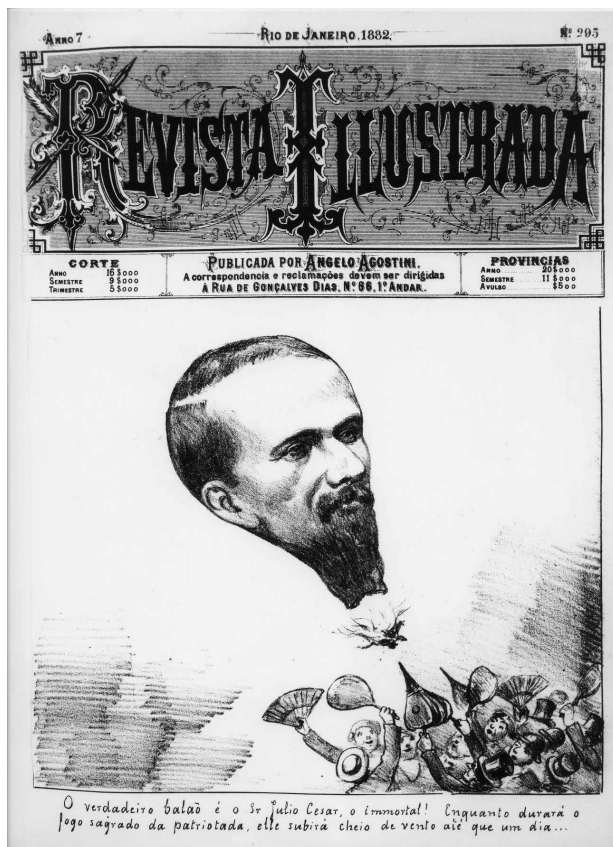


Figura 4 - Charge da “Revista Illustrada” de 15 de abril de 1882, ridicularizando Júlio César Ribeiro de Souza e a sua invenção (Fonte: Fundação Casa de Rui Barbosa).

Ensaio semelhante foram feitos em 1886 na França (dias 11 e 16 de junho) e no Brasil (dias 14 e 20 de outubro) com um novo protótipo, o *Cruzeiro*, de 30 m³, que pareceram promissores [19]. Uma aeronave projetada de acordo com o Sistema Júlio César chegou a ser construída no ano de 1883, o *Santa Maria de Belém*, mas problemas com a produção de gás hidrogênio inviabilizaram uma tentativa de voo em 12 de julho de 1884 (Fig. 5) [20]; a aeronave acabou vendida em março de 1887 a um padre de Minas Gerais maníaco pela aerostação [21]. Júlio César Ribeiro de Souza morreu pouco depois, em 14 de outubro de 1887, aos 44 anos de idade, vítima de beribéri, sem conseguir novo financiamento para o seu projeto de aeronavegação [22].



Figura 5 - Enchimento do “Santa Maria de Belém” no Largo da Sé (Belém do Pará, Brasil), em 12 de julho de 1884 (Fonte: Musée de l’Air et de l’Espace/le Bourget).

4. A Memória sobre a Navegação Aérea e as discussões no Instituto Politécnico Brasileiro

São conhecidos sete textos de Ribeiro de Souza referentes à aeronáutica: *A navegação aérea*, de 1880; *Memória Sobre a Navegação Aérea*, de 1881; *Memória descritiva para um sistema de navegação aérea por meio de balões pairadores*, também de 1881; *Os balões planadores*, de 1882 (publicado originalmente em francês sob o título *Les ballons planeurs*); *Navegação aérea: estado desta importante questão*, de 1882; *A direção dos balões*, de 1884 (vertido para o francês com o título de *La direction des ballons*); *Fiat Lux*, de 1887.

Desses textos, o mais famoso é *Memória Sobre a Navegação Aérea*. Essa memória foi reproduzida em vários jornais da época e amplamente discutida no Instituto Politécnico Brasileiro a partir de maio de 1882. As discussões no instituto se arrastaram por semanas sem que se chegasse a uma conclusão quanto à exequibilidade ou não do sistema proposto.

