
Santos Dumont: Um Pioneiro da Segurança de Voo e dos Ensaios em Voo

Henrique Lins de Barros¹

1 Pesquisador Titular do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas CBPF/MCTI

RESUMO: Breve história da trajetória de Alberto Santos Dumont no período de 1897 a 1910 quando o inventor está preocupado com os aspectos de segurança do voo e realiza diversos ensaios com os seus inventos.

Palavras Chave: Navegação Aérea. Dirigível. Acidente.

Santos Dumont: A Pioneer in Flight Safety and in-Flight Testing

ABSTRACT: Brief history of the trajectory of Alberto Santos Dumont in the period of 1897 to 1910, when the inventor was concerned with the safety aspects of the flight and performed several tests with his inventions.

Key words: Air Navigation. Airship. Accident.

Citação: Barros, HL. (2017) Santos Dumont: Um Pioneiro da Segurança de Voo e dos Ensaios em Voo. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 2, pp. 142-148.

1 INTRODUÇÃO

Oito de agosto de 1901: Santos Dumont cai com o dirigível N-8 no Trocadero, Paris.

Santos Dumont teve um papel central na história do voo mecânico. Em 1901, ao ganhar o grande prêmio instituído pelo industrial do petróleo Deutsch de La Meurthe (1846-1919) e com a presença do Aeroclube da França, ele inaugura a Era da Navegação Aérea. Cinco anos depois, ao conseguir realizar o primeiro voo completo em um avião, o *14-bis*, ele demonstra ser possível fazer um aparelho mais pesado que o ar capaz de decolar e voar por meios próprios. Mas, para atingir sucesso, ele teve que enfrentar várias situações críticas. Sua história é repleta de acidentes. Desde o primeiro ano, quando ele inicia seus trabalhos em balões, em 1898, até seus anos finais no campo de provas quando voa com o *Demoiselle 20*, em 1910, ele experimenta a queda com sabedoria. Para ele, cair é uma fonte importante para estudar as causas do insucesso e permite procurar novas soluções. Por isso, apesar de tantos acidentes, ele sobrevive e avança.

2 DESENVOLVIMENTO

Logo que retornou a Paris, em 1897, após quatro anos na cidade francesa estudando com um preceptor de origem espanhola, Santos Dumont inicia seus projetos aeronáuticos. Na época, o grande desafio era a dirigibilidade de balões, problema sem solução até então, embora tenha sido abordado desde que os irmãos Joseph-Michel (1740-1810) e Jacques-Étienne (1745-1799) Montgolfier, com balões de ar quente, e o físico Jacques Alexander Charles (1746-1823), com balões de hidrogênio, realizaram os primeiros voos tripulados em 1783.

As primeiras propostas de dirigir um balão esbarravam na ausência de uma fonte propulsora leve com potência. As tentativas do uso da vela, como Yves Guyot propôs ainda em 1784, ou do motor a vapor por Henri Giffard (1825-1882) em 1852, da propulsão humana, de 1872, por Henri Dupuy de Lôme (1816-1885), ou ainda, com motores elétricos, em 1884, por Arthur Krebs (1850-1935) e Charles Renard (1847-1905), não tiveram sucesso. David Schwarz (1850-1897), em 1897, construiu um dirigível de revestimento metálico movido por motor a explosão, mas morreu antes do veículo ser testado.

Santos Dumont, assim que retornou a Paris, projetou, patenteou e construiu um motor a combustão interna de dois cilindros em tandem para ser usado no problema da dirigibilidade de balões. Testou-o em seu triciclo, estudou o desempenho com o motor pendurado no galho de uma árvore para estudar a vibração, e verificou que o novo motor era seguro. Com um motor, ele passou a investir no balão.

Em 1897, realizou o seu primeiro voo em balão livre e, após vários voos, tornou-se um experiente balonista. Tendo o domínio da técnica, projetou o seu próprio balão.

Estudou a resistência da seda japonesa para usar no invólucro, utilizou cabos mais finos e resistentes e para isso mediu a resistência ao ar, reduziu o peso dos vários componentes, deslocou o centro de gravidade para bem abaixo do invólucro e construiu o menor balão até então: o *Brasil*, de 6 m de diâmetro, 113 m³ de hidrogênio e pesava somente 27,5 kg. Em 4 de julho de 1898 decolou com sucesso, apesar de ouvir dos demais balonistas que o seu modelo não seria nem estável, nem seguro. Realizou vários voos bem-sucedidos com ele.

