



# ESCOLA NAVAL

talant de bi-faire



Magda Inês Ramires Marabujo

## **A Navegação Aérea Transoceânica: os métodos de Gago Coutinho e Sacadura Cabral**

Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências Militares  
Navais, na especialidade de Marinha



Alfeite  
2018





# ESCOLA NAVAL

ta sãntõ e biẽ faire



**Magda Inês Ramires Marabujo**

*A Navegação Aérea Transoceânica: os métodos de Gago Coutinho e  
Sacadura Cabral.*

**Dissertação para obtenção do grau de mestre em Ciências Militares  
Navais, na especialidade de Marinha**

Orientação de: CMG António José Duarte Costa Canas

Coorientação de: Professora Teresa Sousa

O Aluno Mestrando

O Orientador

---

Magda Inês Ramires Marabujo

---

António José Duarte Costa Canas

Alfeite  
2018



*Escola de Aviação Naval "Almirante Gago Coutinho". Daqui partiram muitos dos que deram “novos mundos ao mundo” e aqui nasceram também muitos dos que no passado recente e, ainda hoje, “fainam” no nosso e noutros mares.*

*- Fernando de Melo Gomes  
Almirante*



## Dedicatória

A presente dissertação de mestrado é dedicada à minha família que desde sempre me apoiou em todos os momentos do meu crescimento como pessoa e que me incutiu os valores essenciais à minha educação e que contribuíram para a formação do meu ser.

Ao Filipe, meu namorado, por cada instante que prescindiu do tempo que tinha e que não tinha para se dedicar a ajudar-me, não me deixando nunca cair.

À Dra. Altina Sousa pela paciência e dedicação despendida na minha formação humana, não é da família, no entanto é como se fosse, e se devo a alguém o que sou hoje, é a ela.

À Eduarda que sempre me indicou o caminho a seguir e apoiou nos momentos de maior necessidade. Desta forma agradeço imenso a todos.



## Agradecimentos

O principal agradecimento dirige-se ao Senhor que procurou incansavelmente matérias que fossem de encontro com os meus ideais e ao qual se deveu o meu interesse na realização de uma investigação científica no âmbito da Aviação na área da História. Porém, não é a razão maior e a única pela qual lhe estou inteiramente grata, fico-lhe em dívida por todo o tempo despendido comigo e, conseqüentemente, pelo esforço que o desenvolvimento desta dissertação impôs, ainda, pelo conhecimento transmitido, pela disponibilidade, profissionalismo, orientação e apoio prestado por forma a possibilitar uma antecipação do estágio de embarque mantendo-se sempre presente. Atrevo-me a dizer que o CMG António Costa Canas foi “o meu falcão de ovos de ouro”.

Dirijo um agradecimento muito especial à Professora Teresa Sousa, particularmente pela amabilidade, disponibilidade e enorme dedicação apresentadas, uma vez que houve um esforço acrescido para acompanhar as temáticas abordadas no presente trabalho, pelo facto de não serem totalmente da sua área profissional.

Por último, agradeço à Biblioteca da Escola Naval e ao funcionário Mauro, à BNP, à BCM e ao Arquivo Histórico que prestaram o apoio necessário à recolha de documentação e bibliografia que está na base desta investigação científica.



## Resumo

No que diz respeito aos meios de locomoção do Homem, podemos considerar que estes não ficaram estagnados ao longo do tempo, uma vez que diversas etapas foram sendo ultrapassadas tendo em vista o caminho da evolução consoante as necessidades do ser humano que iam surgindo e que proporcionaram esse mesmo impulso tecnológico.

Aplicando uma suave analogia, reflete-se o facto de os meios de transporte se relacionarem com o crescimento de um recém-nascido, sendo que a seu tempo este aprenderá a rastejar, a andar, a correr e, por fim, a nadar. O mesmo ocorreu com a evolução dos nossos transportes.

Inicialmente o Homem começou a descolar-se somente em terra, sendo este meio essencial para o transporte de bens necessários à sua sobrevivência nas mais diferentes regiões, desenvolvendo-se, por exemplo, os comboios para esse efeito. Posteriormente, aliada a evolução de conhecimentos à ambição do Homem em progredir, florescem os meios de transporte aquático pela vontade de conhecer novos mundos. Navegava-se essencialmente à vista de terra, porém com o tempo vários métodos de navegação marítima foram desenvolvidos e iniciaram-se as viagens oceânicas.

No entanto, o ser humano não descansou enquanto não encontrasse uma forma de deslocação rápida entre dois pontos distantes. Assim, no início do século XX, surgiu o mundo da aviação, conseguindo o Homem pela primeira vez deslocar-se pelo ar.

A Primeira Travessia Aérea do Atlântico Sul realizou-se no ano de 1922, tendo o seu início a 30 de março com partida de Lisboa, Portugal e término a 5 de junho com a chegada ao Rio de Janeiro, Brasil. Esta foi realizada por via aérea por dois Oficiais de Marinha, Sacadura Cabral, o piloto, e Gago Coutinho, o navegador.

Neste trabalho, o alvo de estudo é o triunfo dos portugueses no âmbito da Navegação Aérea, considerando que foi o primeiro evento em que se navegou no ar com grande rigor científico, sendo assim estudados de forma aprofundada e detalhada, os métodos de navegação aérea preconizados e utilizados por Gago Coutinho e Sacadura Cabral.

Por fim, será também realizada a retificação desses, bem como comprovada a sua performance.

**Palavras-chave:** Aviação, 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul, Navegação Aérea, Métodos de cálculo, Oficiais de Marinha.

## Abstract

As far as man's ways of locomotion are concerned, we can easily observe that these have not been stagnated over time. In fact, several stages have been overcoming according to the evolutionary path of the human needs that were arising and also with the technological impulse that has been developing.

In a gentle analogy, we can see that the means of transportation relate to the growth of a newborn, that due to its course it will learn to crawl, to walk, to run, and, finally, to swim. The same happened with the evolution of our transportation means.

Initially man began to move only on land, since this was the primary way to transport goods necessary for their survival from one region to another. As an example, we can mention the development of the railway system and trains. Later, the evolution of knowledge allied with the ambition to progress, flourished the aquatic transportation with the human desire to meet and discover new worlds. In the very beginning, all the navigation was essentially in view of land, however over time several methods of maritime navigation have been developed and oceanic voyages have begun.

However, the human race did not rest until he found a form of quick transportation between two distant points. Thus, at the beginning of the twentieth century, the world of aviation emerges and the human being was able to fly for the first time.

The first Air Crossing of the South Atlantic was held in 1922, departing on May 30 from Lisbon, Portugal and arriving on June 5 in Rio de Janeiro, Brazil. This was done by air by two Navy Officers, Sacadura Cabral, the pilot, and Gago Coutinho, the navigator.

The main objective of this scientific investigation, is the study of Portuguese triumph in the scope of Air Navigation, considering that it was the first event in which air was navigated with scientific rigor. In this dissertation we have studied in depth and in detail, the methods of air navigation developed and used by Gago Coutinho and Sacadura Cabral.

Finally, we will also review and correct some types of methods presented in the final reports and we will demonstrate, its performance.

**Keywords:** Aviation, 1<sup>st</sup> South Atlantic Air Crossing, Air Navigation, Methods, Navy Officers.

## Índice

Epígrafe .....	<b>Erro! Marcador não definido.</b>
Dedicatória.....	III
Agradecimentos .....	V
Resumo .....	VII
Abstract.....	VIII
Índice .....	IX
Índice de Figuras .....	XIII
Índice de Tabelas .....	XVII
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	XVIII
Introdução.....	1
Capítulo 1 – História da Aviação: Primórdios.....	5
1.1 - Leonardo Da Vinci .....	6
1.2 - Balões – Mais leve que o Ar .....	6
1.2.1 - O Balão de Gusmão .....	7
1.2.2 - O Primeiro Balão de Ar Quente Tripulado.....	10
1.2.3 - O Balão de Hidrogénio .....	11
1.3 - O Aeroplano .....	12
1.3.1 - Primeiro Projeto – Mais pesado que o ar .....	12
1.3.2 - “Ariel” – A união da função com a forma .....	13
1.3.3 - “O Legado de Lilienthal” .....	14
1.4 - O(s) Precursor(es) da Aviação Moderna .....	15
1.4.1 - Alberto Santos-Dumont (1873-1932).....	15
1.4.2 - Wilbur (1867-1912) e Orville Wright (1871-1948).....	19
1.5 - A Aviação na 1ª Guerra Mundial .....	21
1.6 - O Grande Desafio: Atlântico.....	25

1.6.1	- A Travessia do Canal da Mancha .....	25
1.6.2	- Primeira Travessia Transoceânica Aérea Faseada.....	25
1.6.3	- Primeira Travessia Transoceânica Aérea Sem Escalas .....	27
Capítulo 2 - A Aviação em Portugal e Projeto da Viagem.....		31
2.1	- Fundação do Aero Clube de Portugal .....	32
2.2	- A Primeira Escola de Aviação Militar (EAM).....	33
2.3	- A Aviação Naval .....	35
2.4	- O Glorioso Tempo – A Pátria eleva-se até aos Céus .....	36
2.4.1	- Paris – Lisboa (1919).....	37
2.4.2	- Calshot – Lisboa (1920) .....	38
2.4.3	- Lisboa – Funchal (1920).....	38
2.4.4	- Projeto da Viagem Lisboa – Rio de Janeiro (1922): 1ª Travessia Aérea Transoceânica do Sul.....	40
2.4.4.1	- Lisboa – Madeira (1921) .....	42
2.4.4.2	- Lisboa - Rio de Janeiro (1922): 1ª Travessia Aérea Transoceânica do Sul .....	44
2.4.5	- Viagens Aéreas dos Portugueses .....	48
Capítulo 3 – A Vida dos Heroicos Aviadores .....		51
3.1.	Oficial de Marinha, Geógrafo e Piloto Aviador (1881-1924).....	51
3.2.	Carlos Viegas Gago Coutinho - Geógrafo, Historiador, Matemático, Astrónomo, Navegador (1869 – 1959).....	58
3.3.	Uma Amizade Incomum .....	65
3.3.1	Natureza de Arthur de Sacadura Freire Cabral .....	65
3.3.2.	Essência de Carlos Viegas Gago Coutinho.....	69
3.3.3.	A Afinidade de Identidades Semelhantes .....	73
Capítulo 4 – Os Métodos de Navegação Aérea de Gago Coutinho e Sacadura Cabral .		77
4.1.	O Corrector de Rumos Gago Coutinho-Sacadura Cabral .....	86

4.2. Astrolábio de Precisão.....	110
4.3. Como foi efetuada a navegação aérea na primeira travessia do Atlântico Sul.....	137
Conclusão .....	153
Bibliografia.....	157



