

Um Aeróstato Dirigível

Manuel Vaz Guedes

FEUP — Faculdade de Engenharia
Universidade do Porto

Para a afirmação inicial deste ramo da Técnica que constitui a Electrotecnia contribuiu, também, o desenvolvimento criado pela simples experimentação de novas máquinas, ou de novas montagens com a utilização de aparelhagem eléctrica já conhecida, mas aplicada agora em novos domínios.

Uma aplicação das máquinas eléctricas no accionamento de um aeróstato dirigível, embora efectuada de uma forma expedita e pouco estudada, encontra-se apresentada num projecto submetido em 1885 à Academia Real de Ciências de Lisboa por Cypriano Jardim [1]. Este texto técnico — como eco do trabalho desenvolvido em França no domínio do accionamento de aeróstatos e como notícia da aceitação das realidades da Electrotecnia em Portugal nessa época — constitui um facto importante da *História da Electrotecnia*.

A História da Aerostação recebeu em momentos importantes o contributo de portugueses: com o anúncio em 1632 pelo P. Francisco de Mendonça da possibilidade da navegação aérea, com a experimentação em 1709 de Bartolomeu de Gusmão, com a repetição em Lisboa em 1784 pelo P. João Faustino da construção e da subida de Montegolfières, e com a formação de aeronautas portugueses a partir de 1884. Em 1794 iniciaram-se em Portugal as ascensões em balões tripulados sendo de notar que, com a devida propaganda, em 1883 subiu um balão tripulado levando como passageira uma actriz conhecida, [2].

Mas, enquanto que em Portugal a aerostação era tratada como entretenimento social, em França promovia-se o desenvolvimento deste meio de transporte para fins científicos e militares. Iniciou-se essa acção com os trabalhos dos irmãos Montgolfier em Junho de 1783, continuando em Novembro desse ano com uma ascensão em balão cativo de Pilâtre de Rozier que se tornou assim o primeiro aeronauta, efectuando-se, logo no mês seguinte, a primeira viagem em balão livre.

Mas é já nos fins do século XVIII que o general Meusnier estabelece os princípios físicos, quanto ao equilíbrio e à propulsão, a que deve obedecer um aeróstato dirigível. A partir daí realizam-se as primeiras viagens com um aeróstato com o propulsor accionado por um motor a vapor (Henry Giffard, 1852), ou accionado pela força muscular humana (Dupuy de Lôme, 1872), ou por uma máquina dínamo-eléctrica (Albert e Gaston Tissandier, 1883) e (Renard e Krebs, 1884).

Os diversos períodos de guerra, ou de perturbação social, que se viveram durante este período de desenvolvimento da aerostação, serviram para demonstrar a importância social e militar da utilização dos balões.

O projecto de Cypriano Jardim, aparece na sequência das notícias daquelas experiências francesas, e demonstra cabalmente a forma como eram valorizados e tratados nesta época os conceitos de prioridade e glória da descoberta, de justificação e prova científica de uma realização técnica, de aplicação da Electricidade, e de amadorismo diletante.

A Aerostação em 1884

Quando o P. Bartolomeu de Gusmão apresentou a sua “máquina de andar pelo ar” perante a corte portuguesa em Agosto de 1709, as duas experiências efectuadas, e o seu resultado, mostraram claramente os problemas que iriam ser a causa de muita experimentação no século seguinte.

O pequeno balão apresentado à corte por Bartolomeu de Gusmão tinha a forma de uma calote esférica, ou de uma concha alongada, e era constituído por papel armado montado sobre um recipiente de barro com combustível a arder.

Surge nesta descrição o problema construtivo da forma a dar ao aeróstato, [3]. Os primeiros construtores franceses de aeróstatos Montgolfier e Charles (1783) adoptaram a forma esférica, mas, quando mais tarde (1784) se pôs o problema de

aperfeiçoamento do aeróstato, Meusnier adoptou uma forma alongada no sentido do movimento, com o que procurou diminuir a resistência do ar ao movimento [2].