Logo construiu um novo balão, maior, o *América*. Realizou diversos voos com ele e com convidados bem como com outros balões até se tornar um balonista experiente e respeitado. Experimentou situações críticas, como tempestades, e sofreu alguns

acidentes que serviram para analisar as causas dos problemas. Ainda em 1898, após testar a segurança de cada um dos elementos, projetou e construiu o seu primeiro dirigível, o *Santos Dumont N-1*.

O *N-1* foi uma revolução. Com uma forma alongada para reduzir o arrasto, usou pela primeira vez com sucesso o motor a petróleo, e mudou todos os demais elementos até então usados:

- Invólucro – seda japonesa, mais leve e com boa resistência. “Para não exceder, com o verniz, o limite de peso calculado, recorri, forçosamente, à minha seda japonesa que tanta solidez havia provado no ‘Brasil’” (DUMONT, 1973. p.112).
- Motor – 3,5 CV de cilindros em tandem pesava 30 kg.
- Uso de cabos finos ligados diretamente ao invólucro e ao cesto.
- Cano de escape do motor colocado para baixo, para evitar o contato de fagulhas com o invólucro de hidrogênio.
- Colocação da cesta bem abaixo do invólucro para manter maior estabilidade.

Os dirigíveis de Santos Dumont não possuíam uma estrutura interna. A pressão interna do gás (H_2) é que mantinha a forma do invólucro. Quando o aparelho sobe, porém, é essencial manter a pressão interna. Como a pressão atmosférica diminui com a altura e a incidência da luz solar aumenta a temperatura, Santos Dumont instalou um pequeno balonete de ar ligado ao seu motor. Assim, ao subir, o balonete libera ar permitindo que o hidrogênio se dilate. Na descida, o hidrogênio se contrai e o volume do balonete aumenta mantendo a pressão interna do invólucro.

Os primeiros dirigíveis de Santos Dumont eram muito alongados para reduzir a resistência ao ar. O *N-1*, por exemplo, tinha 25 m de comprimento com um diâmetro de somente 3,5 m e 186 m³ de H_2 .

Cuidadoso com a segurança, Santos Dumont preparou-se para o voo:

Garantida a confecção do invólucro, cuidei da barquinha, do motor, do propulsor, do leme e da maquinaria. Quando tudo ficou pronto, submeti-o a diversas experiências, suspendendo por meio de cordas o sistema por meio de uma corda às traves da oficina. Pus o motor em ação e medi a força do movimento de impulsão que determinava o propulsor batendo no ar. Opus-me a este movimento por meio de uma corda fixa ao dinamômetro, e constatei que a força de tração desenvolvida pelo motor no propulsor, com dois braços medindo, cada um, um metro, atingia vinte e cinco libras, ou seja, onze quilos e meio. (DUMONT, 1973. p. 112-113).

Com todo o sistema testado, foi para o campo do Jardim de Aclimação no bosque de Bolonha, Paris. O dirigível estava estendido na relva, entre as árvores do jardim.

No dia 18 de setembro de 1898, tentou subir com o seu novo invento. Dando ouvido aos balonistas, errou. Posicionou o dirigível a favor do vento. “Parti do local que eles indicaram e, no mesmo segundo, tal como receava, meu navio aéreo foi rasgar-se contra as árvores.” (DUMONT, 1973. p 117).

Dois dias depois, já com o dirigível consertado, levantou voo, elevou-se a mais de 300 m e conseguiu controlar a aeronave. Na descida, porém, o balão perdeu a rigidez e o “longo cilindro começou a dobrar-se pelo meio, como um canivete.” (DUMONT, 1973. p 118). Caindo, viu uns meninos que empinavam papagaios de papel. Santos Dumont pediu que eles segurassem a corda guia e que corresse contra o vento. Com isso, conseguiu atenuar a queda.

A causa do acidente foi por um lado, a falha da válvula para manter a pressão interna e, por outro lado, o formato alongado do invólucro. Santos Dumont analisou a causa, identificando o problema da válvula, e construiu o *N-2* mantendo basicamente a mesma forma. “Antes de subir, eu havia minuciosamente ensaiado as válvulas, trabalho a que dedico atento cuidado sempre que tenho de voar.” (DUMONT, 1973. P 132).

Minhas válvulas têm sido, desde a primeira experiência, de todos os tipos: algumas muito engenhosas e de ação recíproca; outras, extremamente simples... Fácil é, pois, compreender que, se as válvulas recusam a funcionar bem, o perigo de arrebentamento existe (DUMONT, 1973. p-133).