## Índice de Figuras

Figura 1 - Parafuso Aéreo e Ornitóptero, respetivamente. ....	7
Figura 2 - Forma do balão de Gusmão. ....	8
Figura 3 - Forma Idealizada da "Passarola". ....	9
Figura 4 - A 1ª ascensão pública dos irmãos Montgolfier, Annonay, France, 4 de junho, 1783. ....	11
Figura 5 - ARIEL. ....	13
Figura 6 - Primeiro dirigível da História (1868). ....	16
Figura 7 - Dirigível N°6 de Santos-Dumont. ....	16
Figura 8 - Projeto de dirigível N°6 de Santos-Dumont. ....	16
Figura 9 - Primeiro voo de êxito do 14-Bis, 23 de outubro, 1906. ....	17
Figura 10 - Demoiselle, 1909, Santos-Dumont. ....	18
Figura 11 - Protótipo do Flyer III, Irmãos Wright, 1906. ....	20
Figura 12 - Flyer com aplicações militares, 1909. ....	21
Figura 13 - Triplano. ....	23
Figura 14 - Hidroavião. ....	23
Figura 15 - Aviões com hélice traseira. ....	24
Figura 16 - Protótipo dos aviões alterados na 1ª Guerra Mundial. ....	24
Figura 17 - Mapa do percurso realizado por Albert Read na 1ª Travessia do Atlântico Norte. ....	27
Figura 18 - Tripulação do Vimy a atestar os tanques de combustível, 13 de junho, 1919. ....	28
Figura 19 - Jornal "The New York Times" com a notícia da 1ª viagem transatlântica sem escalas realizada por Alcock e Brown, 16 de junho, 1919. ....	29
Figura 20 - Roteiro das viagens efetuadas pelos vários exploradores entre os anos de 1919 e 1928. ....	29
Figura 21 - Condecoração da Bandeira do Aero Clube de Portugal. ....	33
Figura 22 - Planta do terreno destinado ao Aeródromo e à Escola de Aviação Militar. ....	34
Figura 23 - Planta das Instalações destinadas à Escola de Aviação Militar. ....	34
Figura 24 - O curso histórico da EAM. ....	35
Figura 25 - 1ª tentativa de Viagem até à Madeira, Brito Pais e Sarmento de Beires. ....	39

Figura 26 - Tripulantes: Sacadura Cabral, Roger Soubiran, Ortins Bettencourt e Gago Coutinho. ....	43
Figura 27 - Chegada do Hidroavião F3 à Madeira, 1921. ....	43
Figura 28 - Gago Coutinho, Santos-Dumont e Sacadura-Cabral, 1923. ....	44
Figura 29 - Resumo das etapas de voo da Primeira Travessia do Atlântico Sul. ....	45
Figura 30 - Penedos Fernando de Noronha. ....	46
Figura 31 - Hidroavião "Lusitânia", 1922. ....	47
Figura 32 - Percorso realizado na 1ª Travessia do Atlântico Sul, Lisboa-Rio de Janeiro (1922). ....	48
Figura 33 - Rotas das ligações Portuguesas. ....	49
Figura 34 - Travessia aérea América-Europa realizada pelo comandante Albert Read a bordo do hidroavião NC-4, através da "balizagem" do percurso por navios. ....	78
Figura 35 - Percorso efetuado na 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul. ....	79
Figura 36 - Ângulo de Abatimento. <b>A</b> é a última posição conhecida, <b>B</b> é a intensidade e direção do vento e <b>C</b> é a posição verdadeira da aeronave. ....	81
Figura 37 - Exemplificação de um percurso percorrido pelas aeronaves dirigidas por TSF para a estação emissora. ....	82
Figura 38- Circunferências e retas de altura (linhas de posição). ....	85
Figura 39 - Proa da aeronave. ....	87
Figura 40 - Força do vento. ....	87
Figura 41 - Efeito da ação do vento na direção do movimento da aeronave. ....	88
Figura 42 - Representação gráfica do rumo. ....	89
Figura 43 - Ângulo de abatimento $\alpha$ . ....	89
Figura 44 - Lançamento de boias com o intuito de determinar o abatimento. ....	90
Figura 45 - Esquema da escala utilizada na cauda do avião para medição do abatimento. ....	91
Figura 46 - - Efeito das diversas combinações de vento, representadas através de uma rosa dos ventos. ....	92
Figura 47 - Exemplificação dos vários valores de velocidade do vento para um mesmo. ....	94
Figura 48 - Medição dos ângulos de abatimento através de duas proas diferentes. ....	94
Figura 49 - Determinação do vento verdadeiro. ....	95
Figura 50 - Corrector de Rumos - Réplica incompleta. ....	97

Figura 51 - Escala de vento do corretor de rumos. ....	97
Figura 52 - Origem e eixos do instrumento estudado. ....	98
Figura 53 - Resolução do triângulo das velocidades. ....	98
Figura 54 - Determinação da velocidade do vento. ....	99
Figura 55 - Demonstração da invariância da velocidade útil do avião, através da combinação de diferentes direções e intensidades de ação do vento. ....	100
Figura 56 - Ventos que provocam o mesmo abatimento. ....	101
Figura 57 - Demonstração da igualdade de triângulos. ....	103
Figura 58 - Demonstração da obtenção dos vários parâmetros que compõem o corretor de rumos. ....	104
Figura 59 - Construção do corretor de rumos. ....	105
Figura 60 - Construção do corretor de rumos, continuação. ....	106
Figura 61 - Resolução do exercício usando o corretor de rumos. ....	107
Figura 62 - Resolução do exercício com os sinais inversos. ....	108
Figura 63 – Exemplificação da resolução do exercício anterior usando o corretor de rumos. ....	109
Figura 64 - Sextante idealizado por Gago Coutinho. ....	112
Figura 65 - Esquema de funcionamento do sextante de horizonte artificial. ....	115
Figura 66 - Resultados das observações de Gago Coutinho. ....	116
Figura 67 - Função da arctan x. ....	118
Figura 68 - Ângulo formado com o astro no través de uma embarcação. ....	119
Figura 69 - Triângulo Retângulo. ....	123
Figura 70 - Cálculo da altitude com ângulo ao sol de 90°. ....	124
Figura 71 - Incremento da sombra. ....	125
Figura 72 - Determinação da variável d. ....	125
Figura 73 - Cálculo do comprimento y. ....	126
Figura 74 - Determinação da altitude de voo da aeronave. ....	127
Figura 75 - Tábuas do cálculo da altitude de Gago Coutinho. ....	128
Figura 76 - Exemplo de uma projeção de Mercator. ....	130
Figura 77 - Carta de navegação concebida pelo Almirante Gago Coutinho. ....	131
Figura 78 - Passagem Meridiana do Sol. ....	133
Figura 79 - Cartão de Gago Coutinho com o estudo da viagem. ....	135

Figura 80 - Carta de Navegação usada por Gago Coutinho com pontos de referência...	139
Figura 81 - Gráfico da diferença de tempo entre o Sol verdadeiro e o Médio ao longo do ano. ....	140
Figura 82 - Tábuas de Hoüel. ....	141
Figura 83 - Tábua de Hoüel e tabela de subtração de logaritmos de Gauss. ....	144
Figura 84 - Processo de cálculo da altura verdadeira de um astro. ....	146
Figura 85 - Obtenção da altura estimada. ....	146
Figura 86 - Obtenção do valor da Cossecante de P e do Az.....	147
Figura 87 - Obtenção do logaritmo do Cosseno de A. ....	149
Figura 88 - Cartão com a chegada a Las Palmas. ....	150
Figura 89 - Marcação das linhas de posição na carta de navegação, realizado à escala. ....	150
Figura 90 - Tabela referente à estrela Sirius.....	152

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Síntese comparativa entre Gago Coutinho e Sacadura Cabral .....	73
Tabela 2 - Tabela de cálculo de desvios. ....	119
Tabela 3 - Cálculos previstos em terra para o ponto de referência J. ....	139
Tabela 4 - Cálculo dos Logaritmos. ....	141
Tabela 5 – Dados das alturas observadas em voo no dia 5 de junho de 1922. .	142
Tabela 6 - Cálculo do ângulo horário P. ....	142
Tabela 7 - Tabela de Interpolação. ....	144
Tabela 8 - Cálculo da altura estimada. ....	145
Tabela 9 - Processo de cálculo da altura de um astro. ....	146
Tabela 10 - Cálculo do azimute do astro. ....	147

## Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

ARIEL - The Henson Aerial Steam Carriage

EAM - Escola de Aviação Militar

EUA - Estados Unidos da América

FAI - *Fédération Aéronautique Internationale*

MGAO - Missão Geodésica da África Oriental.

CMN – Clube Militar Naval

FBA – *Franco British Aviation*

TSF – Telegrafia Sem Fios

## Introdução

A evolução é um termo que sempre esteve presente na vida do ser humano, desde os primeiros séculos até à atualidade, relação esta que se tem vindo a manter e a afincar de tal forma que o ritmo se encontra cada vez mais acelerado.

Durante séculos sempre foi objetivo do ser humano expandir o seu território e simplificar o modo de viver, e, como tal, desde sempre se voltou para os céus procurando uma forma de orientação para se localizar na superfície terrestre. Esse método de posicionamento está intimamente ligado à navegação astronómica, isto é, à observação das estrelas e astros e consequentemente ao seu movimento na esfera celeste.

Nos dias de hoje, é rara a utilização da navegação astronómica como método de posicionamento, pois com o aparecimento e desenvolvimento de meios superiormente mais avançados, rápidos, precisos e dispensados de cálculos, tornando-se assim muito mais facilitada a navegação em qualquer meio, a sua aplicação caiu em esquecimento.

Na década de 1960, deu-se o aparecimento dos primeiros sistemas de posicionamento por satélite (Bonatto, 2009, p. 1) e, por isso, julgo que é caso para dizer que a chave do presente é o passado e não o inverso. Sabe-se que no passado, muito provavelmente os descobridores não fariam nem ideia do que o futuro seria, no entanto eles foram os grandes incentivadores à evolução decorrente, já que estes foram os primeiros a estudar e utilizar métodos de navegação terrestres, marítimos ou aéreos.

Assim, tudo que existe atualmente deve-se aos conhecimentos passados de geração em geração, portanto a todos os nossos descendentes passados devemos agradecer, pois sem eles, possivelmente não teríamos alcançado tudo que hoje o mundo tem.

Neste contexto, a presente dissertação, que surge no âmbito do Mestrado Integrado em Marinha (M) e que está subordinada ao tema: “A Primeira Travessia Aérea do Atlântico Sul: métodos de navegação utilizados por Gago Coutinho e Sacadura Cabral”, ocupa-se em tratar a génese da navegação aérea, estando assim profundamente ligada com à matéria de navegação.

O princípio do posicionamento em voo, de forma francamente resumida, não é extremamente exato, porém alcança a precisão suficiente e necessária à navegação em meio aéreo.

Este estudo baseia-se na resolução matemática de funções trigonométricas, modificadas por Gago Coutinho, com o auxílio da navegação astronómica, ou seja, a observação de alturas aos astros contabilizando o tempo local. As alturas e a hora do cronómetro são determinadas em pleno voo e permitem ao navegador calcular a altura verdadeira e o ângulo horário do lugar, dados necessários para a entrada nas tábuas de Gauss e tabelas de Hoüel por forma a alcançar os valores dos logaritmos necessários à resolução das fórmulas trigonométricas da altura estimada e azimute ao astro.