Para além da forma do aeróstato, existiu, também, o problema construtivo de escolha do tipo de gás que enchia o balão. Se o pequeno balão do português padre Gusmão era cheio com ar aquecido pelo combustível a arder que transportava, e mais tarde a Montgolfière era igualmente cheia de ar quente, já a Charlotte (1783) de Charles e Robert era cheia com hidrogénio. Mas existe referência à utilização de gás de iluminação no enchimento do balão de Giffard (1851).

Na sua ânsia de esconder os principais aspectos do seu invento, Bartolomeu de Gusmão dotou os desenhos da sua “Passarola” com uma barquinha em forma de uma pássaro, de tamanho exagerado relativamente ao volume do balão, que lhe proporcionava um leme de direcção na cauda, permitia a sua deslocação na ausência de vento através da actuação de vários foles manuais escondidos no corpo, e com as asas mantinha o equilíbrio da barca [4]! Sem ter a preocupação de que esses elementos produzissem um efeito útil, renunciavam os principais aspectos intervenientes na direcção dum aeróstato construído com uma forma dotada de estabilidade dinâmica: um propulsor e um sistema de accionamento.

Mas as experiências científicas de Bartolomeu de Gusmão com o seu pequeno balão não tiveram sequência em Portugal [5], e foi no estrangeiro que foram apresentadas as ideias com que se procurou resolver o problema da direcção dos aeróstatos — partida de uma localidade e regresso a essa mesma localidade — e foi no estrangeiro que ocorreram as principais viagens experimentais.

No ano de 1784 o general Meusnier elaborou um projecto de navegação aérea [6]. Nesse projecto apresentou três ideias que, depois, viriam a ter uma grande aplicação: a adopção de uma forma alongada, segundo a direcção do movimento, para o balão; a adopção como propulsor duma hélice vertical; e o balonete, ou bolsa de ar, que, colocado no interior do balão, permitia manter a forma exterior do balão, mantendo lisa a superfície do invólucro, apesar das alterações volumétricas do hidrogénio durante a viagem. Destas ideias, consagradas em projecto fundamentado e dimensionado para um aeróstato capaz de transportar trinta homens, apenas ficou um

registo escrito e profusamente ilustrado na biblioteca do quartel deste militar inventor, não tendo sido feita qualquer aplicação.

Foi em 1851 que Henry Giffard requereu uma patente de invenção sobre a aplicação do vapor à navegação aérea, onde apresentou os cálculos de um aeróstato a vapor com hélice. Começou por desenvolver um motor a vapor, muito leve mas rodando a elevada velocidade, e em 1852 construiu o primeiro aeróstato a vapor. Era uma nave alongada com 44 m de comprimento e 12 m de diâmetro máximo. Seis metros abaixo da barquinha estava uma plataforma com um motor a vapor de 150 kg de tara, que accionava um propulsor que formava uma hélice com dois elementos planos, com 3,4 m de diâmetro e que rodava a 110 rotações por minuto. Com este aeróstato cheio de gás de iluminação, embora não pudesse vencer a velocidade do vento, pode fazer diferentes manobras de movimento circular e de desvio lateral, em relação à linha de vento, [7].

O accionamento da hélice do aeróstato por uma máquina a vapor apresentava alguns inconvenientes: a presença de um material em combustão, o carvão, muito perto do gás combustível de enchimento do balão, e a diminuição contínua do peso global do aeróstato devido ao consumo da água em vapor liberto para a atmosfera à saída do motor e devido ao consumo de carvão na fornalha.

Perante estes inconvenientes, e perante a necessidade de furar de noite e por via aérea o cerco de Paris em 1870, Dupuy de Lôme propôs a construção, o Estado pagou-o, e em 1872 foi experimentado um aeróstato alongado com 36 m de comprimento e 15 m de diâmetro máximo, cheio de hidrogénio. Tinha uma hélice vertical de propulsão com 9 m de diâmetro, que era accionada pela força muscular de oito homens, viajando na barquinha. Embora, ocupando tanta gente, este aeróstato não podia manobrar contra o vento, mas podia desviar-se da linha do vento sobre acção do propulsor.