O *N-2* com 26,5 m de comprimento e um diâmetro de 3,5 m e um volume de 200 m³, ainda era bastante alongado. “Eu havia notado a insuficiência da bomba de ar, que quase me fora fatal, e acrescentara um pequeno ventilador de alumínio para assegurar ao balão a conservação de sua forma”. (DUMONT, 1973. p 138)

No dia 11 de maio de 1899 o *N-2* foi cheio de gás no Jardim da Aclimação num dia chuvoso. O invólucro ficou molhado e muito pesado. Ainda assim, Santos Dumont decidiu voar:

Mal, porém, me elevei, o mau tempo determinou uma grande contração do gás. E antes que a bomba de ar acudisse ao inconveniente, dobrado pelo forte golpe de vento e pior do que acontecera no *N-1*, minha aeronave foi-se atirar sobre as árvores próximas (DUMONT, 1973. p 139).

Os acidentes foram fonte essencial para o desenvolvimento dos futuros projetos. Após cada acidente, Santos Dumont fazia uma análise das causas e buscava uma nova solução.

Após o acidente com o *N-2*, ele concluiu que o invólucro muito alongado não era apropriado, pois seria difícil manter a rigidez durante o voo. Ainda em 1899, construiu o *N-3*, um dirigível de 20 m de comprimento com um diâmetro máximo de 7,5

m e um volume de 500 m³. Usou gás de iluminação por ser mais seguro e mais barato, embora com menor poder ascensional. Com o *N-3* realizou voos quase diários em Paris. Após o sucesso do *N-3* Santos Dumont investiu no desenvolvimento de seu conceito de dirigível: um aparelho simples, sem estrutura interna e seguro. Antes de avançar, construiu um hangar para abrigar as suas aeronaves em condições seguras.

O interesse pelo voo contagiou a imaginação do final do século XIX. O uso de motores a explosão na aeronáutica chamou a atenção dos empresários do petróleo e Henri Deutsh de La Meurthe instituiu um prêmio de 100.000 francos para aquele que saindo de Saint Cloud realizasse um voo de ida e volta até a torre Eiffel, símbolo da modernidade industrial, em menos de 30 minutos. Um voo de 11 km, ora com vento a favor, ora com vento contra.

Para poder concorrer ao prêmio, embora fosse o único a conseguir navegar pelo ar, Santos Dumont teve que aumentar a potência do motor, o que implicava num aumento do volume. O *N-4* de 1900 tinha 29 m de comprimento e um diâmetro de 5,1 m, com um volume de 420 m³. Após várias experiências, Santos Dumont abandonou o *N-4* e construiu o *N-5*, introduzindo algumas inovações. Usou o lastro líquido. Passou a utilizar “cordas de piano” de 0,8 mm de diâmetro em substituição das cordas e cabos utilizados até então. “De fato, constatou-se que as cordas de suspensão opõem ao ar quase tanta resistência quanto o próprio balão”. (DUMONT, 1973. p 151)

O *N-5* aparece no início de 1901. Um dirigível mais robusto que o anterior. Em julho realiza vários voos de teste. Tem problemas no ar. Mas sentiu-se seguro para se inscrever no prêmio Deutsch de La Meurthe, o maior desafio da época. Tentou sem sucesso no dia 13 de julho. “A aeronave entrou a declinar e foi-se arriar sobre o mais alto castanheiro do parque do Sr. Edmond de Rothschild”. (DUMONT, 1973. p 162).

Em 8 de agosto de 1901 tenta novamente, mas logo que decolou ele verificou que uma das válvulas automáticas estava com a mola fraca e o balão perdia hidrogênio. Ainda assim, continuou o voo. Em pouco tempo o *N-5* estava caindo no hotel Trocadero. O balão explodiu. Após o acidente, ele analisou as causas e concluiu que o verniz do balão interno não havia secado convenientemente. “Eis o que se ganha com as pressas excessivas!” (DUMONT, 1973. p 168). Imediatamente iniciou a construção de um novo dirigível.