Seguidamente, o próximo passo seria o de marcar a “posição” da aeronave através dos cartões idealizados por Gago Coutinho, que para tal, utilizava o ponto de referência inscrito nessa e os cálculos a esses referidos.

Primeiramente, este navegador traçava o azimute ao astro tendo como base o ponto de referência e, de seguida, através da diferença da altura estimada e verdadeira, marcava a distância nessa mesma linha, sendo que no ponto resultante, desenhava-se uma perpendicular ao azimute do astro e obtinha-se assim a linha de posição da aeronave. Obviamente, nessa linha o avião podia estar em qualquer ponto, isto é, não se conseguia obter uma posição absoluta, contudo era suficientemente clara para durante o voo, o navegador ter conhecimento se estava atrasado, adiantado ou afastado do planeamento a seguir.

Esta dissertação assenta numa linha de investigação que pretende levantar as questões inerentes a este tema, nomeadamente, quais os métodos utilizados por Gago Coutinho e Sacadura Cabral, como foram contruídos, utilizados e a comprovação da sua aplicabilidade na navegação aérea, resultando desta forma com o objetivo imediato de realizar uma análise dos instrumentos existentes até à época da viagem de Gago Coutinho e Sacadura Cabral e, posteriormente, estudar quais os métodos empregues pelo mesmo e uma análise detalhada da sua construção.

Este tema surge com um enorme potencial, uma vez que se constitui como uma temática que jamais fora abordada de forma tão específica, integral, científica e tecnológica, tendo sido apenas debatidos, e apenas em algumas partes e de modo superficial, alguns dos tópicos aqui analisados.

Face ao exposto anteriormente, o objetivo principal, ao qual a presente dissertação se compromete, assenta no estudo dos diferentes métodos de navegação aérea adotados para a viagem aérea Lisboa-Rio de Janeiro, nas seguintes vertentes:

- Conhecer a história da aviação, nomeadamente, desde os seus primórdios até à ocorrência dos maiores desenvolvimentos, ou seja, até à época da 1ª Guerra Mundial;
- Aprofundar o desenvolvimento da aviação em Portugal e as viagens realizadas pelos vários aviadores, tendo como foco o planeamento e execução da 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul;
- Identificar e conhecer os instrumentos associados à navegação astronómica e navegação estimada, bem como as suas condicionantes/limitações ao nível técnico e ambiental;
- Estudar as fórmulas de cálculo do desvio da vertical, altitude da aeronave, altura estimada e azimute do astro, nestas últimas prestando especial atenção ao processo de emprego dos algoritmos;
- Representar e explicar o método de marcação de linhas de posição com o auxílio dos cartões de navegação;
- Comprovar a aplicabilidade dos instrumentos na navegação aérea.

O estudo deste trabalho inicialmente consistiu na recolha bibliográfica e revisão de livros, artigos científicos e teses de mestrado, tendo-se assim iniciado a pesquisa subordinada à História da Aviação desde os seus primórdios, da Aviação em Portugal e projeto da viagem aérea Portugal-Brasil e da biografia dos dois intervenientes na mesma, mais precisamente, Gago Coutinho e Sacadura Cabral.

A *posteriori*, foi desenvolvido um estudo profundo e detalhado de toda a construção dos instrumentos (corretor de rumos e sextante de horizonte artificial), e adicionalmente, de todas as operações a eles associadas, bem como ao cálculo do ponto.

Por forma a atingir o objetivo principal desta dissertação de mestrado, a mesma dividiu-se em introdução, quatro capítulos de desenvolvimento e conclusão:

Na Introdução, descreve-se o contexto em que o trabalho de investigação se insere, numerando os objetivos propostos e a metodologia usada no estudo e construção da mesma.

No capítulo primeiro, intitulado de *História da Aviação: Primórdios*, apresentam-se os conceitos gerais e essenciais à compreensão do aparecimento e desenvolvimento da Aviação a nível Mundial.

O capítulo segundo intitula-se de *A Aviação em Portugal e Projeto da Viagem*, sendo que se particulariza e pormenoriza a eclosão da Aviação em Portugal, descrevendo também, e, de forma sequencial, todos os adventos nesse âmbito. Seguidamente, é abordado o plano da viagem aérea de Gago Coutinho e Sacadura Cabral, nomeadamente, a razão pela qual se ambicionava a realização dessa, os preparativos e como se realizou.

O capítulo terceiro, intitulado de *A Vida dos Heroicos Aviadores*, centra a vida familiar, percurso profissional e ambições de Gago Coutinho e Sacadura Cabral, descrevendo também os aspetos psicológicos destes.

O capítulo quarto, intitulado de *Os Métodos de Navegação Aérea de Gago Coutinho e Sacadura Cabral* identifica os métodos utilizados por Gago Coutinho e Sacadura Cabral na primeira travessia aérea do Atlântico Sul, sendo também explicada minuciosamente a sua construção e adaptações realizadas e limitações dos mesmos. De seguida são também demonstrados e descritos, todos os cálculos relativos à determinação do desvio da vertical e altitude e, posteriormente, quais os processos envolvidos na determinação das linhas de posição, bem como a sua marcação nos cartões de navegação de Gago Coutinho.

Por fim, na Conclusão será realizado um resumo do estudo efetuado, dos resultados obtidos e uma conclusão final sobre os mesmos.

## **Capítulo 1 – História da Aviação: Primórdios**

Desde o início da existência que o Homem aspirava “abranger o céu com as mãos”, isto é, alcançar o que na época era extremamente difícil ou mesmo impossível.

Esse passado longínquo não era suficientemente avançado a nível tecnológico em relação ao voo humano, isto é, ao alcance dos céus, à exploração do Mundo através do seu sobrevoo, nesse tempo, somente a “imaginação tinha asas”.

Todavia, o ser humano continuou sempre a sonhar e a acreditar que tal facto um dia poderia vir a ser exequível. Várias foram as tentativas do Homem em descobrir formas de atingir o seu objetivo, reunindo conhecimentos e meios, construindo ferramentas, equipamentos e experiências através da conjugação do ideal com a tecnologia da época. Muitos foram os insucessos sucedidos nos ensaios de voo realizados, mas que permitiram a aprendizagem e, conseqüentemente, evolução com os erros cometidos.

Por forma a enquadrar o tema da presente dissertação, a seguir serão mencionadas algumas das figuras mais importantes que contribuíram para o progresso da História da Aviação, retratando-a desde os seus primórdios, em que apenas existiam projetos em papel, que nunca passaram disso, até ao século XX, época em que se realizou a Primeira Travessia do Atlântico Sul e onde os aviões já eram equipados com alguma tecnologia mais sofisticada capaz de controlar a aeronave no seu todo.

Antes de nos aproximarmos de meados do século XV, época na qual começaram a surgir ideias e estudos relativamente ao transporte aéreo, é necessário referir que existiram em tempos mais remotos situações de tentativas de voo, as quais vão ser descritas a seguir.

Segundo a Mitologia Grega, Ícaro e seu pai Dédalo terão retirado uma imensidão de penas das aves e adaptaram-nas aos seus braços, construindo, com a ajuda de cera, uma espécie de asas para cada um por forma a poderem fugir da Ilha onde se encontravam encarcerados. Esta foi a primeira tentativa de criar algo que permitisse ao Homem voar.

Viajando agora até ao tempo da Grécia Antiga, Archytas foi o criador do “Pombo Mecânico”, uma construção já mais sofisticada para a época (Rosa, 2015, p. 4). O cientista estudou as aves e as suas capacidades de voar e através desses estudos elaborou um projeto de uma máquina propulsionada a vapor de água comprimido (Rosa, 2015, p. 4). Esta tinha a forma cilíndrica, era de madeira e constituída por uma frente pontiaguda e

três asas, uma na retaguarda e duas laterais, fazendo lembrar o formato de um pombo. Mais uma vez o ser humano não desistia e continuava a tentar encontrar uma forma de se elevar nos céus. Tendo em conta a data em que fora contruída esta brilhante invenção, considera-se que já apresentava pequenas linhas modernas e, simultaneamente, futuristas, mas apesar disso, a aeronave ainda era um protótipo muito preliminar, pois as distâncias percorridas atingiam somente os 200 metros.

## 1.1 - Leonardo Da Vinci

O momento que desencadearia o início da História da Aviação dar-se-ia no século XV, e assim sucedeu graças ao artista e inventor, Leonardo Da Vinci. Este, através da observação e análise da estrutura e capacidades de voo das aves, reformulou alguns dos conhecimentos existentes até à época, o que permitiu a evolução “ganhar asas”, porém não foi muito longe...

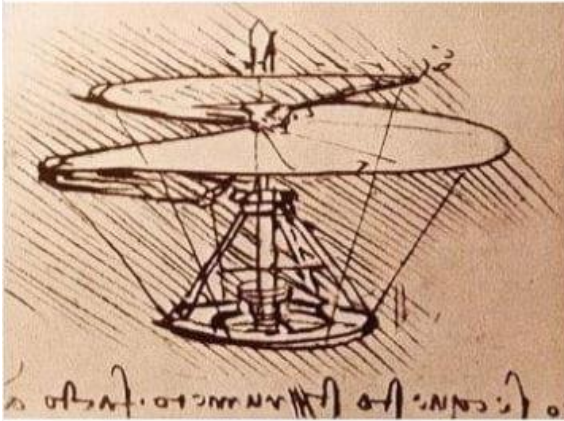
Da Vinci escreveu, desenhou e criou múltiplos projetos de meios materiais nos seus cadernos, que jamais saíram do papel, com a intenção de fazer o Homem voar. Nos anos de 1480 a 1500, ele desenhou, o que na altura era uma colossal inovação, um “parafuso aéreo” que deu origem aos helicópteros atuais e ainda ao “ornitóptero”. Este tinha por objetivo realizar movimentos, acionados pelo piloto, idênticos ao bater das asas das aves. Na realidade, este projeto nunca veio a ser concretizado, pois o Homem, naquela época, não conseguia obter poder de impulsão suficiente para se conseguir elevar.

Em 1505, Leonardo Da Vinci escreveu o “*Código de Voo*”, uma das suas maiores contribuições para a aeronáutica, onde expôs a forma como as aves se sustinham nos céus. Através dos seus estudos, chegou à conclusão de que “*o ar se condensa diante dos corpos e forma redemoinhos atrás deles, em movimentos circulares*” (Tadeu, 1984, p. 6), e que se esse movimento adquirir uma velocidade proporcional à força da resistência do ar, será, por sua vez, gerada uma força que irá permitir a capacidade do homem se manter em suspensão.