Ficou demonstrado que os aeróstatos alongados eram estáveis no ar e que tinham possibilidade de desenvolver uma velocidade própria sobre a acção de um propulsor mecânico — podia-se dirigir um aeróstato. Só que o motor de accionamento apresentava inconvenientes que não permitiam aplicar um motor com a potência necessária ao desenvolvimento de uma velocidade superior à do vento forte.

É durante este período (1871) que T. Gramme

anuncia a sua máquina magneto-eléctrica de corrente contínua. É neste período de 1872 a 1881 que está em pleno desenvolvimento a máquina dinamo-eléctrica [8]: máquina de Gramme, reversibilidade de funcionamento da máquina, máquina Siemens e a sua aplicação como motor em tracção eléctrica.

Apercebendo-se do desenvolvimento alcançado pela máquina eléctrica, em 1881 Gaston Tissandier requereu uma patente de invenção sobre a aplicação da electricidade à navegação aérea. Nesse mesmo ano apresentou na Exposição Internacional de Electricidade de Paris um pequeno aeróstato alongado com 3,5 m de comprimento, com 1,3 m de diâmetro máximo, cheio de hidrogénio. Na barquinha deste pequeno balão colocou um minúsculo motor eléctrico do tipo Siemens, construído de propósito, alimentado por dois acumuladores de Planté ligados em série e regulado por um simples comutador, [9]. Este balão permitiu efectuar numerosas experiências e demonstrações durante a Exposição, provando que este tipo de motor funciona sem a presença de material em combustão, oferece um peso constante e é de fácil condução.

No entanto, surgiam também alguns problemas na utilização do accionamento com motor eléctrico do propulsor de um aeróstato dirigível: o problema dos aspectos construtivos do motor eléctrico que afectam o seu peso, o problema da alimentação em energia desse motor e o problema da aparelhagem de controlo do funcionamento do motor.

Com o auxílio de seu irmão Albert e de vários engenheiros, Gaston de Tissandier começou por estudar todos estes problemas, tendo chegado a soluções próprias que, em 8 de Outubro de 1883 lhe permitiram fazer uma viagem num aeróstato por si construído, fazendo frente à corrente aérea provocada pelo vento desse dia, além de permanecerem parados sobre o bosque de Boulogne, e de provocarem a movimentação lateral do aeróstato relativamente à linha de vento [10]. Em 26 de Setembro de 1884 realizaram uma segunda experiência, também bem sucedida.

O motor eléctrico foi construído segundo um modelo da empresa Siemens com quatro bobinas indutoras, trinta e seis bobinas no induzido e escovas com calagem variável. O induzido tinha um pequeno diâmetro relativo ao comprimento. As peças metálicas eram em aço fundido, e estavam montadas sobre madeira. O veio do motor

estava ligado à hélice vertical de 2,85 m de diâmetro através de um redutor mecânico (10/1). Com uma tensão de alimentação de 40 V, e uma corrente de carga de 45 A, o motor eléctrico apresentava um rendimento em potência de 55%.

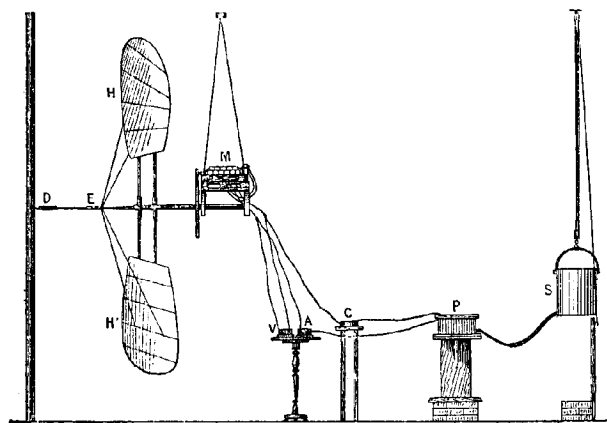


Fig. 1 — Montagem experimental dos irmãos Tissandier

A fonte de energia eléctrica passou a ser uma pilha de bicromato de potássio, que mostrou funcionar de uma forma contínua e constante durante duas horas e meia [11]. A pilha era formada por vinte e quatro elementos ligados em série, e agrupados em quatro conjuntos de elementos.