Em 22 dias o *N-6* estava pronto e logo Santos Dumont começou a fazer ensaios de voo para testar a segurança da aeronave. Sua maior preocupação estava nas válvulas que garantiam a rigidez do invólucro. Mudou o balonete interior para ter maior segurança. Sofreu alguns acidentes menores. “Encarei sempre com muita filosofia os acidentes deste gênero: vejo neles uma espécie de garantia contra outros mais terríveis”. (DUMONT, 1973. p 177)

No dia 19 de outubro de 1901, com as condições atmosféricas desfavoráveis e com vento sueste sobrando com a velocidade de 6 m/s (21km/h) na altitude da torre Eiffel, Santos Dumont partiu de Saint Cloud. Em 9 minutos chegou à torre. Viajou a uma velocidade média de 36 km/h. Elevou o *N-6* a uma altitude de 10 m acima do topo do monumento. Passou a uns 50 m dos para-raios do monumento. “Receei sempre, como o mais grave de todos os perigos, contornar a torre Eiffel”. (DUMONT, 1973. p 171)

Após contornar o monumento, com vento contrário, o motor ameaçou parar e ele teve que abandonar o controle do leme para repará-lo. Momento crítico, Santos Dumont conseguiu retomar o controle da aeronave. A volta foi dramática, voando contra o vento, com o motor falhando e lutando contra o tempo, o *N-6* começou a perder altura. Avançou com dificuldade com uma velocidade média de 14 km/h, e cruzou a linha de chegada em 29 minutos e trinta segundos. Levou mais um minuto para parar. E surgiu a dúvida. A comissão julgadora iria decidir se ele havia ganhado o prêmio Deutsch, no valor de cento e vinte e cinco mil francos. (100.000 francos + juros).

Não fazendo empenho em ficar com esse dinheiro, repartiu-o em duas partes desiguais, a maior das quais, setenta e cinco mil francos, ofereci ao prefeito de Polícia para os pobres de Paris: o resto distribui pelo meu pessoal, que me ajudava desde tanto tempo e a cujo devotamento eu me sentia feliz de prestar essa homenagem (DUMONT, 1973. p 184).

Em sessão do Aeroclube da França em 4 de novembro ficou oficialmente decidida a concessão a Santos Dumont do prêmio Deutsch de La Meurthe.

Estava se iniciando a Era da Navegação Aérea, que mudaria o século XX.

Reconhecido mundialmente, viajou à Inglaterra e em janeiro foi para Mônaco a convite do Príncipe Alberto I para realizar experimentos com o *N-6* sobre o Mediterrâneo. Preocupado com a segurança, orientou a construção de um hangar de 55 m de comprimento, por 10 de largura e 15 de altura, localizado no bulevar de La Condamine à beira mar. Queria testar o comportamento do cabo guia no mar.

Realiza alguns voos bem-sucedidos, mostrando que o cabo-pendente é uma boa solução para estabilizar a altitude do voo baixo sobre o mar, até que em 14 de fevereiro o voo começa mal.

Apenas se alçara ao espaço, começou a se comportar mal, mergulhando pesadamente. Não estava senão imperfeitamente cheio, ao sair da garagem. Para conservar a altitude propícia, acentuei a diagonal de subida e deixei o propulsor continuar sua arrancada ascendente (DUMONT, 1973. p 218).

Cai na água.

A partir desse acidente, Santos Dumont passa a verificar certos pontos capitais. Passa a adotar o *check list*.

O balão está perfeitamente cheio? Há alguma possibilidade de escape do gás? O motor marcha convenientemente? A maquinaria está em bom estado? As cordas do comando do leme, do motor, do lastro de água, dos pesos deslocáveis funcionam livremente? O lastro foi exatamente pesado? (DUMONT, 1973, p 220).

Já em 1902, Santos Dumont tinha três novos dirigíveis construídos para responder às dúvidas levantadas pelos seus críticos. O *N-6* não pôde ser recuperado, mas seus voos despertaram tamanho interesse que logo diversos outros inventores avançaram. Mas surgiam perguntas: para que serve um dirigível tão pequeno? É um aparelho frágil e perigoso? Qual o seu interesse comercial?

Num ano de enorme produção o inventor apresentou:

- N-7 - Um dirigível de corrida para ser apresentado na feira de Saint Louis em 1904. Esperava atingir 70 km/h. O aparelho, entretanto, foi criminosamente destruído nos Estados Unidos. (Comprimento - 49 m; diâmetro - 7 m; cubagem - 1.257 m³)
- N-8 - Semelhante ao N-6, foi vendido ao mister Boyce, vice-presidente do Aeroclube dos Estados Unidos e realizou um único voo próximo a Nova Iorque. (Comprimento - 33 m; diâmetro - 6 m; cubagem - 622 m³)
- N-9 *Balladeuse* - Um pequeno dirigível para uma só pessoa. Com ele Santos Dumont realizou inúmeros voos demonstrando que o seu invento era prático e seguro. (Comprimento - 12 m; diâmetro - 5,5 m; cubagem - 220 m³)
- N-10 *L'Omnibus*. Para transportar até 20 passageiros. Fez poucas ascensões, nenhuma com os passageiros. (Comprimento - 48 m; diâmetro - 8,5 m; cubagem - 2010 m³)