Ao todo seis sessões foram promovidas para debater-se o Sistema Júlio César: na primeira, realizada em

17 de maio de 1882, falou o Dr. Antiocho dos Santos Faure contra o sistema; na segunda, realizada na semana seguinte (dia 24), falaram o Barão de Teffé (a favor do sistema), o Dr. Antiocho Faure (contra o sistema) e o Dr. Pereira Reis (a favor do sistema); na terceira, ocorrida no dia 31 de maio, falaram o Sr. Antiocho Faure, opositor do sistema, e o Dr. Paulo de Frontin, favorável ao sistema; na quarta, realizada em 7 de junho, falaram o Dr. Carlos Sampaio (contra o sistema) e o Dr. José Agostinho dos Reis (a favor do sistema); na quinta, realizada no dia 14, falou apenas o Dr. Paulo de Frontin, favorável ao sistema; e na sexta, realizada no dia 21 de junho de 1882, falaram o Dr. Luiz Rafael Vieira Souto (contra o sistema) e o Dr. Antonio de Paula Freitas (a favor do sistema). As discussões foram então encerradas pelo fato da questão haver sido considerada bastante elucidada à vista dos argumentos produzidos pelos diferentes sócios. Não se chegou, porém, a um consenso. Uma moção foi aprovada na sessão do dia 23 de junho concluindo-se que somente a experiência indicaria as vantagens ou inconvenientes que o sistema de navegação aérea inventado poderia oferecer [23].

5. Análise da Memória Sobre a Navegação Aérea

O manuscrito original da *Memória Sobre a Navegação Aérea*, conservado no Arquivo Nacional, no Rio de Janeiro, possui setenta e cinco páginas. Esse texto pode ser resumida e convenientemente dividido em três partes: nas primeiras onze páginas, o autor define a aeronáutica como “a arte de voar” e disserta sobre o voo dos pássaros; da página 12 até a página 42, ele procura responder aos argumentos dos estudiosos descrentes da possibilidade de direção dos balões, e da página 43 em diante, expõe o sistema de navegação aérea que criou.

De forma geral, a memória não é um texto escrito com rigor científico: é permeada de poesia, e as figuras de linguagem são uma constante. Alguma religiosidade também se encontra presente, dado o fato de que Júlio César Ribeiro de Souza era católico; assim, são comuns referências ao “Criador”, à “Providência” ou à “Inteligência Absoluta”. A memória é ainda repleta de analogias nem sempre válidas, que o autor procura encadear de modo a convencer o leitor ser o sistema de balões dirigíveis inventado por ele a única solução viável para o voo com controle. Um exemplo disso pode ser encontrado na página 66, onde se lê:

Com efeito, este sistema não é mais do que o sistema da aviação invertido. A diferença nunca embora radical está na direção invertida das forças, isto é, o que é potência num é resistência no outro e vice-versa. Ora,

como na Aritmética e na Álgebra a ordem dos fatores não altera o produto, na mecânica a inversão ordenada das forças não altera a resultante. Se, pois, as grandes aves, como os gaviões, os urubus e outras que voam sem bater as asas, obtêm uma resultante horizontal compondo o peso com a resistência do ar, se é, como a ciência reconhece e afirma, verdadeira a teoria da aviação, porque assenta nessa composição de forças, é evidente que a nova teoria é igualmente verdadeira sob pena de ser falso aquele princípio da Mecânica, o que é absurdo.

Seguem-se agora algumas considerações às ponderações de Ribeiro de Souza acerca do voo dos pássaros e do seu projeto de navegação aérea.

5.1. a) Considerações sobre o voo dos pássaros

Quatro são as forças básicas envolvidas no voo dos mais pesados que o ar: a tração, o arrasto, a sustentação - a mais importante de todas, pois é a força que possibilita o voo - e o peso. No caso dos pássaros e insetos, fala-se em força muscular, e não em tração. Todas essas forças já haviam sido identificadas desde 1799 pelo cientista inglês George Cayley [1777-1857], considerado o fundador da aerodinâmica e o Pai da Aeronáutica. Em 1804 ele construiu uma armação que lhe permitiu medir o arrasto e a sustentação gerados por diferentes aerofólios em movimento, e executou testes com um aeromodelo de planador. Cayley divulgou as suas pesquisas em três artigos publicados sob o título *On Aerial Navigation (Sobre a Navegação Aérea)* no periódico *Journal of Natural Philosophy, Chemistry and the Arts*, da Inglaterra, edições de novembro de 1809, fevereiro e março de 1810.² Nesses artigos ele não se preocupou em nomear as forças presentes no voo, apenas em registrar a existência delas. Ele se referiu à sustentação, por exemplo, como “a força que sustenta o peso”. E no lugar do termo “arrasto”, que só se tornaria de uso geral na década de 1910, ele usou a expressão “força retardante”. Cayley deu também outras contribuições importantes para a resolução do problema da navegação aérea, como a ideia de empregar lemes traseiros para proporcionar estabilidade a uma aeronave [24].