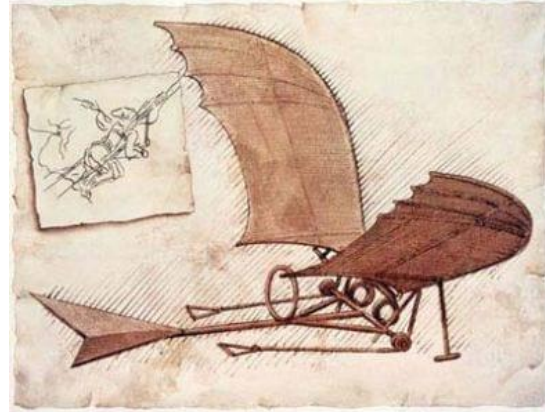
Infelizmente, todo o esforço de Leonardo Da Vinci não foi compensado, tendo deixado o Mundo sem nunca ter construído qualquer um dos seus equipamentos ou ter experimentado a sensação de voar. Somente alguns séculos após a sua morte e quando a

aeronáutica voltou a ser alvo de exploração, é que os seus estudos e projetos ganharam vida e foram aprovados.

Figura 1 - Parafuso Aéreo e Ornitóptero, respetivamente.



Fonte: Retirado de [https://pt.wikipedia.org/wiki/Helic%C3%B3ptero\\_de\\_Leonardo\\_da\\_Vinci](https://pt.wikipedia.org/wiki/Helic%C3%B3ptero_de_Leonardo_da_Vinci) no dia 22/10/2017 às 10:59.



Fonte: Adaptado de <https://www.emaze.com/@AQZFCWL/Ornit%C3%B3ptero> no dia 22/10/2017 às 11:05

## 1.2 - Balões – Mais leve que o Ar

### 1.2.1 - O Balão de Gusmão

Distanciado três séculos de Leonardo Da Vinci encontramos o Padre Bartolomeu Lourenço de Gusmão (1685-1724), não muito mencionado na História da Aviação, mas reconhecido e apoiado como precursor da mesma por alguns membros do povo Brasileiro e Portugêses.

Antigamente eram poucos os que acreditavam na conceção da enigmática “Passarola de Gusmão”, atualmente já existe uma visão verdadeiramente diferente. Ao longo dos tempos contestou-se a primazia do Padre Bartolomeu de Gusmão, todavia veio a provar-se e já é incontestável em conferências e congressos internacionais<sup>1</sup>, que a glória do “mais leve que o ar” pertence ao mesmo. A História da Navegação Aérea também ignorava o contributo dos portugueses, no entanto, hoje em dia nos livros de História da

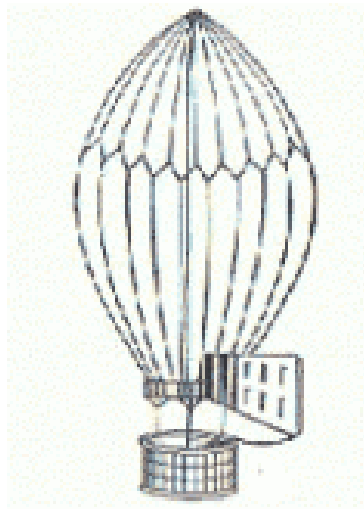
<sup>1</sup> Baseado em [http://www.arqnet.pt/portal/biografias/gusmao\\_bartolomeu.html](http://www.arqnet.pt/portal/biografias/gusmao_bartolomeu.html), onde faz referência a um recente congresso internacional de aeronáutica.

Tecnologia<sup>2</sup> já são raras as ausências de referências às primeiras experiências de ascensão no ar, bem como aos protótipos do aeróstato de ar quente idealizadas e construídas pelo Padre Gusmão em 1709. Viriato Tadeu refere no seu livro que:

“Assim, para os brasileiros (Instituto Camões, 2003, p. 1) o padre Bartolomeu Lourenço de Gusmão, o Voador (1685-1724), nascido em Santos e lente de matemática em Coimbra, inventou uma máquina aerostática “para andar pelo ar da mesma sorte que pela terra ou pelo mar com muita mais brevidade” (Tadeu, 1984, p. 9).

O aeróstato consistia num balão esférico composto por um tecido grosso ou folhas de papel, que possuía na sua base material combustível para aquecer o ar e encher o balão por forma a “descolar de terra” e subir livremente pelos céus.

Figura 2 - Forma do balão de Gusmão.



Fonte: Retirado de <http://cvc.instituto-camoes.pt/ciencia/p2.html> no dia 22/10/2017 às 14:24.

As tentativas de voo da “passarola” foram várias. A primeira vez que o Padre Gusmão construiu o engenho, apresentou-o ao rei D. João V, mas o mesmo acabou por se incendiar durante a exibição, sem levantar voo. A 8 de agosto de 1709, encontrando-se a família real no Terreiro do Paço em Lisboa, o Padre Gusmão tentou pela segunda vez que a sua construção voasse, desta vez com sucesso (Tadeu, 1984, p. 9), ficando

---

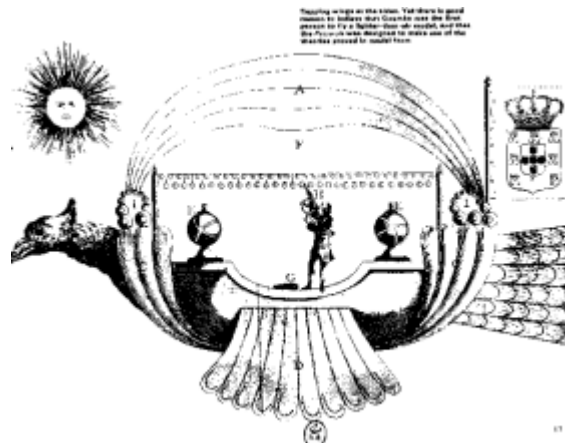
<sup>2</sup> Retirado de <http://dererummundi.blogspot.pt/2011/08/bartolomeu-de-gusmao-e-o-seu-balao.html>.

demonstrado que a sua obra tinha “asas para voar”. Contavam-se pelos dedos os metros que ascendera na atmosfera, mas era certamente um grande passo para o progresso da aviação.

D. João V ficara estupefacto com o acontecimento e com a utilidade que a obra de Gusmão traria em diversas áreas, tais como comunicações, comércio e guerra (Pinto, 2010, p. 1). Sabe-se hoje que várias testemunhas presenciaram esse evento, como por exemplo António Pignatelli, que mais tarde viria a tornar-se no Papa Inocêncio XII, que escreveu uma carta para o Vaticano a anunciar a invenção de um aeróstato (Fiolhais, [s.d], p. 22).

O Padre Bartolomeu de Gusmão ficou muito conhecido e nunca mais desenvolveu o seu projeto, não se sabe ao certo as suas razões, bem como o facto de não ter recebido crédito relativamente à sua construção. Porém pensa-se que se deveu à atitude que ele tivera, pois ele distorceu o que realmente tinha construído e publicara projetos que não correspondiam de forma alguma ao seu balão, mas sim a um engenho que ele denominou de “passarola”.

Figura 3 - Forma Idealizada da "Passarola".



Fonte: Retirado de <https://pt.wikipedia.org/wiki/Passarola> no dia 22/10/2018 às 15:05.

Finalmente, o reconhecido Padre Bartolomeu Lourenço de Gusmão foi considerado mundialmente o precursor da aerostática (Bonafim, 2013, p. 1).

### 1.2.2 - O Primeiro Balão de Ar Quente Tripulado

Jacques Étienne e Joseph Michel Montgolfier eram dois irmãos que viviam em Annonay, França, e que em 1782 iniciaram um estudo acerca de compostos gasosos (Jackson, [s.d], p. 9).

Joseph Montgolfier construiu pequenos balões de papel capazes de conter o hidrogénio e de se elevarem nos céus, mas não por muitos metros, pois o gás ia-se libertando para a atmosfera (Jackson, [s.d], p. 9). Após todas as suas experiências concluiu que o gás de hidrogénio não poderia ser utilizado, uma vez que, apesar de ser bastante leve, é muito difícil de conter.

Joseph Montgolfier não desistiu dos seus intentos e continuou a procurar outros gases igualmente leves capazes de fazer voar um balão de papel. Segundo o livro “*The Aeronauts*”, estando ele, certo dia, a observar a camisa da sua mulher perto de uma fogueira, constatou que esta se enchia de ar e se movimentava na direção do céu (Jackson, [s.d], p. 9). Neste momento ter-lhe-á surgido a ideia de que os produtos resultantes de uma combustão, nomeadamente fumo, poderiam potenciar a ascensão do balão. O que ele não sabia na altura, era que o balão não se elevava devido ao fumo, mas sim pelo facto de ser produzido calor pela combustão que fazia com que o ar se expandisse.

Depois de uma experiência bem-sucedida em tamanho pequeno, Joseph revela ao seu irmão Étienne a sua invenção e com a sua ajuda consegue construir uma estrutura maior e mais equilibrada comparada com o primeiro balão. Mais uma vez, a tentativa foi um êxito, apesar de ter atingido pouca altitude e de o balão ir descendo na atmosfera à medida que o ar ia arrefecendo (Jackson, [s.d], p. 10).

Os irmãos Montgolfier continuaram a desenvolver e a aperfeiçoar a estrutura do aeróstato. Em junho de 1783, construíram um balão maior e reforçado com forro de papel e linho e organizaram um evento público de revelação da nova invenção, que foi um sucesso (Jackson, [s.d], pp. 11-12). Em novembro, desse mesmo ano, os irmãos Montgolfier materializaram um engenho aerostático ainda maior e elegeram uma posição para efetuar o primeiro voo tripulado, embora não tenham anunciado a ninguém a sua intenção. No entanto, nesse dia, 20 de novembro de 1783, a multidão encontrava-se no local escolhido pelos irmãos Montgolfier, e pôde testemunhar o seu triunfo novamente. Estes foram enaltecidos por toda a população presente, pois o primeiro balão de ar

aquecido tripulado voou durante 25 minutos, ascendeu 1000 metros na atmosfera e percorreu uma distância de quase 10 quilômetros ao sabor do vento.

A notícia propagou-se e chegou à capital de França, Paris, onde a prestigiada Academia de Ciências, reconheceu a descoberta de Jacques Étienne e Joseph Michel Montgolfier como sendo o primeiro aeróstato eficiente e os seus tripulantes Jean-François Pilâtre de Rozier e o nobre François Laurent d'Arlandes, como os primeiros aeronautas (Jackson, [s.d], p. 12).

Figura 4 - A 1ª ascensão pública dos irmãos Montgolfier, Annonay, France, 4 de junho, 1783.



Fonte: Retirado de [https://pt.wikipedia.org/wiki/Irm%C3%A3os\\_Montgolfier](https://pt.wikipedia.org/wiki/Irm%C3%A3os_Montgolfier) no dia 24/10/2017 às 09:35.

### 1.2.3 - O Balão de Hidrogénio

No ano de 1783, simultaneamente aos Montgolfier, Jacques Charles em parceria com os irmãos Jean e Noël Robert tentava desenvolver um projeto cujo objetivo seria substituir os balões de ar quente por aeróstatos de ascensão com recurso ao hidrogénio.