Em 1904 começam a chegar notícias na França de que Wilbur (1867-1912) e Orville (1871-1948) Wright haviam realizado um voo com um aparelho mais pesado que o ar. Os dois americanos não apresentaram qualquer descrição do aparelho e a única informação disponível era um curto telegrama datado de 17 de dezembro de 1903:

Sucesso em quatro voos quinta-feira# Todos contra o vento de 21 milhas (37,8km/h) iniciados no nível do chão com potência do motor somente# velocidade média através do ar de 31 milhas (49,9km/h) o maior 57 segundos. Informe imprensa local. Feliz Natal. (CROUCH, 1990).

Todos querem mais informações e os dois irmãos se recusam a mostrar o invento ou descrevê-lo. Começa a surgir a dúvida se eles de fato haviam realizado o voo. Os franceses ficam preocupados e, já em 1904, são instituídos dois prêmios: Prêmio Archdeacon, no valor de 3.000 francos para aquele que, por seus próprios meios, conseguisse voar mais de 25 m e o Prêmio Aeroclube da França, no valor de 1.500 francos, para aquele que atingisse a marca de 100 metros. (VISIONI, 2016).

Já com a cabeça voltada para o mais pesado que o ar começa a estudar o helicóptero e o avião, e faz os projetos *N-11* e *N-12*. Chega a iniciar a construção de um helicóptero, mas abandona o projeto. Faz experimentos com modelos de pequenos planadores.

Ainda em 1902, Santos Dumont argumentava que seus dirigíveis eram, de fato, aparelhos mais pesados que o ar.

Em realidade, no dirigível, tal como, por exemplo, no meu N-6, ambos os princípios são usados (uso de materiais mais leves que o ar, como o hidrogênio, e materiais mais pesados). O balão, com a forma de um fuso, medindo 33 m de comprimento e 6 de diâmetro no meio, é mais pesado que o ar, pois não se levanta por si só quando a hélice está parada. Meu dirigível nada mais é que uma espécie de avião tubular, em cuja construção entra o hidrogênio sob pressão, que mantém tensa sua vasta superfície, com um mínimo peso de materiais. (DUMONT, 1902).

Ainda voltado ao mais leve que o ar, procurando aprimorá-los ao máximo, constrói, mas não chega a voar o *N-13*, misto de aparelho usando ar quente e hidrogênio. Já o *N-14*, um pequeno dirigível inicialmente para corrida e, posteriormente, um dirigível pessoal, faz vários voos demonstrativos em Trouville.

Dormi três anos e no mês de julho de 1906 apresentei-me no campo de Bagatelle com o meu primeiro aparelho... A questão do aeroplano estava havia já alguns anos na ordem do dia; eu, porém, nunca tomava parte nas discussões, porque sempre acreditei que o inventor deve trabalhar em silêncio; as opiniões estranhas nunca produzem nada de bom. (DUMONT, 1918).

O projeto do *14-bis* é uma continuação dos trabalhos de Santos Dumont. Estudou o que já havia sido feito em torno do avião e consolidou tudo num novo desenho. Santos Dumont estava preocupado em resolver a dirigibilidade no ar com o uso dos então novos motores a petróleo. Nunca voou em um planador, mas conhecia o que estava sendo feito nos voos planados. Todos conheciam os fantásticos avanços obtidos pelo alemão Otto Lilienthal (1848-1896) na década de 1890. E todos conheciam o fim dramático dos experimentos: em 8 de agosto de 1896, Otto, num dos seus dois mil saltos, tentou esticar o voo e estolou. Caiu e no dia seguinte morreu.

Os inventores ficaram chocados e passaram a temer o estol. Os irmãos americanos Orville e Wilbur Wright, quando começaram a construir e experimentar planadores em 1901, procuraram uma solução para o estol: colocaram uma superfície horizontal na frente do aparelho (*canard*).

Lutei, a princípio, com as maiores dificuldades para conseguir a completa obediência do aeroplano; neste meu primeiro aparelho coloquei o leme à frente, pois era crença geral, nessa época, a necessidade de assim fazer. A razão que se dava era que, colocado ele atrás, seria preciso forçar para baixo a popa do aparelho, a fim de que ele pudesse subir; não deixava de haver uma certa verdade nisso, mas as dificuldades de direção foram tão grandes que tivemos de abandonar essa disposição do leme. Era o mesmo que tentar arremessar uma flecha com a cauda para a frente (*pitch*). (DUMONT, 1918).