Os artigos de Cayley, conquanto revolucionários, passaram despercebidos a Souza, que identificou apenas três das quatro forças que influenciam o voo das aves: o esforço muscular, o peso e a resistência do ar. Isso o levaria a uma série de afirmações equivocadas na tentativa de explicar como os pássaros se sustentam no ar, tal em:

Salvo quando se eleva, todo o voador

²Disponível em: <http://invention.psychology.msstate.edu/i/Cayley/Cayley.html>.

desloca para a frente o seu centro de gravidade, estendendo o pescoço inclinadamente para baixo e elevando os pés estendidos por baixo da cauda em sentido inverso à inclinação do pescoço. A direção do corpo forma com a das asas um ângulo agudo que o voador aumenta ou diminui à vontade. Esta disposição do corpo e das asas e cauda modificam a direção do peso e a da resistência do ar nas asas, de modo que estas duas forças tomam aquelas direções e a sua resultante tem a direção da diagonal do paralelogramo construído sobre elas [25].

O peso nunca se altera nem em direção nem em sentido: este possui sempre a vertical do lugar em que o corpo se encontra e sentido para baixo, dirigido para o centro da Terra, independente da disposição do corpo.

5.2. b) O Sistema Júlio César de navegação aérea

O sistema de navegação aérea criado por Ribeiro de Souza consiste basicamente na inversão dos princípios da aviação à aerostação, ou, em outras palavras, em dotar o balão de mecanismos que permitam ao veículo se dirigir na atmosfera de maneira semelhante a um pássaro. Conforme assentou o próprio autor na página 43 da sua memória: “É natural, para que o movimento dos grandes voadores se reproduzam no balão, que este seja em tudo disposto como o pássaro, supondo reciprocamente invertidas as forças que o movem.”

O fato é que a competição entre os partidários do mais leve e do mais pesado que o ar, em voga no século dezenove, levou Souza a acreditar que a aerostação nada mais era que o oposto da aviação. Convencido de que a aviação era irrealizável com os motores pouco potentes da época, ele optou por se dedicar à dirigibilidade dos balões, empenhando-se em aplicar os princípios da aviação à aerostação, mas invertidos. A ideia, conquanto ingênua e incorreta, permitiu obter alguns resultados proveitosos.

Inspirado pelos voos soberbos das grandes aves planadoras, notadamente os urubus, ele imaginou um balão dirigível que seria o inverso do pássaro pairador, e chegou a comparar a sua invenção a um pássaro cheio de hidrogênio que voasse de barriga para cima. Para descobrir a forma mais vantajosa do balão dirigível, ou seja, aquela que propiciaria ou facilitaria a dirigibilidade, ele fez a seguinte analogia, constante da página 40 da memória: considerou que o centro do empuxo do balão (chamado por ele de “centro de leveza”) deveria ficar na parte frontal, assim como no pássaro o centro de gravidade se localiza à frente. Chegava assim, por vias tortas, a um resultado correto. De fato, a forma que ele propunha para os balões, a de fuso assimétrico, com a proa mais volumosa que a popa, seria adotada nos famosos dirigíveis alemães que cruzariam

o Atlântico nas primeiras décadas do século vinte, os zeplins, prevalecendo até hoje.

Em 1881 ele não sabia (o saberia depois, em 1887), mas o fato é que pelo menos três inventores franceses já haviam proposto, construído ou mesmo voado em dirigíveis com essa forma. Em 1784, Guyot projetou um balão fusiforme assimétrico à vela, publicando o desenho no opúsculo *Essai sur la construction des ballons aérostatiques et sur la manière de les diriger* [26]. Em 1839, Eulriot voou num balão com o mesmo formato, provido inclusive de lemes vertical e horizontal, mas por haver se valido apenas da força muscular para acionar as hélices do veículo, não obteve resultados apreciáveis de direção (Fig. 6) [27]. Em 1852, Pierre Jullien [1814-1876] expôs na rua Marbeuf (Paris, França) um grande balão dirigível que carregava o nome perfeitamente merecido de *Le Précurseur*. Esse balão, com 50 m de comprimento e 8 de diâmetro, provido de dois propulsores, apresentava uma forma assimétrica derivada dos peixes absolutamente correta do ponto de vista aerodinâmico. Por falta de recursos, a aeronave jamais foi experimentada [28].