Joseph, ainda nas suas experiências preliminares, desistira da utilização do gás de hidrogénio devido ao seu difícil isolamento. No entanto, Charles continuou com o processo de investigação e encontrou uma forma de “prender” o hidrogénio dentro do grande balão, através de um revestimento de borracha que tornou a seda bastante menos

permeável ao gás, conseguiu produzir o primeiro “mais leve que o ar” de hidrogénio (Jackson, [s.d], p. 12).

Charles, além disso, destacou-se ainda pela razão de este tipo de balão proporcionar maior segurança, uma vez que o hidrogénio é menos denso que o ar quente e pelo facto de não haver necessidade de transportar uma “fogueira” a bordo (o que aparentemente é mais preocupante, mas na verdade o hidrogénio é que é altamente explosivo). Charles adicionou também um elemento chave para os balões, nomeadamente, uma válvula que regulava a saída de hidrogénio para a atmosfera, necessária para controlar as subidas e descidas do equipamento, bem como para controlar as diferenças de pressão originadas pela diferença de altitude, que poderiam causar o rebentamento do balão.

Quase no final do ano de 1783, o impulsionador de balões de hidrogénio sobe aos céus acompanhado de Noël Robert, atingindo uma altura de 1800 metros e sobrevoando França por mais de duas horas.

Jacques Charles foi reconhecido pela Academia de Ciências de Paris, demonstrando que os balões podiam já ser controlados, realizar longas viagens, e atingir alturas mais elevadas que as conseguidas pelos irmãos Montgolfier. Naquela altura foi dada maior importância ao balão de hidrogénio do que ao balão de ar quente. O primeiro era mais leve, conseguia atingir altitudes superiores, e possuía um regulador que permitia o controlo do aeróstato. O facto de terem ocorrido avanços ao nível da produção de hidrogénio também contribuiu para essa preferência, já que era considerado mais fácil e seguro transportar um balão nutrido de gás explosivo do que um foco em perigo iminente de incêndio.

## 1.3 - O Aeroplano

### 1.3.1 - Primeiro Projeto – Mais pesado que o ar

Segundo (Tadeu, 1984, p. 14) Sir George Cayley é considerado pelos ingleses o “Pai da navegação aérea” e “Fundador da ciência da aeronáutica”. Este foi o primeiro a criar um projeto de um aeroplano baseado em conceitos científicos em relação às forças de voo.

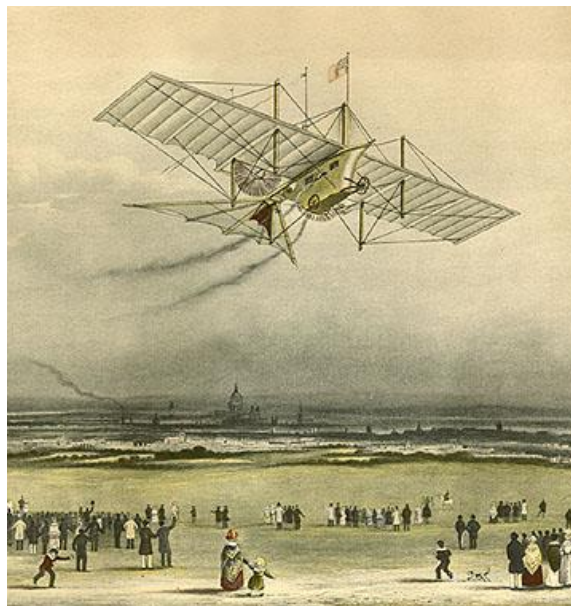
Entre os anos de 1796 e 1807, vários foram os estudos e as experiências realizadas pelo mesmo, entre elas a construção de um modelo de helicóptero com hélices, planadores monoplanos, dirigíveis aerodinâmicos com estrutura semirrígida e com motor a vapor, máquinas de deslizamento impulsionadas pela força da gravidade e, por fim, do aeroplano que o viria a tornar o “Pai da Aerodinâmica”. Este aeroplano foi a primeira estrutura a transportar uma pessoa e voava única e exclusivamente com a ajuda da força da gravidade. Julga-se que terá sido construído em 1807, sendo um modelo moderno que apresentava uma espécie de cauda, leme e um peso móvel para a variação do centro de gravidade do corpo.

Sir George Cayley tentou melhorar a sua criação ao nível do motor, recorrendo a aparelhos mais leves, já que o considerava demasiado pesado, no entanto não chegou a terminar o seu trabalho (Tadeu, 1984, p. 14).

### 1.3.2 - “Ariel” – A união da função com a forma

Em 1840, William Samuel Henson e John Stringfellow começaram a trabalhar juntos num projeto designado de “ARIEL - The Henson Aerial Steam Carriage”. Este era um grande planador com máquina de vapor capaz, diziam eles, de transportar um passageiro (Tadeu, 1984, p. 14).

Figura 5 - ARIEL



Fonte: Retirado de

[https://en.wikipedia.org/wiki/Aerial\\_steam\\_carriage](https://en.wikipedia.org/wiki/Aerial_steam_carriage) no dia

27/10/2017 às 22:29.

Na sua concepção foi dada especial atenção aos elementos essenciais ao controlo em ação de voo. O *Aerial Steam Carriage* era, então, detentor de um design moderno, apresentando auxiliares de aterragem de três rodas, duas hélices rotativas, uma cauda e comandos de direção e elevação. A sua forma jamais era como outrora, a aparência de pássaro deixava agora de existir para dar lugar aos inovadores formatos de uma máquina voadora.

Henson e Stringfellow foram forçados a abandonar o projeto. As experiências realizadas não foram as suficientes para concluir a obra, uma vez que acarretavam bastantes gastos e havia falta de apoio financeiro. Todavia há quem a “considere a primeira máquina voadora, embora não tenha descolado do solo...” (Tadeu, 1984, p. 14)

### 1.3.3 - “O Legado de Lilienthal”

Otto Lilienthal era uma pessoa completamente extravagante. Ele desenhou e construiu protótipos de planadores, nos quais realizava experiências por forma a compreender a prática de voo e as suas necessidades.

Lilienthal praticou mais de 2 mil voos em toda a sua vida e foram estes que lhe deram todo o conhecimento e experiência que ele deixou escrito nos seus cadernos de anotações (Lau, 2015, p. 8). O destemido foi o primeiro a ser fotografado na prática de voo, o que fez dele o primeiro aviador. Porém, um dia em agosto de 1896, o “azar batera-lhe à porta” e ele não conseguiu nem “sair pela janela...”. O protótipo de Otto Lilienthal perdeu as asas, acabando por cair numa operação de voo. Lilienthal ficou literalmente “destroçado”, partiu a coluna vertebral e deixou o “mundo dos vivos” no dia seguinte (Lau, 2015, p. 8).

Porém, as suas experiências não foram em vão. O próprio deixou todos os seus estudos e resultados registados num caderno, no qual provou ser exequível o voo com asas fixas e mostrou que havia ainda questões de estabilidade não solucionadas. Segundo Viriato Tadeu, na sua obra intitulada “*Quando a Marinha tinha Asas...*” as suas anotações foram utilizadas mais tarde por outros entusiastas, como apoio ao estudo do aeroplano (Tadeu, 1984, p. 17).

## 1.4 - O(s) Precursor(es) da Aviação Moderna

Primeiramente, importa salientar que as tensões se elevam, quando é tratada esta matéria, pois o debate, a respeito de quem foi o primeiro a conquistar os céus com aquele que seria o primeiro avião, ainda prevalece. Isto acontece porque existe mais do que um país a reivindicar para os seus pioneiros a primazia do título de “ter sido o primeiro” e, portanto, a discordância que paira deve-se ao nacionalismo das nações envolvidas. Ainda hoje não existe confirmação oficial do primeiro precursor da aviação moderna e provavelmente jamais haverá, uma vez que as dúvidas resultam dos critérios usados na definição do que se considera como sendo o primeiro voo.

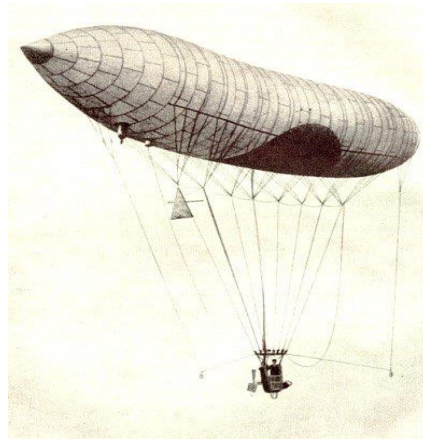
### 1.4.1 - Alberto Santos-Dumont (1873-1932)

O homem mais ilustre da sua época (Da Redação, 2013, p. 1) na área da Aeronáutica, reconhecido quase mundialmente e em muitos locais considerado o Pai da Aviação e superior aos Irmãos Wright. Com tamanho reconhecimento, não perdeu ele o seu lado humilde, entregando os seus estudos à humanidade para que fossem aperfeiçoados e servissem para o desenvolvimento do mundo (Miyaura, 2016, p. 2).

Santos-Dumont inicialmente interessou-se somente por balões, tendo ele próprio construído alguns, mas rapidamente percebeu que não seriam eles o futuro da navegação aérea, uma vez que no ar não podem ser controlados, pois têm a liberdade de ir para onde o vento os levar.

Assombrado pela ideia de melhorar esses meios por forma a terem um sistema de controlo, Santos-Dumont construiu o primeiro dirigível da história da aviação, em 1898. Este era literalmente diferente de um balão, a propulsão era fornecida por um motor de combustível, a sua forma era mais achatada e extensa, o que permitia um maior controlo do equipamento, bem como uma maior eficiência na atmosfera. Possuía um leme para o seu domínio e os materiais que o constituíam eram o bambu e a seda japonesa, ambos mais leves que a madeira e a lona, respetivamente.

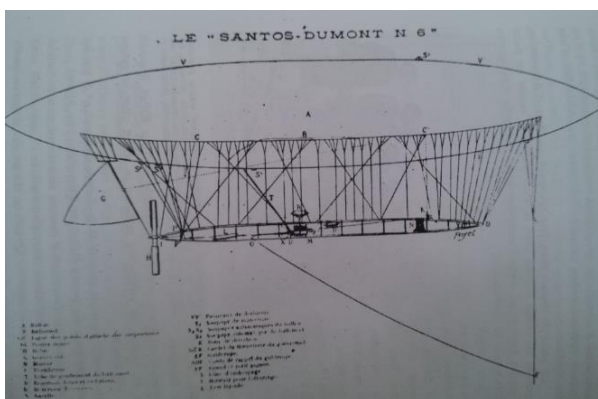
Figura 6 - Primeiro dirigível da História (1868).



Fonte: Retirado de <https://pt.scribd.com/document/296410515/Historia-Aeronautica-no-dia-5/11/2017-às-12:14>.