Embora no modelo experimental de 1881 tivesse sido utilizado um comutador na condução do motor, o controlo da tensão de alimentação passou em 1883 a ser feito pelas diferentes combinações dos elementos da pilha através de um comutador de godés com mercúrio, o que permitia obter quatro velocidades de rotação para a hélice.

Uma conclusão promissora para a aplicação das máquinas eléctricas é apresentada pelos irmãos Tissandier: tendo o propulsor do aeróstato um peso total correspondente a três homens era capaz de fornecer de uma forma regular durante três horas consecutivas o trabalho de doze a quinze homens.

Enquanto que o aeróstato de Tissandier tinha a hélice colocada na retaguarda relativamente ao movimento, em 9 de Agosto de 1884 os capitães Renard e Krebs realizaram uma experiência aerostática em que o aeróstato possuía na frente uma hélice vertical com accionamento eléctrico, o que lhes permitiu atingir uma velocidade própria superior à anteriormente atingida por um aeróstato. Desta forma foi possível fazer regressar o aeróstato ao ponto de partida, [12].

O motor eléctrico utilizado pelos capitães Renard e Krebs, uma máquina de Gramme, tinha uma potência e um rendimento superior aos anteriormente utilizados, a alimentação em energia também era feita por uma pilha, mas deste material eléctrico não existe uma descrição pormenorizada devido ao carácter militar desta experiência. Estes oficiais realizaram outras experiências aerostáticas: em 12 de Setembro e em 9 de Novembro de 1884.

AERÓSTATOS DIRIGÍVEIS	GIFFARD 1852	DUPUY de LÔME 1872	TISSANDIER 1883, 1884	RENARD e KREBS 1884
Comprimento (m)	44	36,1	28	50,4
Altura (m)	12	14,8	9,2	8,4
Capacidade (m ³)	1600	3454	1060	1864
Diâmetro da hélice (m)	3,4	9	2,85	7
Número de rotações	110	21	120	46
Velocidade (m/s)	2 a 3	2,6	3 a 5	5,5 a 9
Peso do motor por cavalo	290	1200	186	77

No final de 1884 estava demonstrado que era possível a navegação aérea com aeróstatos alongados e com a hélice vertical accionada por um motor eléctrico. Embora todas as experiências tivessem sido realizadas com tempo calmo, antevia-se já a realização de viagens comerciais com um grande aeróstato, que pudesse elevar um sistema de accionamento muito potente, que permitisse desenvolver uma velocidade constante de 15 m/s e assim viajar com qualquer tempo.

O Projecto de Cypriano Jardim

Em apêndice ao Jornal de Ciências Matemáticas Físicas e Naturais de Agosto de 1888 [1] está publicado um Projecto de "Aeróstato Dirigível", com Suplemento,

Aditamento e algumas figuras, da autoria do oficial do exército Cypriano Jardim. Este projecto, dirigido à Academia Real das Ciências de Lisboa está datado de Maio de 1885.

O texto apresentado está escrito num estilo próprio da época, que em certos pontos é pomposo ou rebuscado, mas as suas considerações de carácter físico não têm fundamentação experimental ou mesmo científica, resultando apenas da dedução e do raciocínio do autor. Como projecto não está perfeitamente estruturado. Em tudo é manifesta a falta de capacidade de avaliação das dificuldades de concretização de um projecto resultante de uma ligeira e acrítica concepção mental.

Mostrando conhecer o estado de desenvolvimento da aerostação francesa, principalmente através da leitura de revistas, o autor critica, com pouco critério, os trabalhos feitos e, de uma forma confusa e superficial, vai propondo soluções para o problema da manobra do aeróstato de forma a aumentar o tempo de viagem. Incidentalmente utiliza como motor de accionamento um motor eléctrico alimentado por pilhas.