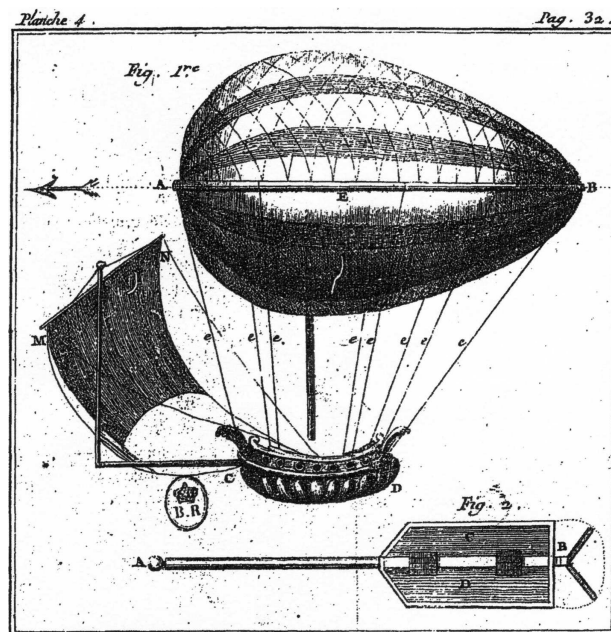


Figura 6 - O balão à vela de Guyot, de 1784 (Fonte: Bibliothèque Nationale de France).

Devido à diferença de empuxo nas pontas, um balão alongado com maior volume na proa está sujeito a um torque, de modo que durante o voo a dianteira tende a tomar a posição vertical. Durante esse movimento de rotação o balão exerce uma força sobre o ar, que por sua vez exerce no balão uma força igual de sentido contrário, em razão da terceira Lei de Newton, a Lei da Ação e Reação. O aeróstato é então impelido simultaneamente para cima devido ao empuxo e um pouco para a frente devido à componente horizontal da reação do ar. Ribeiro de Souza previu esse efeito, e para conseguir uma progressão para a frente

mais eficiente, imaginou dispor sob a proa largos planos horizontais. Ampliava com isso a resistência oferecida pelas camadas superiores de ar à ascensão do balão, garantindo a subida do veículo numa trajetória oblíqua. Foi graças a essa configuração que ele surpreendeu o meio aeronáutico nas experiências que comandou na França em 8 e 12 de novembro de 1881 ao conseguir uma façanha inédita, considerada impossível por muitos de seus contemporâneos: sem o menor impulso inicial, fazer avançar contra o vento um balão desprovido de motor! Eminentemente autoridades científicas da época haviam proclamado que a proeza só seria obtida quando se inventasse o moto-contínuo - isto é, nunca -, mas o ilustre brasileiro provou que o efeito poderia ser conseguido num balão sem quaisquer meios de propulsão, bastando para isso que este tivesse maior empuxo (“leveza”) na parte dianteira, necessariamente mais volumosa que a traseira [29].

Querendo imitar no balão dirigível os movimentos que os pássaros planadores fazem em voo, Ribeiro de Souza não adotou o leme vertical, apenas o horizontal, à semelhança da cauda das grandes aves. Ele inclusive condenava o leme vertical, como pode ser constatado na página 59 da *Memória Sobre a Navegação Aérea*:

Tudo leva a crer que o leme vertical usado até hoje não pode produzir a mudança de direção do navio aéreo, pois quando se admita essa possibilidade estando o ar calmo ou sendo o vento contrário, não se pode admiti-la quando o balão navegue com o vento favorável e com velocidade igual ou inferior à do vento, porque neste caso a pressão deste no flanco do balão, sendo necessariamente muito maior do que a resistência produzida pelo leme, o balão será obrigado a seguir a linha do vento.