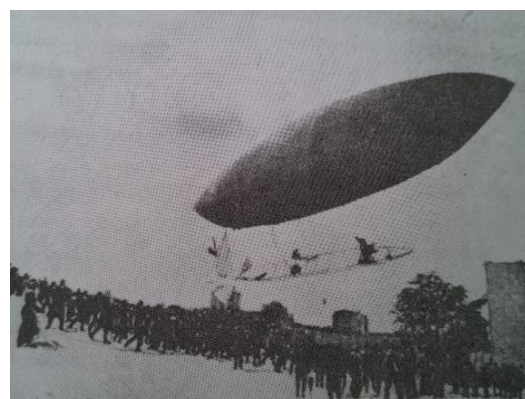
Em 1901, Santos-Dumont estava a concorrer para o prémio da *Deutsch*, o qual conquistou com o seu dirigível nº 6, já que foi o primeiro a efetuar uma trajetória (desde a *Torre Eiffel* até ao Hipódromo *Auteuil*) num determinado tempo (29 minutos e 30 segundos) (Napoleão, 1997, p. 58). Com este veículo mostrou a todos os parisienses presentes que era possível ir de um ponto a outro e voltar, por via aérea. Ainda construiu o seu dirigível nº 9, bastante mais pequeno que o citado anteriormente e que já era considerado como um veículo aéreo. Dirigível Nº6 de Santos-Dumont

Figura 8 - Projeto de dirigível Nº6 de Santos-Dumont.



Fonte: Adaptado de (Napoleão, 1997, p. 343)

Figura 7 - Dirigível Nº6 de Santos-Dumont.



Fonte: Adaptado de (Napoleão, 1997, p. 347)

Após o término do dirigível nº 9, Santos-Dumont percebeu que haveria pouco a fazer na área dos dirigíveis (mais leves que o ar) tendo-se dedicado, de seguida, ao estudo dos mais pesados que o ar.

A partir do ano de 1904, o inventor lutou para alcançar o seu objetivo de fazer do voo cotidiano. Assim, abandonou por completo os dirigíveis, pois eram bastante vulneráveis às condições atmosféricas, e começou a projetar outros equipamentos. Um desses equipamentos foi um helicóptero de hélices contra rotativas que não conseguiu levantar voo. De seguida, em 1906, Santos-Dumont construiu o seu 14-Bis, uma máquina mais pesada que o ar que entrou numa competição proporcionada pelo *Aéro-Clube de France* com o objetivo de construir um avião que voasse pelo menos 100 metros (Napoleão, 1997, p. 97).

Figura 9 - Primeiro voo de êxito do 14-Bis, 23 de outubro, 1906.



Fonte: Retirado de <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/127105-genio-vs-genio-4-combate-aereo-entre-santos-dumont-irmaos-wright.htm> no dia 05/11/2017 às 23:42.

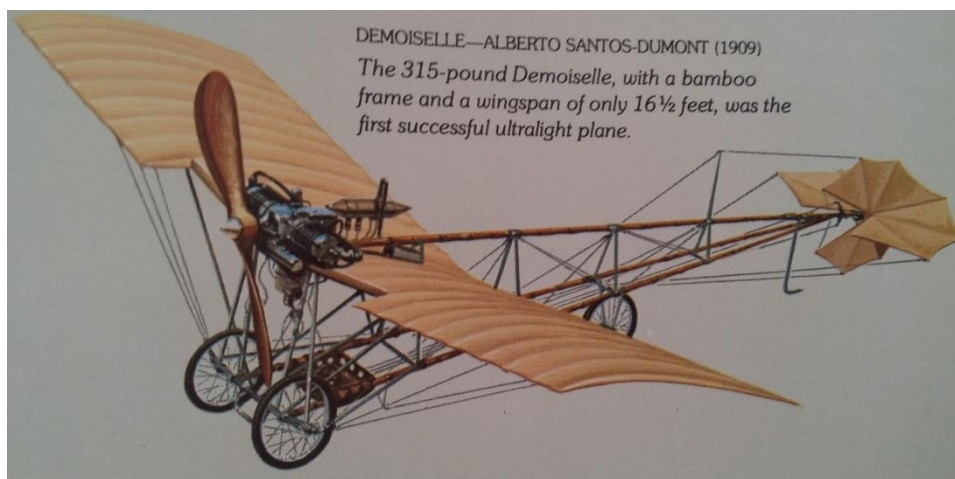
No dia 23 de outubro desse ano, Santos-Dumont efetuou um voo de 7 segundos, alcançando a distância de 60 metros a uma altura de 2 metros do solo. Para muitos, este é considerado apenas um “salto”, mas não... Ele realmente voou no seu 14-Bis e provou que era possível o homem alcançar os céus. Com o aperfeiçoamento deste avião, ele chegou, numa segunda tentativa, a atingir aproximadamente 220 metros de distância em 21 segundos (Napoleão, 1997, pp. 107-108), o que confirmou que o Homem estava a caminho da evolução e que a navegação aérea não iria estagnar no tempo. A sua primeira experiência foi louvada na revista *L'Illustration* como “une minute mémorable dans l’histoire de la navigation aérienne” (Napoleão, 1997, p. 102).

Alberto Santos-Dumont passara a ser conhecido no mundo inteiro, e não só em França, como o precursor da aviação aérea. Diversos países como, por exemplo, Inglaterra e Itália escreviam nos seus jornais que tinha sido efetuado o primeiro voo com uma máquina mais pesada do que o ar por Santos-Dumont, em França (Napoleão, 1997, p. 116).

Em 1907, os irmãos Wilbur e Orville Wright fazem chegar à Europa as suas supostas experiências de voo, alegando e reivindicando o título dos primeiros a praticar voo em 1903. Estas notícias eram apenas palavras, não foram apresentadas nenhuma prova de tal evento, bem como testemunhas que o tivessem presenciado, para não citar o facto de não se terem pronunciado dois anos antes (Napoleão, 1997, p. 116).

No ano de 1908, Wilbur Wright deslocou-se até França, onde exibiu o *Flyer* que fez grande sucesso. Em 1908, Santos-Dumont, não se deixando aniquilar, desenvolveu e construiu o *Demoiselle*, considerado o primeiro ultraleve de todos os tempos. A configuração era totalmente diferente de todos os veículos aéreos que Dumont tinha projetado, era muito mais pequeno e mais rápido, atingindo velocidades de 100 km/h (Napoleão, 1997, p. 168). O inventor dedicou-se ao aperfeiçoamento de *Demoiselle* até 1909, abandonando de seguida a área da aeronáutica, tendo regressado mais tarde para o Brasil, a sua terra natal.

Figura 10 - Demoiselle, 1909, Santos-Dumont.



Fonte: Adaptado de (Prendergast, [s.d], p. 109)

Naquela época, ninguém duvidava das conquistas de Alberto Santos-Dumont, foi ele que conseguiu fazer a passagem do balão para os dirigíveis e, por sua vez, destes para o avião. Oficialmente tudo estava “gravado” cientificamente no Aeroclube de França,

todos os seus triunfos e prémios, para além disso os membros que o constituíam eram testemunhas, bem como a multidão que assistia sempre à demonstração das suas novas inovações. Estes elementos chave aliados à desvalorização dos irmãos Wright, permitiram que França, e quase todo o mundo, consagrasse Alberto Santos-Dumont como sendo o precursor da navegação aérea.

#### 1.4.2 - Wilbur (1867-1912) e Orville Wright (1871-1948)

Conhecidos como os Irmãos Wright, foram grandes precursores americanos que abriram as portas para a aviação. Os seus estudos basearam-se nos cadernos de Otto Lilienthal, aproveitando as suas anotações para melhorar e aperfeiçoar aeroplanos.

Wilbur e Orville Wright verificaram que eram extremamente necessários o controlo e a sustentação do equipamento. Em 1900, eles deslocaram-se para Kitty Hawk, onde projetaram e fizeram experiências em segredo com o intuito de ninguém ter conhecimento e, conseqüentemente, não reproduzirem as suas ideias (Napoleão, 1997, p. 238).

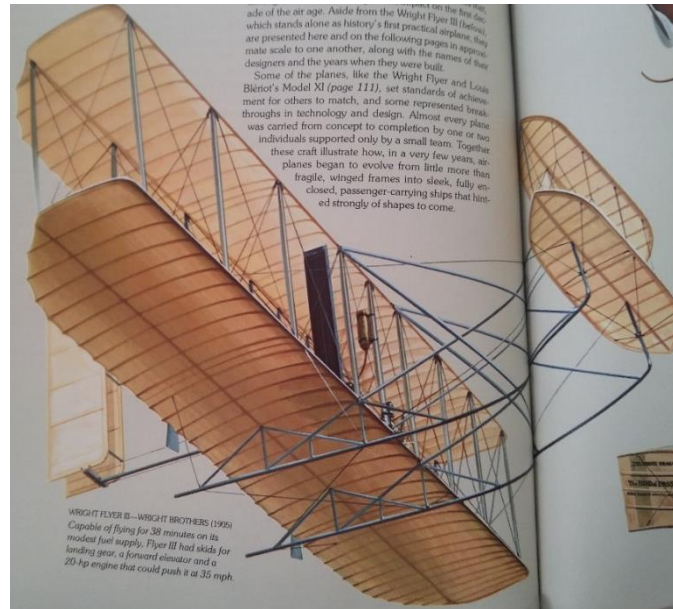
Supõem-se que em 1903, os irmãos Wright tenham realizado com o biplano que conceberam, o seu primordial equipamento designado de *Flyer*, o primeiro voo da história da aviação. O *Flyer* era um biplano construído em madeira e equipado com um motor, porém era necessário ser catapultado através de duas calhas de caminhos de ferro para que pudesse ter impulsão suficiente para voar. Este terá realizado o seu primeiro voo de 12 segundos percorrendo uma distância de 36 metros. Nas experiências que se seguiram terá atingido um alcance máximo de 250 metros em menos de um minuto.

As experiências efetuadas pelos dois irmãos careciam de testemunhas e provas de como haviam sucedido. Os Wright não publicaram as suas descobertas, não demonstraram publicamente, nem tinham testemunhas que os creditassem cientificamente. Somente família e amigos próximos tinham conhecimento dos seus planos e testes realizados aos equipamentos.

Os dois irmãos continuaram a trabalhar no seu projeto, aperfeiçoando-o. Mais tarde incrementaram um leme que permitia obter um maior controlo das asas dos novos modelos do *Flyer*. Em 1906, esse novo modelo terá sido testado com sucesso, no entanto,

o teste terá ocorrido num evento privado e sem qualquer testemunha que pudesse confirmar o feito conseguido.

Figura 11 - Protótipo do Flyer III, Irmãos Wright, 1906.



Fonte: Adaptado de (Prendergast, [s.d], p. 108)

Ainda que toda esta cronologia seja verdadeira e que os voos se tenham realmente realizado, é difícil o reconhecimento oficial tanto de Alberto Santos-Dumont como de Wilbur e Orville Wright, o primeiro por ainda não ter sido comprovado que os voos dos Wright não se efetuaram e os segundos por não estar confirmado terem sido os primeiros a realizar um voo com um mais pesado que o ar. A dificuldade no reconhecimento advém das razões anteriormente citadas e de outras que irei enumerar de seguida.