Para as asas Santos Dumont recorreu às células do australiano Lawrence Hargrave (1850-1910) que davam estabilidade (roll) e sustentação. Usou um forte diedro para garantir a estabilidade.

Assisti os experimentos do planador rebocado de Voisin-Archedeacon no rio Sena, em 1905, para estimar a potência do motor.

Construiu um avião todo entelado para reduzir o atrito aerodinâmico.

Equilibrou o avião fazendo com que o centro de gravidade fosse próximo ao centro de pressão.

Experimentou o seu invento antes de se arriscar no voo propriamente dito, mas antes, mostrando segurança no que havia feito, inscreveu-se no dia 18 de julho para disputar os dois prêmios.

Em 23 de julho de 1906 Santos Dumont testou o *14-bis* ligando-o ao *N-14*. Com esse aparelho híbrido ele consegue realizar pequenos saltos e testa a estabilidade. Em 29 de julho prendeu a aeronave num cabo inclinado e testou a estabilidade. O avião suspenso deslizou 60 m sem auxílio do motor. Durante os meses de agosto e setembro realizou vários experimentos testando motor e conhecendo o comportamento do aparelho.

No dia 23 de outubro, no Campo de Bagatelle, Paris, voou cerca de 60 m diante de uma comissão do aeroclube e do público. Ganhou a Taça Archdeacon e provou que era possível um avião decolar por seus próprios, sem qualquer auxílio externo.

Menos de um mês depois, no dia 12 de novembro, realiza quatro tentativas para ganhar o prêmio do Aeroclube da França. Santos Dumont fez a:

[...] adição de dois lemes pequenos laterais, cuja ação, unida à do grande leme da frente, combate as oscilações (roll). Esses dois lemes suplementares são manobrados com o auxílio de cordas, que terminam cada uma por um aro no qual o aviador passa cada braço – sistema um pouco rudimentar, não? (VISONI, 2016).

Na quarta tentativa obteve êxito.

Coloca-se de novo o motor em funcionamento, e vê-se quase imediatamente o avião alçar voo. Santo Dumont está a 3 m do solo, talvez mesmo a 4, e ganha, com ondulações laterais pequenas, mas muito nítidas, o centro do gramado; seu voo é muito belo. Mas vários curiosos estão na frente da máquina, que avança a 40 km/h! Vendo-os, o aviador tem receio de causar um acidente e vira o leme um tanto bruscamente. Vê-se o leme grande se movimentar no ar, em seguida, o motor se cala, a hélice para e o aparelho toca a terra. (VISONI, 2016).

Percorreu 220 m no ar e realizou um voo de 21 s 2/5.

Consequentemente, Santos Dumont ganhou, ontem à tarde, os dois prêmios instituídos pela Comissão de Aviação do Aeroclube: o de 100 francos, destinado a quem cobrisse 60 m, e o de 1.500 francos, destinado a quem fizesse 100 m”. ‘*Estou contente*’, disse Santos Dumont, ‘*Estes 1.600 francos, eu os dou aos meus mecânicos!*.’ (VISONI, 2016).

Os voos do *14-bis* são os primeiros recordes da aviação reconhecidos pela Fédération Aéronautique Internationale (FAI).

Mas Santos Dumont avançou buscando corrigir os erros conceituais de seu invento. Realizou outros voos com o *14-bis* até o dia 4 de abril de 1907, quando o avião entrou em oscilação e caiu. Deixou de lado e já tinha um novo invento, totalmente diferente, o *N-15*. Como escreveu Ferdinand Ferber (1862-1909), um dos importantes pioneiros da aviação: “Sob o ponto de vista da estabilidade, o senhor Santos Dumont fez uma volta completa, colocando o que estava atrás na frente e vice-versa. Isso é lógico, ele se conforma à natureza, e desta vez será estável no vento” (BARROS, 2006). Acidentou-se na tentativa de decolar. Sem sucesso, ele tentou o *N-16*, um híbrido balão-avião. Novamente sem sucesso. Novos acidentes. Passou a um desenvolvimento do *N-15*, o *N-17*, mas abandonou antes de testá-lo.

Após um jantar, aceitou o desafio: Monsieur Fernand Charron (1866-1928), campeão de ciclismo, pioneiro e construtor de automóveis, vencedor do circuito Marseille-Nice em 1898, apostava com ele e com o seu amigo Louis Blériot, que não seria possível atingir 100 km/h na água. Uma aposta tentadora: se ganhasse, ganharia 50.000 francos. Se perdesse pagaria somente 5.000 francos. Assim nasceu o *N-18*, um hidroplanador com motor e hélice aeronáutica. Com asa e lemes submersos e um motor de 100 cv e uma hélice tripá, o *N-18* tinha uma forma de charuto alongado com dois flutuadores laterais. Construiu o aparelho, testou-o no rio Sena rebocado por uma lancha sem acionar o motor. A experiência foi filmada e no filme podemos ver que o *N-18* se “levanta”, deslizando sobre a superfície.