Para ele, os movimentos de direita e esquerda da aeronave deveriam ser obtidos pela inclinação do veículo para o lado da curva desejada, da mesma maneira que os pássaros grandes, para mudarem de direção, abaixam a asa do lado para onde vão se dirigir e levantam a outra. Desnecessário dizer que tal método é muito menos eficiente que aquele proporcionado pelo leme vertical, hoje largamente adotado.

O leme vertical, ao ser defletido, modifica a força aerodinâmica incidente, criando um momento sobre o centro de gravidade da aeronave e proporcionando a desejada mudança de direção. A tração das hélices, atuando conjuntamente com o leme, garante a manutenção da aeronave na direção pretendida, esteja o vento contra ou a favor. No trecho reproduzido, o inventor parece confundir velocidade e força.

Resumidamente, Ribeiro de Souza reivindicava que os balões do seu sistema deveriam ter o comprimento pelo menos cinco vezes maior que o diâmetro, com o centro do empuxo à frente; ser dotados de asas ou

planos capazes de inclinação situados abaixo do corpo do balão, com o fim de fazer o dirigível virar à esquerda e à direita; um leme horizontal traseiro apto a levantar-se ou abaixar-se, responsável pela subida e descida da aeronave em oblíquas; uma hélice ativada por um motor a fim de conferir propulsão horizontal ao veículo e ainda uma barquinha para tripulantes (Fig. 7) [30].

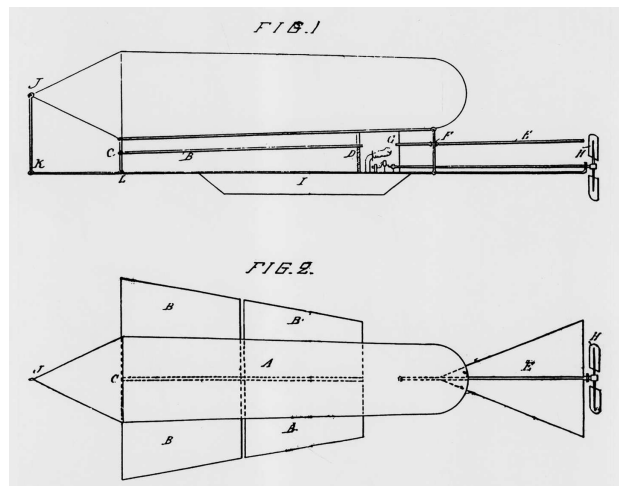


Figura 7 - Esquemas do balão planador idealizado por Júlio César Ribeiro de Souza, constantes da patente portuguesa do invento, solicitada em 31 de dezembro de 1881 e concedida em 24 de janeiro de 1882 (nº 724) (Fonte: Instituto Nacional de Propriedade Industrial de Portugal).

O Sistema Júlio César iria permitir que um balão subisse obliquamente devido ao empuxo e à forma do aerostato e descesse diagonalmente devido à ação de um motor e de um leme de profundidade. Em ar calmo, o voo não poderia ser feito senão por uma sequência ininterrupta de subidas e descidas na diagonal, visto não possuir o veículo estabilidade longitudinal. Um voo em altitudes constantes só seria possível em correntes aéreas ascendentes ou descendentes. Uma aeronave construída de acordo com o Sistema Júlio César voaria basicamente numa desgastante trajetória senoidal.

6. O suposto plágio de Renard e Krebs

Há uma questão pendente na literatura disponível sobre Júlio César Ribeiro de Souza: a de que o seu sistema de aeronavegação teria sido ou não copiado por dois militares franceses, Charles Renard [1847-1905] e Arthur Constantin Krebs [1850-1935] [31]. O fato é que em 9 de agosto de 1884 os capitães Renard e Krebs decolaram do campo militar de Chalais Meudon no balão *La France*, de 1.864 m³, provido dum motor elétrico de 9 cv (Fig. 8). Retornaram ao ponto de partida após percorrerem 7.600 m em 23 minutos, numa média de 20 km/h, fato que foi amplamente noticiado pela imprensa [32]. A notícia chegou ao Brasil no mês seguinte, sendo divulgada pelo jornal *A Província do Pará* de 19 de setembro. Ao tomar conhecimento do acontecido,