Recentemente, engenheiros e cientistas construíram e colocaram à prova um protótipo daquele que seria o 14-Bis de Santos-Dumont (trata-se de uma réplica produzida pelo Coronel Danilo Flôres Fuchs) (Torossim, 2017, p. 1), verificando o sucesso do veículo aéreo. O mesmo a *Discovery of Flight Foundation* também replicou o modelo do *Flyer I*, embora os resultados esperados ainda não tenham sido alcançados até ao dia de hoje.

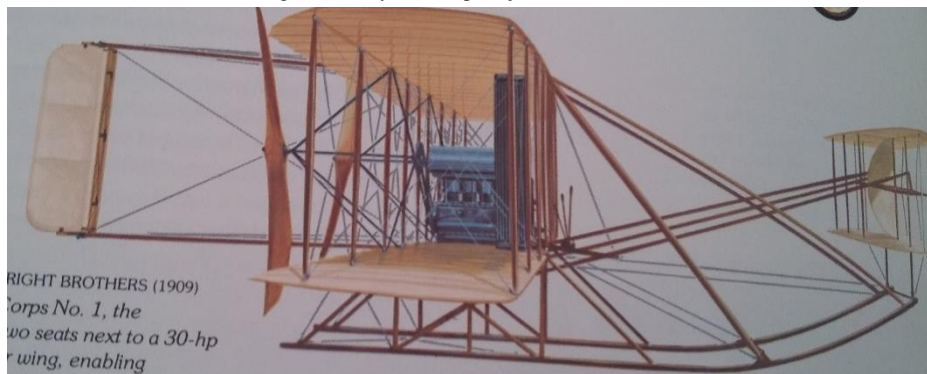
O Aeroclub de França, antepassado da *Fédération Aéronautique Internationale (FAI)*, testemunhou e reconheceu oficialmente as conquistas de Santos-Dumont, enquanto que oficialmente os irmãos Wright não são certificados. A falta de informação

e o silêncio praticado pelos dois últimos relativamente aos voos realizados entre os anos de 1903 a 1906 criam controvérsia no âmbito da reivindicação dos irmãos efetuada em 1908.

Os projetos dos irmãos Wright não preenchiam na totalidade os requisitos de um voo, em que é pretendido que a aeronave levante voo por meios próprios e não pelo auxílio de meios artificiais que simulam a impulsão para o voo, o que aconteceu com o *Flyer* que tinha que ser catapultado através de duas calhas de caminhos de ferro.

Vários são aqueles que acreditam que os projetos de aeroplanos dos irmãos Wright não funcionavam e que não passavam de planadores com motor. No entanto, apesar dos irmãos Wright terem sido descredibilizados, não podem ser esquecidos os seus contributos para a aviação que ainda foram notáveis como, por exemplo, em 1910, terem começado a treinar pilotos do Exército e da Marinha e a fabricar aviões para entidades.

Figura 12 - Flyer com aplicações militares, 1909.



Fonte: Adaptado de (Prendergast, [s.d], p. 148)

Em conclusão, cada um defende aquilo em que acredita, mas o que realmente importa é que todos tiveram um papel fundamental na história daquela que é a maior e mais difícil invenção do ser humano.

## 1.5 - A Aviação na 1ª Guerra Mundial

O mundo da aviação, no período logo após Santos-Dumont e os irmãos Wright terem efetuado os primeiros voos, ainda se encontrava na sua infância, isto é, nos primeiros tempos de existência e, portanto, o número de aviões concebidos era deveras reduzido.

A tecnologia ainda não tinha sofrido grandes avanços desde então, mas os irmãos Wright já haviam treinado alguns pilotos e produzido alguns protótipos para o Exército e Marinha dos EUA. Naquela época, acreditava-se na grande potencialidade dos aviões em aplicações no âmbito militar, portanto, começaram a fabricar-se aeronaves. No entanto, os pilotos eram poucos, daí que as aeronaves eram projetadas de forma a serem facilmente conduzidas por pessoas com pouca formação.

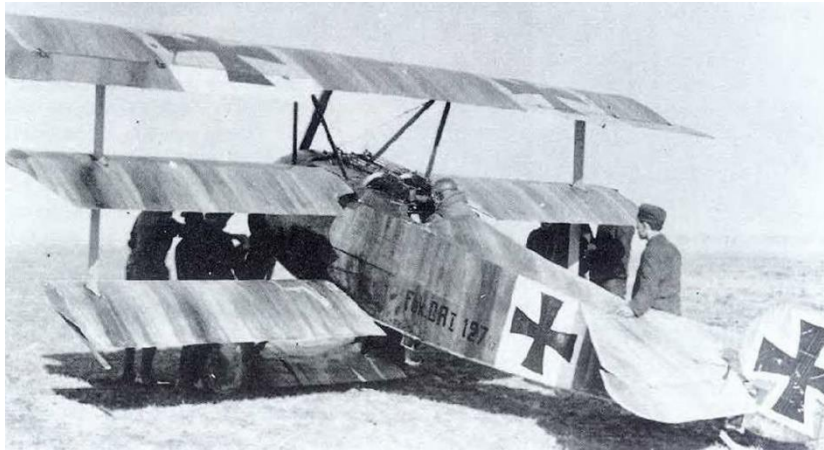
No início da 1ª Guerra Mundial, em 1914, o número de aeronaves que cada país possuía era verdadeiramente reduzido e a sua aplicação limitava-se a ações de observação e reconhecimento do território inimigo com o intuito de localizar as suas tropas e artilharia, tal como os balões já tinham sido usados na Guerra Civil Americana, em 1861.

A Grande Guerra trouxe consigo morte, destruição e espírito de sacrifício, contudo no âmbito da aviação essa conduziu a colossais avanços tecnológicos a vários níveis. A aviação já não era considerada básica, numa fase inicial existiam aeronaves incapazes de derrubar outras, somente através dos seus pilotos que transportavam armas com o intuito de atingir os pilotos inimigos e aniquilá-los. Ao nível dos dirigíveis (que foram aproveitados pela Alemanha), devido às suas elevadas capacidades de carga, longas distâncias e de difícil alcance por parte do inimigo, já se realizavam ações de bombardeamento estratégico para lá da linha de defesa, atacando fábricas, arsenais da Marinha, entre outros, por forma a enfraquecer o adversário.

Em 1915, os combates aéreos já eram usuais nos céus dos campos de batalha e não só o piloto, mas também a aeronave se havia tornado uma enorme ameaça. Do seu armamento já faziam parte granadas, metralhadoras e bombas, antes lançadas à mão pelo piloto, mas agora já pela própria aeronave e com maior precisão.

A partir deste momento, as características necessárias aos aviões para dominar os céus já eram outras. O aumento da potência e da resistência era essencial para a aeronave conseguir suportar o peso do armamento e aguentar os golpes do inimigo. Em relação à velocidade, esta deixou de ser o objetivo principal para dar lugar à manobrabilidade, com o intuito de potenciar maior agilidade aos aviões para fugir e surpreender o adversário. Todas estas novas propriedades resultaram em novos tipos de aviões como, por exemplo, os hidroaviões e os triplanos.

Figura 13 - Triplano.



Fonte: Retirado de <https://airway.uol.com.br/o-temivel-barao-vermelho/> no dia 06/11/2017 às 09:25.

Figura 14 - Hidroavião.



Fonte: Retirado de <http://www.caminha2000.com/jornal/n649/cmc3.html> no dia 10 de dezembro de 2017 às 15:37.

Em suma, no início da guerra poucos eram os países que tinham e construíam aviões, no entanto, no final da guerra era raro o país que não apresentava na sua frota um elevado número de potências aéreas providas de maior autonomia, potência, capacidade de armamento, manobrabilidade, resistência e velocidade, sendo capazes de atingir os 230 km/h. A característica que mais influenciou o design das aeronaves foi, sem dúvida alguma, a capacidade de armamento, pois a estrutura do avião era concebida a pensar nas armas que iriam transportar. Mencionamos a título de exemplo as metralhadoras que fizeram com que a hélice passasse a trabalhar na parte de trás do avião e não à frente.

Figura 15 - Aviões com hélice traseira.



Fonte: Retirado de <http://herdeirodaecio.blogspot.com/2007/04/os-avies-mais-bizarros-do-mundo.html> no dia 07/11/2017 às 12:35

Figura 16 - Protótipo dos aviões alterados na 1ª Guerra Mundial.



Fonte: Retirado de <http://herdeirodaecio.blogspot.com/2007/04/os-avies-mais-bizarros-do-mundo.html> no dia 13 de dezembro de 2017 às 17:54.

Realça-se que Alberto Santos-Dumont criou o avião com intuito de promover a paz e o bem comum, ou seja, pretendia construir um meio que faria com que as pessoas pudessem ir “até ao fim do mundo” para resolver os seus problemas. Quando o próprio presenciou no que o Homem estava a tornar o avião ele ficou completamente devastado e angustiado, de tal forma que muitos acreditam ter desenvolvido uma depressão que causou a sua morte em 1932 (Napoleão, 1997, p. 218).

## 1.6 - O Grande Desafio: Atlântico

No início do século XX, o Homem atingiu os seus objetivos e conseguiu deslocar-se pelo ar, começando a Era da Aviação. No entanto, a ambição do ser humano está em constante alteração conforme as metas propostas e alcançadas, por isso, o espírito procurava ir mais além, atrás do desconhecido, em direção ao progresso com o intuito de voar para qualquer ponto do planeta Terra. As dificuldades eram conhecidas e compreendidas, porém havia sempre alguém que tentava alcançar o suposto impossível.

### 1.6.1 - A Travessia do Canal da Mancha

A proeza de efetuar um voo de 35 quilómetros, indo de um país a outro atravessando o mar pela primeira vez, deve-se a Louis Blériot (Taylor, [s.d], p. 4).

A travessia sucedeu na manhã do dia 25 de julho de 1909, quando Blériot pilotou um monoplano construído pelo próprio e voou sobre o Canal da Mancha, a uma altura de 100 metros do nível da água, partindo de Calais, França, até Dover, Inglaterra (Taylor, [s.d], p. 60). Percorrera uma distância de 35 quilómetros em cerca de meia hora. Blériot ganhou um prémio, oferecido pelo *Daily Mail* àquele que fosse o primeiro a realizar a travessia da Mancha (Taylor, [s.d], p. 60), o qual lhe deu bastante margem de manobra monetária para prosseguir com os seus projetos.

Muitos foram os pilotos que tentaram realizar pequenas viagens aéreas, contudo nenhuma em que não fosse necessária a aterragem das aeronaves pelas mais variadas avarias que ocorriam devido ao aquecimento dos motores (Taylor, [s.d], p. 4). Esta foi assim a primeira indicação e evidência de que o futuro reservava progressos para a área da aviação e, ainda, revelou ser a viagem impulsionadora das grandes travessias a serem realizadas.