E em menos de um mês Santos Dumont se apresenta com o *N-19*, o primeiro *Demoiselle*. Um avião minúsculo, o primeiro ultraleve da história. Procurando reduzir o peso ao máximo inventou o primeiro motor de cilindros opostos da história. Voa 200 m em 17 de novembro. Mas numa de suas experiências sofre um novo acidente. O *Demoiselle 19* é muito frágil. (BARROS, 2003)

E Santos Dumont vê o trabalho dos outros inventores: Gabriel Voisin (1880-1973) voa 60 m; Louis Blériot (1872-1936) ultrapassa 100 m; Henri Farman (1874-1958), em 26 de outubro, bate o recorde de distância voando 771 m; Robert Esnault-Pelterie (1881-1957) voa 600 m. Os Wright não só não se apresentam como haviam comunicado que não iriam fornecer as especificações do aparelho. Em 1908 a aviação começa a aparecer. Em 13 de janeiro, Farman realiza o primeiro voo de 1 km em circuito fechado e ganha o Grand Prix de l'Aviation de 50.000 francos. Em 4 de julho, Glenn Curtiss (1878-1930) ganhou o troféu Scientific American no valor de US\$ 2.000 ao voar 1.500 metros. (CHAMBE, 1958)

Somente em setembro de 1908 os Wrights se apresentam: Orville faz um voo com passageiro em um novo aparelho em Fort Myer. Cai. E Wilbur faz demonstrações em Le Mans. O novo avião, como os anteriores, depende da catapulta ou de vento forte para decolar. (CROUCH, 1990; COMBS, 1979)

Enquanto isso, Santos Dumont desenvolvia o seu novo *Demoiselle*. Em 9 de março de 1909, faz o primeiro voo com o *Demoiselle 20*. Em maio o *Demoiselle* está no 1º Salão Aeronáutico no Grand Palais, em Paris. Em 25 de julho de 1909, Blériot atravessa o Canal da Mancha e as atenções ficam voltadas para ele. Santos Dumont parabeniza o colega e este responde: “Não fiz mais do imitá-lo: você é o nosso líder” (BARROS, 2006).

Em 16 de setembro, Santos Dumont bate o recorde de velocidade em Saint Cyr. Em 17 de setembro, perde-se no ar e pouso no castelo Wideville do conde de Galard (NICOLAOU, 1997)

Em 1910, o plano detalhado do *Demoiselle* é publicado na revista *Popular Mechanics* (junho-julho) e Santos Dumont, seguindo orientação médica, vende o avião para Roland Garros que considerava o pequeno aparelho como “*un bijou admirable, de bambou léger et soie blanche... A pleine puissance, l'appareil bondissait au ciel, comme un pour-sangue*”. (GARROS, 1966). Mas Garros cai em Versailles, próximo a Paris, e o *Demoiselle* de Santos Dumont é dado como perdido.

3 CONCLUSÃO

Santos Dumont, em 1910, decide abandonar o campo de provas e se dedicar à divulgação do voo humano. Seu papel é essencial para o desenvolvimento da aviação.

Sua trajetória mostra que ele evoluiu realizando inúmeros voos, mas sempre preocupado com a segurança. Por isso, foi passo a passo, voo a voo, conhecendo as limitações de seus aparelhos e analisando cada um dos vários acidentes que sofreu. Todos os seus mais de vinte inventos foram projetados, construídos e testados por ele. Somente em 1903 que ele permitiu que outra pessoa pilotasse um de seus dirigíveis. Aida d'Acosta realizou um curto voo no *N-9* e tornou-se a primeira mulher a pilotar um dirigível.

Santos Dumont sabia que para ter segurança no voo era necessário conhecer em detalhe o projeto e saber analisar os limites do aparelho.

AGRADECIMENTOS

A Rodrigo Moura Visoni por sugestões e revisão do texto.