O início do Projecto de Aeróstato Dirigível de Cypriano Jardim, datado de Maio de 1885, consiste numa notícia dos trabalhos feitos pelos investigadores franceses salientando as realizações importantes para os problemas de navegação aérea encontrados. Mostra ter já conhecimento da primeira viagem de Renard e

Krebs, em Agosto de 1884 e toma como definitivo a possibilidade de alcançar sempre a velocidade necessária para contrariar a acção dos ventos normais. Por isso, nesta fase do projecto pretende apenas preocupar-se com o problema de aumento da duração da viagem, já que, nos trabalhos até então publicados, apenas existiu a preocupação de assegurar viagens com uma extensão de duas a três léguas de marcha.

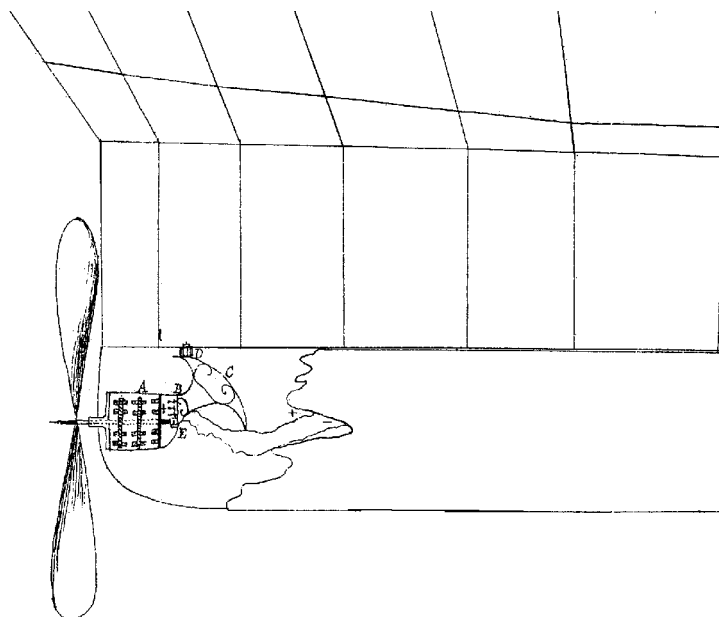


Fig 2 — Desenho de Cypriano Jardim anexo ao Suplemento (Maio 1885) [1]

A duração duma viagem de aeróstato estava condicionada não só pelo tempo de actuação do sistema de accionamento, mas também pela duração do lastro e do hidrogénio que eram libertados do balão nos momentos de subida e de descida da nave.

Para solucionar este problema Cypriano Jardim propõe a utilização de uma hélice horizontal, colocado por debaixo da barquinha, também accionada pelo motor do aeróstato e necessitando de uma pequena força motriz. Esta força motriz obrigaria a um aumento da potência do motor e portanto do seu peso, no entanto o peso global inicial viria reduzido devido à inexistência do peso do lastro.

Mostrando o conhecimento de princípios da Mecânica, que não invoca directamente, o autor deste projecto propunha-se contrariar a reacção do aeróstato ao movimento da hélice horizontal através da utilização de uma pequena hélice vertical de eixo perpendicular ao eixo da barquinha (hélice compensadora), ou apenas pela utilização do leme do aeróstato. Admite, também, a hipótese de utilizar o vapor na obtenção de força motriz, sugerindo a utilização do escape do vapor de um motor de accionamento a vapor como forma de regular a direcção de todo o sistema, sem adoptar e dimensionar uma solução definitiva.

Não mostrando qualquer sentido de concretização das propostas feitas, Cypriano Jardim ainda acrescenta um novo método de propulsão do aeróstato no intuito de “simplificar o problema”. Consistia no abandono da hélice vertical propulsora, transmitindo-se o movimento rotativo ao próprio balão, considerando ainda que a sua forma alongada “...presta-se ao resultado teoricamente”.

Ressalvando, na sua invocação final aos Académicos, a pretensão de apresentar um projecto perfeito, e servindo-se de uma exaltação dos valores nacionais, através da invocação da prioridade dos trabalhos do padre Gusmão, esclarece querer trazer à pátria a glória de ser o primeiro a resolver o problema. E, neste pedaço final de texto, escrito no bom estilo solene e enfático dessa época, o autor não especifica qual é o problema; ele, que tinha aflorado tantos problemas no seu texto.