Ribeiro de Souza imediatamente supôs haver sido plagiado, pois não cogitava que a dirigibilidade dos balões pudesse ser alcançada por um sistema diferente do seu. Quando viu o desenho do *La France* num periódico português, constatou que o formato do balão francês era o mesmo do *Le Victoria* e do *Santa Maria de Belém*. Por acreditar caber-lhe a prioridade dos balões fusiformes assimétricos, convenceu-se de que fora vítima de plágio. Escreveu um extenso protesto intitulado *A direção dos balões*, publicado em três partes no jornal paraense *A Província do Pará*, nos dias 23, 24 e 25 de outubro de 1884. Uma versão em francês foi publicada em duas partes pelo mesmo jornal no mês seguinte (dias 1 e 9 de novembro), sob o título *La Direction des Ballons*, quando foram incluídas gravuras dos balões *Le Victoria*, *La France* e do balão de Stanislas-Henri-Laurent Dupuy de Lôme [1816-1885], de 1872.

Como já foi constatado, Júlio César Ribeiro de Souza não possuía qualquer direito sobre a forma de fuso assimétrico. Além disso, o *La France* possuía muitas diferenças em relação ao *Santa Maria de Belém*: a hélice era tratora, enquanto no balão brasileiro era propulsora; o balão francês era movido por um motor elétrico de 9 cv, e para o *Santa Maria de Belém* estava previsto um motor a vapor de apenas 4 cv; o *La France* possuía um leme vertical, o *Santa Maria de Belém* não; o *La France* não empregava planos laterais móveis, o *Santa Maria de Belém* sim; a cubagem do *La France* era de 1.864 m³, e a do balão brasileiro, de 2.882; enquanto o *La France* era estável longitudinalmente, o *Santa Maria de Belém* não o era; o *La France* possuía a maior parte do peso concentrada na proa de modo a evitar o empinamento desta - o motor e o propulsor ficavam nessa porção da aeronave, de modo a contrabalançar aí o maior empuxo -, já o *Santa Maria de Belém* valia-se de largos planos (asas) laterais para suavizar ou anular essa rotação pelo aumento da resistência à progressão. É evidente, portanto, que o *La France* não constituía plágio do precário sistema de dirigibilidade criado por Júlio César Ribeiro de Souza [33].

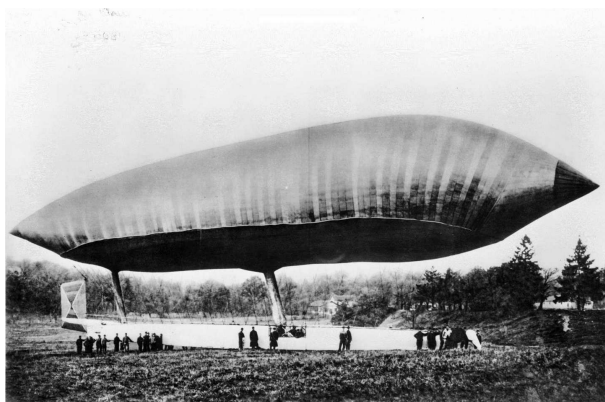


Figura 8 - O dirigível “La France” no campo militar de Chalais-Meudon (França), em 9 de agosto de 1884 (Fonte: Agência Getty Images).

Embora o voo de 9 de agosto do *La France* tenha causado sensação, o veículo não pode ser considerado verdadeiramente dirigível, porque era lento e seguiu uma rota casual, e não pré-determinada; além disso, no retorno a Meudon, o rumo escolhido foi influenciado pelo vento. O motor elétrico se revelou muito dispendioso, porque o eletrólito usado na bateria tinha que ser inteiramente trocado após cada voo e depois de alguns voos os próprios eletrodos da bateria tinham que ser substituídos. A aeronave foi abandonada em 1885. Cinco anos depois, o próprio Charles Renard reconhecia a impraticidade do invento:

Para este autor, o balão elétrico *La France* não teve jamais outro objetivo senão o de fornecer uma primeira demonstração da possibilidade de fazer evoluir um balão alongado no oceano aéreo por meios análogos àqueles que permitem aos navios marinhos evoluir sobre o oceano líquido. No estado atual da eletricidade industrial, é impossível esperar que um balão elétrico possa constituir um verdadeiro engenho de guerra. O balão *La France* foi antes de tudo um instrumento científico [34].