REFERÊNCIAS

- BATTISTON, R. Cosmic ray physics in space: from fundamental physics to applications. **Rend. Fis. Acc. Lincei**, v. 25, n. 1, p. 97–105, 2014.
- CHEN, S. S. et al. Relação entre a variação na componente H do campo geomagnético e o índice K local para as estações da Rede EMBRACE de Magnetômetros. In: XXIV Salão de Iniciação Científica da UFRGS. **Repositório digital (LUME)...** 2012.
- COOPER, N. G. **The Invisible Neutron Threat**. Disponível em: <http://www.lanl.gov/science/NSS/issue1_2012/story4full.shtml>. Acesso em: 23 jun. 2017.
- DACHEV, T. et al. Calibration results obtained with Liulin-4 type dosimeters. **Advances in Space Research**, v. 30, n. 4, p. 917–925, 2002.
- DACHEV, T. et al. Liulin-type spectrometry-dosimetry instruments. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 144, n. 1, p. 675–679, 2011.
- DENARDINI, C. M. et al. The South American K Index : Initial Steps from the Embrace Magnetometer Network. In: 13º International Congress of the Brazilian GEophysical Society. **Anais...**Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geofísica, 2013.
- DYER, C. S. U.; TRUSCOTT, P. R. Cosmic radiation effects on avionics. **Microprocessors and Microsystems**, v. 22, n. September 1998, p. 477–483, 1999.
- EMBRACE. Estudo e Monitoramento Brasileiro de Clima Espacial (EMBRACE). Disponível em: <<http://www2.inpe.br/climaespacial/portal/pt/>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

- ESTADOS UNIDOS. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. **Heliocentric Potential**. Disponível em: <https://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/aeromedical/radiobiology/heliocentric/>. Acesso em: 27 abr. 2017.
- FACCIO, F. et al. Single event effects in static and dynamic registers in a 0.25 μm CMOS technology. **IEEE Transactions on Nuclear Science**, v. 46, n. 6, p. 1434–1439, 1999.
- FEDERICO, C. A. et al. Neutron spectra measurements in the south Atlantic anomaly region. **Radiation Measurements**, v. 45, n. 10, p. 1526–1528, 2010.
- FEDERICO, C. A. **Dosimetria da radiação cósmica no interior de aeronaves no espaço aéreo brasileiro**. São Paulo, Brasil: Instituto Nacional de Energia Nuclear, 2011.
- FEDERICO, C. A. et al. Radiation measurements onboard aircraft in the south Atlantic region. **Radiation Measurements**, v. 82, p. 14–20, 2015.
- FORTES, M. A. B. et al. Ensaio de medição da Radiação Ionizante em Voo. In: 8º Simpósio de Segurança de Voo (SSV 2015), **Anais...** n. 8, p. 826–868, 2015.
- GETLEY, I. L. et al. Evaluation of new cosmic radiation monitors designed for aircrew exposure assessment. **Space Weather**, v. 8, n. 1, p. S01001, 2010.
- GONÇALEZ, O. L. et al. Qualification of electronic components with respect to the cosmic radiation tolerance for space application. In: 4th Workshop sobre os efeitos da radiação ionizante em componentes eletrônicos e fônicos de uso aeroespacial. **Anais...**São José dos Campos: 2012
- HEIDEL, D. F. et al. Single-event upsets and multiple-bit upsets on a 45 nm SOI SRAM. **IEEE Transactions on Nuclear Science**, v. 56, n. 6, p. 3499–3504, 2009.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). **IEC/TS 62396-1**, v. 1, p. 1–64, 2006.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). **IEC/TS 62396-2**, v. 1, p. 1–32, 2008a.
- INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION (IEC). **IEC/TS 62396-3**, v. 1, p. 1–30, 2008b.
- MAURER, R. H. et al. Harsh Environments: Space Radiation Environment, Effects, and Mitigation. **Johns Hopkins APL Technical Digest**, v. 28, n. 1, p. 17–29, 2008.
- MERTENS, C. J. et al. Aircraft radiation exposure during a high-energy solar energetic particle event in October 2003. **Space Weather**, v. 8, n. October, p. 1–9, 2009.
- PAZIANOTTO, M. T. et al. Determination of the cosmic-ray-induced neutron flux and ambient dose equivalent at flight altitude. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 630, n. 12022, p. 2–9, 2015.
- SATO, T. Analytical model for estimating the zenith angle dependence of terrestrial cosmic ray fluxes. **PLoS ONE**, v. 11, n. 8, p. 1–22, 2016.
- TAKADA, M. et al. Measuring cosmic-ray exposure in aircraft using real-time personal dosimeters. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 149, n. 2, p. 169–176, 2012.
- Google Maps. Localização entre São José dos Campos e Brasília. Disponível em <http://www.google.com.br/maps> Acessado em 27 de abril de 2015.