Alguns dias depois Cypriano Jardim juntou a este Projecto um Suplemento, em que introduz no sistema uma nova simplificação: suprime a hélice de elevação e a hélice compensadora, ficando todas

as diferentes tarefas a ser desempenhadas pela hélice propulsora, que pode ocupar no espaço todas as posições intermédias da horizontal à vertical. Para isso descreve, com o auxílio de uma figura e sobre a forma de um esboço, um sistema mecânico com um arco de circulo dentado e um carroto sobre o qual assenta o motor eléctrico, o que obriga o eixo do hélice a descrever, também, um arco de circulo.

Naquele Suplemento de Maio de 1885 o autor já considera, embora não justifique, que é utilizado no accionamento da hélice única um motor eléctrico, a que facilmente inverte o sentido de rotação pela actuação de um comutador. Os esboços apresentados nas figuras anexas ao texto são muito rudimentares!...

Mas, em 1885 já em Lisboa tinham ocorrido alguns acontecimentos públicos envolvendo a aplicação da Electricidade.

Ao terminar o texto do seu Suplemento o autor escreve sobre “uma experiência pública, que em breve tencionámos fazer...”.

No Aditamento Descritivo, que foi apresentado à Academia em Junho de 1886, o autor do projecto depois de invocar o Projecto e o Suplemento entregues no ano anterior, propõe-se descrever o sistema mecânico e aproveita para dar notícia dos resultados de uma experiência aerostática realizada em França. Em 19 de Maio de 1886 tinha-se realizado em La Villete a ascensão científica do balão Meteor, tendo-se realizado durante a viagem uma experiência sobre o “emprego d’ um novo propulsor a hélice, sistema Lhoste, aparelho que permite aos aeronautas subir e descer à vontade, *sem perda de gaz, nem alijamento de lastro*”.

Narrando a notícia, imediatamente Cypriano Jardim reivindica a concretização da sua ideia exposta no projecto anteriormente enviado à Academia, mediante algumas citações dos seus textos. Junta, agora, em anexo desenhos esclarecedores mostrando que o “sistema pode satisfazer todas as condições de movimento”. Antes de iniciar a fase descritiva do seu sistema mecânico, Cypriano Jardim anuncia que conserva inteiro e inabalável o princípio exposto há um ano, “para o qual devo julgar segura a prioridade como invenção portuguesa”, anuncia que descreverá pormenorizadamente como o sistema funcionará dentro das leis da mecânica, e anuncia que espera que lhe comuniquem “se do estudo dele poderá resultar para o seu inventor a glória que a

estas horas a França quer conceder a um dos seus cidadãos”

O sistema mecânico de alteração da posição do eixo da única hélice do aeróstato, anteriormente descrito de maneira sumária, é agora descrito num texto esclarecedor e é acompanhado de três figuras. O movimento de elevação, que resulta da possibilidade do eixo da hélice alterar a sua posição relativamente à horizontal (elevação), é obtido pela alteração da posição da caixa que contém o motor e está ligada a um meio círculo dentado. A posição do meio círculo resulta da actuação de uma manivela sobre um parafuso sem fim que contacta com os dentes do arco de círculo. Embora os desenhos sejam claros, nada está dimensionado, nem estão especificados os materiais a utilizar. Não está provado que o apoio da caixa no arco dentado tivesse resistência mecânica para aguentar os esforços aplicados durante a actuação do sistema.

A alteração da direcção do eixo da hélice relativamente ao eixo do aeróstato (direcção) está assegurada pelo encaixe dos veios em dois arcos de círculo e pelo apoio do caixilho numa corrediça. O conjunto é movimentado pela acção de uma corda presa nas extremidades dos eixos e que se enrola num tambor, movido por uma manivela. O sistema, tal como foi desenhado, permite uma variação de 22,5° para cada lado do eixo do aeróstato. No terceiro desenho é ainda apresentada a ligação em fio resistente entre o movimento horizontal e um desvio em sentido contrário do leme de lona na outra extremidade do aeróstato.