7. Considerações finais

Como foi apontado, não são poucos os erros presentes na *Memória Sobre a Navegação Aérea*. Alguns passaram despercebidos aos membros do Instituto Politécnico Brasileiro, mesmo aos antagonistas do sistema em questão. Dentre os problemas existentes, estão:

1. Escassez de terminologia científica (utilização do termo “leveza” no lugar de “empuxo”).
2. Uso excessivo de analogias, por vezes sem correspondência válida.
3. Desconhecimento dos trabalhos pioneiros de George Cayley e Pierre Jullien.
4. Desconhecimento da existência da força de sustentação no voo dos mais pesados.
5. Interpretação equivocada da atuação do peso no voo.
6. Confusão entre velocidade e força.
7. Rejeição do leme vertical para o balão dirigível.

Conquanto o sistema de aeronavegação criado por Júlio César Ribeiro de Souza tivesse apresentado bons resultados em pequena escala, em grande escala se revelaria precário e deficiente. A baixa potência dos motores da época e a recusa do inventor em adotar o leme

vertical condenavam quaisquer chances de uma dirigibilidade prática. Por essas razões, ele não pode ser considerado o descobridor da dirigibilidade dos balões, mérito que cabe a outro brasileiro, o mineiro Alberto Santos Dumont [1873-1932], que em 19 de outubro de 1901 fez na França uma espantosa viagem acrobática ao redor da Torre Eiffel no dirigível N° 6, de 622 m³, dotado de um motor a gasolina de 20 cv [35]. Pela façanha, Santos Dumont recebeu um prêmio de 100.000 francos (20.000 dólares), o Prêmio Deutsch, destinado a quem criasse a primeira máquina voadora eficiente [36]. Convém assinalar que o N° 6 era um dirigível simétrico, o que prova que, ao contrário do que Ribeiro de Souza acreditava, a assimetria não era fundamental para assegurar a direção.

Referências

- [1] Augusto Severo, *Jornal do Commercio*, Rio de Janeiro, n. 132, terça-feira, 13 mai. 1902, p. 7.
- [2] *Diário do Gram Pará*, Belém, quinta-feira, 24 fev. 1871, p. 1.
- [3] *Diário do Gram Pará*, Belém, quarta-feira, 15 abr. 1874, p. 1.
- [4] Raymundo Cyriaco Alves da Cunha, *Paraenses Ilustres* (Conselho Estadual de Cultura, Belém, 1970), p. 112.
- [5] Lysias Augusto Rodrigues, *História da Conquista do Ar* (Rio de Janeiro, 1937), p. 146-147.
- [6] Navegação Aérea, *A Constituição*. Belém, ano VII, n. 219, sexta-feira, 1° out. 1880, p. 1.
- [7] Navegação Aérea, *O Paiz*. São Luís, n. 73, quinta-feira, 31 mar. 1881, p. 1.
- [8] *Diário de Belém*, Belém, n. 115, terça-feira, 24 mai. 1881, p. 2.
- [9] *Coleção das Leis da Província do Gram Pará (ano de 1881)*, Belém, Tip. do Diário de Notícias, 1882, p. 127-128.
- [10] Sessão em 6 de julho de 1881, *Revista do Instituto Politécnico Brasileiro*. Rio de Janeiro, Tip. de G. Leuzinger & Filhos, 23° ano, tomo XVII, 1885, p. 6-7.
- [11] Sessão em 17 de maio de 1882, *Revista do Instituto Politécnico Brasileiro*. Rio de Janeiro, Tip. de G. Leuzinger & Filhos, 23° ano, tomo XVII, 1885, p. 25-31.
- [12] Júlio César, *Diário de Notícias*. Belém, n. 206, terça-feira, 13 set. 1881, p. 2.
- [13] Navegação aérea, *Diário de Belém*. Belém, n. 300, terça-feira, 18 set. 1883, p. 2.
- [14] Fernando Medina do Amaral e Luís Carlos Bassalo Crispino, *Memórias sobre a Navegação Aérea* (Editora Universitária UFPA, Belém, 2003), p. 27.
- [15] O balão Victoria do Sr. Júlio César, *O Paiz*. São Luís, n. 282, quinta-feira, 15 dez. 1881, p. 2.
- [16] *A Província do Pará*. Belém, n. 2.550, sexta-feira, 24 out. 1884, p. 2.
- [17] Fernando Medina do Amaral, *Julio Cesar: O Verdadeiro Arquiteto da Aeronáutica* (Natural Artes Gráficas, Niterói, 1989), p. 150.
- [18] O Victoria, *A Constituição*. Belém, ano VIII, n. 285, terça-feira, 27 dez. 1881, p. 1; Navegação Aérea, *Jornal do Commercio*. Rio de Janeiro, ano 61, n. 89, quinta-feira, 30 mar. 1882, p. 1; *Revista Ilustrada*. Rio de Janeiro, ano 7, n. 295, sábado, 15 abr. 1882, p. 1.
- [19] *Le Brésil*. Paris, ano 6, n. 117, quarta-feira, 5 mai. 1886, p. 1; *Le Brésil*. Paris, ano 6, n. 121, terça-feira, 15 jun. 1886, p. 2; *Diário de Notícias*. Belém, n. 164, sexta-feira, 23 jul. 1886, p. 3; *Jornal do Amazonas*. Manaus, n. 1.284, quinta-feira, 14 out. 1886, p. 3; Notícias do Amazonas, *Diário de Notícias*. Belém, n. 245, quinta-feira, 28 out. 1886, p. 2.
- [20] *O Paiz*. São Luís, n. 19, terça-feira, 22 jul. 1884, p. 2.
- [21] *Diário de Notícias*. Belém, n. 119, sábado, 28 mai. 1887, p. 2.
- [22] *Diário de Notícias*. Belém, n. 232, sábado, 15 out. 1887, p. 2.
- [23] *Revista do Instituto Politécnico Brasileiro*, 22° ano, tomo XVI, 1884.
- [24] Tom D. Crouch, *Asas* (Editora Record, Rio de Janeiro, 2008), tradução Antônio Braga e Alexandre Martins, p. 41-46.
- [25] Júlio César Ribeiro de Souza, *Novo Sistema de Navegação Aérea Aplicável à Navegação Submarina* (Arquivo Nacional, Rio de Janeiro, 1881), fundo “Privilégios Industriais”, notação 8.746, 20 abr., p. 7.
- [26] Guyot, *Essai Sur la Construction des Ballons Aérostatiques et sur la Manière de les Diriger* (Gueffier, Paris, 1784).
- [27] Charles Dollfus e Henri Bouché, *Histoire de l'Aéronautique* (Éditions Saint-Georges, Paris, 1942) p. 61.
- [28] Idem, p. 77.
- [29] *Diário de Notícias*. Belém, n. 126, domingo, 5 jun. 1887, p. 2.
- [30] Júlio César Ribeiro de Souza, *Memória Descritiva para um Sistema de Navegação Aérea por meio de Balões Pairadores* (Instituto Nacional da Propriedade Industrial de Portugal, Lisboa, n. 724, 31 dez. 1881).
- [31] Luís Carlos Bassalo Crispino, *Scientific American Brasil* 19, 20 (2003). Disponível em http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/voando_com_os_passaros_imprimir.html; Luís Carlos Bassalo Crispino, *Passages de Paris* (APEB-Fr, Paris, 2005), v. 2, p. 43-69. Disponível em <http://www.apebfr.org/passagesdeparis/edition2/articles/p43-crispino.pdf>; Luís Carlos Bassalo Crispino, *Idéias em Destaque* (Instituto Histórico-Cultural da Aeronáutica, Rio de Janeiro, 2005), n. 19, set./dez., p. 38-63. Disponível em http://www.incaer.aer.mil.br/ideias_19.pdf.
- [32] Gaston Tissandier, *La Nature* (Masson, Paris, 1884), n. 587, 30 ago., p. 190-195. Disponível em <http://cnam.cnam.fr/CGI/fpage.cgi?4KY28.23/194/100/432/0/0>
- [33] Gaston Tissandier, *La Nature* (Masson, Paris, 1884), n. 590, 20 set., p. 241-243. Disponível em <http://cnam.cnam.fr/CGI/fpage.cgi?4KY28.23/245/100/432/0/0>

- [34] Commandant Renard, *Les Piles Légères du Ballon Dirigéable La France* (G. Masson, Paris, 1890), p. 6. Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1108811.r=.langEN>.
- [35] Emmanuel Aimé, *Le Santos Dumont* n° 6. L'illustration, Paris, n. 3.055, sábado, 14 set. 1901, p. 167-168.
- [36] *Partie non Officielle. L'Aérophile*. Paris, Aéroclub de France, 9° ano, n. 11, nov. 1901, p. 257-258.