Cypriano Jardim declara que o sistema descrito permitirá que o aeróstato vire todo numa curva de pequeno raio, “o que até então ainda não fora alcançado”. O Aditamento termina com o pedido que a Academia aprove o princípio apresentado e sem que haja qualquer tratamento do sistema de accionamento da hélice, que neste texto é considerado sempre um sistema eléctrico.

Estes documentos de Cypriano Jardim foram analisados por uma comissão de Académicos [13] que elaborou um parecer que teve as suas conclusões aprovadas por unanimidade em Julho de 1888. O Parecer publicado é formalmente correcto, mas somente toma uma posição vaga, e cautelosa, sobre as prioridades do autor do projecto: “a ideia apresentada pelo senhor Cypriano Jardim de dar movimento aos balões por meio de dois hélices fixos e de eixos ortogonais entre si, ou de um só hélice de eixo

variável em inclinação e direcção, é verdadeira e em parte justificada pelas experiências de Van Hecke [14], e julga que ela pode ter útil aplicação ao problema da navegação aérea”. Na parte opinativa do parecer nada é referido quanto ao sistema eléctrico de accionamento da hélice.

Comentários

A análise deste Projecto, Suplemento, Aditamento, assim como no Parecer que mereceu à Academia Real de Ciências de Lisboa permitem elaborar alguns comentários de inserção de todas essas considerações no âmbito da História da Electrotecnia.

1º) — Foi relevante, e pioneiro, o trabalho de Gaston de Tissandier e de seu irmão Albert na aplicação do motor eléctrico no accionamento da hélice propulsora de um aeróstato com a finalidade de conseguir a sua direcção e permitir a navegação aérea. O estudo desta aplicação passou pela experimentação de várias soluções e pelo envolvimento de Electrotécnicos renomados [15]. O resultado foi a constatação experimental de que o motor eléctrico era vantajoso para a navegação aérea, essencialmente devido ao baixo valor da razão entre o peso e a potência desenvolvida, sendo considerado, por isso, um motor verdadeiramente leve.

2º) — A aplicação do motor eléctrico no accionamento do propulsor de uma aeróstato permitiu estudar os aspectos construtivos do motor de forma a diminuir o peso global do motor, conservando um rendimento elevado, e permitiu eliminar problemas de funcionamento, como a má comutação, que poderiam ser causa de um grave acidente durante a viagem. Também se iniciou aqui a experimentação sobre as fontes de alimentação em energia eléctrica transportadas pela própria nave, tendo-se passado dos acumuladores para as pilhas, mas sempre com insatisfatório resultado devido à pequena autonomia conferida ao aeróstato.

3º) — No contexto global das experiências feitas em França, o trabalho apresentado por Cypriano Jardim em Lisboa aparece como um trabalho diletante, desprovido de senso prático e que procura assegurar a primazia de meros valores subjectivos. Embora escrito numa linguagem característica da sociedade da época, falta-lhe a justificação científica ou o sentido de concretização material para as suas propostas se

poderem tornar uma realização. As soluções propostas ao longo do trabalho são suficientemente genéricas para poderem vir a ser concretizáveis, mas são expostas de uma forma tão simples que dificilmente seriam uma solução viável, mesmo na forma como são esboçadas nas figuras que integram os documentos oferecidos à Academia Real de Ciências de Lisboa.

4º) — Constituindo a documentação oferecida por Cypriano Jardim à Academia um testemunho importante da forma como era encarada a Electricidade e as suas aplicações na força motriz em Portugal e em 1885, pode-se detectar que começa por considerar o accionamento por um motor eléctrico da mesma forma que o accionamento por um motor a vapor. Só a partir do Suplemento ao Projecto, e depois de já se terem realizado mais experiências em França, é que o motor eléctrico é adoptado como solução, sem análise ou discussão.

Na aplicação da Electricidade na aerostação o autor não antevê qualquer dificuldade ou problema, pelo que não procura uma solução. Apesar dos problemas detectados com a alimentação em energia, principalmente, quando, se procuravam meios para conseguir uma viagem aérea longa, como se propunha Cypriano Jardim.

No controlo do motor eléctrico Cypriano Jardim refere-se apenas ao uso de um comutador, o que demonstra a sua falta de sensibilidade perante o problema de segurança criado pela abertura de um circuito de máquina eléctrica perto de um volume considerável de gás combustível.

Nestes diferentes aspectos detectados nos escritos de Cypriano Jardim é notória uma aceitação da Electricidade pela sociedade de Lisboa sua contemporânea [16], e a admissão implícita de que as aplicações da electricidade em força motriz eram seguras. Verifica-se ainda o desconhecimento, ou a não detecção, de alguns problemas, como o da utilização prolongada das pilhas e dos acumuladores, que mais tarde se verificaria serem de difícil resolução.

Como caracterização da vivência técnica no fim do século XIX em Portugal, e de uma forma acessória como referência à aplicação do motor eléctrico na navegação aérea, estes documentos oferecidos por Cypriano Jardim à Academia Real das Ciências de Lisboa constituem um testemunho muito importante.

MVG

[1] Cypriano Jardim; "Projecto de Aeróstato Dirigível", *Jornal de Ciências Matemáticas Físicas e Naturais*, XLVIII, p. 247-272, Lisboa, Agosto de 1888

[2] Tedeschi de Bettencourt in Verbo, *Enciclopédia Luso-Brasileira de Cultura*; I, 500-506; IX, 1400-1402;

[3] os desenhos da "Passarola" de Bartolomeu de Gusmão são considerados algo fantasiosos, ou mistificadores, com fins de camuflagem [2]

[4] Rómulo de Carvalho; "*História dos Balões*", Coimbra 1953

[5] a 1ª experiência (3 de Agosto) saldou-se pelo incêndio do pequeno balão; a 2ª experiência (5 de Agosto) teve êxito tendo-se elevado o balão dentro de uma sala a 4,5 m; e a 3ª experiência (8 de Agosto), realizada ao ar livre, teve um êxito relativo; alguns autores referem uma 4ª experiência (8 de Outubro de 1709)!...

[6] trabalhos lembrados por Laussedat; "*Sur les tentatives effectuées à divers époques pour la direction des aérostats*", *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, XCIX, p. 413, Paris, 1884

[7] Gaston Tissandier; "*La Direction des Aérostats*" conférence de 3 Mai 1883

[8] segundo a designação de Werner Siemens (1867) uma máquina dinamo-eléctrica era uma máquina em que o campo magnético indutor era criado por um electroímã

[9] G. Tissandier; "*Sur l'application des moteurs électriques et des piles secondaires de M. G. Planté à la direction des aérostats*", *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 1 de Agosto, Paris, 1881

[10] A. et G. Tissandier; "*Expérience d'un aérostat électrique à hélice*", *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 15 de Outubro, Paris, 1883

[11] cada elemento estava contido num recipiente com 4 litros de capacidade, tinha doze lâminas de zinco alternando com treze lâminas de carvão numa solução de ácido crómico (100 partes de água + 16,6 bicromato de potássio + 37 ácido sulfúrico).

[12] Ch. Renard A. Krebs; "*Sur un aérostat dirigible*", *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences*, 18 de Agosto, Paris, 1884

[¹³] faziam parte desta comissão: Francisco Ponte Horta, José Maria da Ponte Horta, Frederico Augusto Oom, Luiz Porfírio da Motta Pegado (relator)

[¹⁴] “Rapport sur un Mémoire de M. le docteur Van Hecke“, Comptes Rendus des Séances de l'Academie des Sciences, T. XXIV, p. 68, Paris, 1847

[¹⁵] com Gaston Tissandier colaboraram G. Planté, G. Trouvé, E. Hospitalier, Raffard, G. Boistel

[¹⁶] em 1879 o Chiado tinha sido iluminado com arcos eléctricos, assim como foi utilizada luz eléctrica numa representação em S. Carlos; realizaram-se as Conferências do Palácio do Duque do Cadaval sobre as aplicações da Electricidade apresentados na Exposição Internacional de Electricidade de Paris em 1881; em 1882 utilizou-se iluminação eléctrica durante a Exposição Rectrospectiva de Arte Ornamental.