### 1.6.2 - Primeira Travessia Transoceânica Aérea Faseada

A 1ª Guerra Mundial havia terminado há um ano e, na verdade, antes desta ter ocorrido era certamente impensável e inconcebível a transposição do “Mar de Atlas”. No entanto, em 1919, raro era o aviador que não se debruçava a cerca dessa questão, visto

que a aviação passara para outro nível durante a Grande Guerra. A possibilidade de concretização da travessia era agora mais elevada.

Como incentivo à travessia eram oferecidos vários prémios de elevado valor monetário a qualquer pessoa que conseguisse cruzar o mar e pousar em terra do outro lado. A Marinha, dos Estados Unidos da América, decidiu então enviar três hidroaviões para executar uma viagem aérea da Terra Nova até à Europa, realizando uma paragem nos Açores.

No dia 16 de maio do ano de 1919, os nomeados hidroaviões NC-1, NC-3 e NC-4 descolam da Baía de Trepassey dirigindo-se para sudeste, rumo aos Açores. Naquela época, apesar de a tecnologia apresentar sistemas mais avançados ao nível da autonomia e da rigidez das infraestruturas, os meios aéreos utilizados na efetivação de viagens longas com métodos de navegação empregues ainda eram muito básicos e rudimentares, possuindo apenas rádios de comunicação, neste caso com os navios de apoio (Nevin, [s.d], p. 23). Portanto, tiveram que aproveitar algo que os pudesse auxiliar e orientar em alto mar. A forma que encontraram para que tal acontecesse foi situar uma formação de contratorpedeiros da Marinha dos EUA em pontos estratégicos e equidistantes ao longo do percurso desde o Canadá até Portugal, com uma paragem na Ilha dos Açores, Faial, Horta para reabastecimento.

O NC-4 era dirigido pelo comandante Albert Cushing Read e mais 5 membros, foi o único que concluiu com sucesso a primeira etapa da travessia que era pousar no porto da Horta. Vários foram os valores encontrados relativamente à duração da viagem, mas segundo o livro “*The Pathfinders*” foram 15 horas e 13 minutos de voo (Nevin, [s.d], p. 23). Os restantes dois hidroaviões não chegaram aos Açores por falta de combustível, mas ficaram nas suas imediações e foram assistidos por embarcações que por perto ali passavam.

A primeira fase da travessia estava terminada. O próximo passo era alcançar com êxito Lisboa e de seguida Plymouth, em Inglaterra. No dia 27 de maio, o comandante Albert Read amarou no Rio Tejo e a 31 do mesmo mês, terminou a sua jornada quando chegou ao último porto, Plymouth (Jackson, [s.d], p. 23). A viagem na sua totalidade teve uma duração total de quase 54 horas e a distância percorrida foram cerca de 3905<sup>3</sup> milhas.

---

<sup>3</sup> Baseado em (History Net, 2002).

O NC-4 tinha uma autonomia de 20 horas a uma velocidade de cruzeiro de 72 milhas/hora, tendo assim obrigatoriamente que fazer paragens para reabastecimento (Revista Militar, 1922, p. 236).

Figura 17 - Mapa do percurso realizado por Albert Read na 1ª Travessia do Atlântico Norte.



Fonte: Retirado de <http://cfportugal.pt/index.php>, em 27/01/2018 às 12:14 horas

### 1.6.3 - Primeira Travessia Transoceânica Aérea Sem Escalas

Em maio de 1919 havia-se realizado a primeira viagem transatlântica aérea com interrupções estratégicas, com o objetivo cumprido com sucesso. Agora ambicionava-se a concretização da mesma travessia, mas, desta vez, sem paragens. John Alcock e Arthur Whitten Brown, no dia 14 de junho de 1919, após alimentar os grandes tanques de combustível do avião e de este ser avaliado em toda a sua totalidade para não ocorrerem qualquer tipo de falhas, o biplano *Vickers Vimy* (Tadeu, 1984, p. 37) juntamente com os dois pilotos, partem de São João, Terra Nova, para uma enorme aventura até à Irlanda sem paragens (Tadeu, 1984, p. 37).

Figura 18 - Tripulação do Vimy a atestar os tanques de combustível, 13 de junho, 1919.



Fonte: Retirado de

<https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563568428727957/Grupo%2001.pdf>  
no dia 05/01/2018 às 08:45.

Arthur era o navegador e possuía um sextante com o qual tirava alturas ao sol para através de uma tabela, obter a sua posição, note-se que este procedimento não era exequível somente quando o céu “escondia” as estrelas, usava ainda um instrumento para medir o deslocamento lateral provocado pela ação do vento (Nevin, [s.d], p. 35/36).

As ajudas de navegação nesta época ainda eram primitivas, muito rudimentares, mas a vontade de criar ligações entre todos os lugares do mundo sem deixar nenhum inacessível era tão grande, que acabou por levar ao triunfo.

Passadas 16 horas e 28 minutos (Nevin, [s.d], p. 38) e percorrida a distância de 1880 milhas (Nevin, [s.d], p. 16), Alcock e Whitten Brown aterram num pântano designado por *Derrygimla Moor*, onde dois homens os encontraram com o intuito de prestar auxílio. O piloto e o navegador informaram-nos que tinham acabado de fazer uma longa viagem desde o Canadá. A notícia espalhou-se rapidamente e os dois foram imediatamente convidados a participar em banquetes e galas para lhes dar as boas vindas e para festejar o sucesso da viagem.

A velocidade máxima deste avião era de 106 milhas por hora (Nevin, [s.d], p. 36), portanto, à velocidade máxima ele percorria apenas 1696 milhas em 16 horas. E à velocidade máxima gastava rapidamente todo o combustível, no entanto o avião poderia estar a ser auxiliado com os ventos a favor.

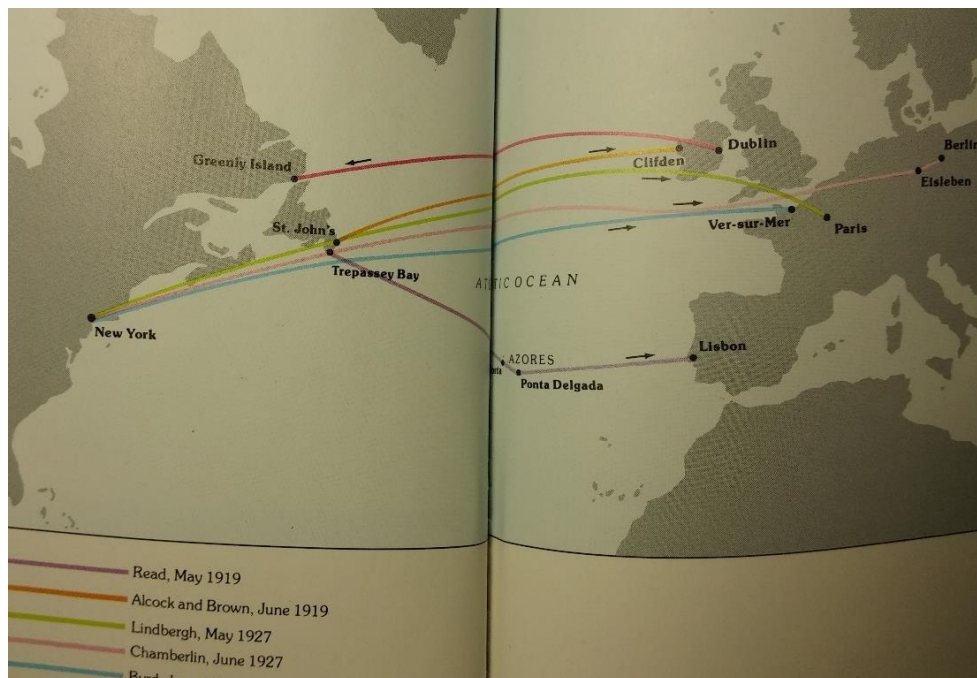
Figura 19 - Jornal "The New York Times" com a notícia da 1ª viagem transatlântica sem escalas realizada por Alcock e Brown, 16 de junho, 1919.



Fonte: Retirado de <http://www.aviation-history.com/airmen/alcock.htm> no dia 10/01/2018 às 10:24.

Entretanto, à medida que os anos passavam, mais viagens se iam realizando de vários locais distintos e por indivíduos diferentes dos primeiros. A Figura 21 revela jornadas efetuadas após 1919.

Figura 20 - Roteiro das viagens efetuadas pelos vários exploradores entre os anos de 1919 e 1928



Fonte: Adaptado de (Nevin, [s.d], pp. 97-98)



## Capítulo 2 - A Aviação em Portugal e Projeto da Viagem

*“Once you have tasted flight,  
you will forever walk the earth with your eyes turned skyward,  
for there you have been, and there you will always long to return.”*

*Leonardo Da Vinci*

Tendo em conta que o objeto de estudo da presente dissertação de mestrado é o estudo dos métodos de navegação aérea de Gago Coutinho e Sacadura Cabral, julga-se pertinente abordar previamente a forma de como se encontrava desenvolvida a aeronáutica no país, bem como compreender o estudo realizado para a Primeira Travessia Aérea do Atlântico Sul e, deste modo, perceber quais as necessidades para a sua execução.

Em Portugal, contam-se pelos dedos as entidades que fizeram parte da corrente da evolução da aviação, no entanto, para a contribuição da aviação no nosso país *“houve quem aqui observasse a ascensão do fumo e o voo das aves, das borboletas ou dos morcegos e deles tirasse conclusões”* (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, p. 15).

O Padre Bartolomeu de Gusmão foi precursor dos “mais leves que o ar”. Na época não lhe fora dado o devido crédito, contudo mais tarde conduziu Portugal, bem como o Brasil ao reconhecimento.

Após a glória, certas experiências, separadas por décadas e décadas de panoramas de letargia, foram realizadas em Portugal como, por exemplo, a ascensão de Vincenzo Lutargi, em 1794, num balão aerostático, com início no Terreiro do Paço e uma duração de 4 horas, foi a primeira desde o Padre Bartolomeu de Gusmão. De seguida, em 1819, Eugénio Robertson, para além de efetuar uma elevação num balão de hidrogénio, ainda concretizou o primeiro voo de paraquedas em Portugal.

Mais tarde, o interesse de Portugal pelo aeróstato aumentara significativamente, surgindo, então, os primeiros aeronautas portugueses profissionais, nomeadamente, António Infante e Augusto Abreu de Oliveira, os quais foram ensinados e treinados pelo aeronauta francês Henri Beudet, e António Bernardes e Belchior Fernandes da Fonseca, que foram discípulos de Émile Carton, outro grande mestre francês da aeronáutica.

No início do século XX, a “febre” de Santos-Dumont chegou a Portugal e os apaixonados pelo ar ficaram contagiados por tamanho entusiasmo provocado pela glória

alcançada pelo brasileiro. No ano de 1907, João da Mata Camacho Pina Gouveia foi o primeiro português a demonstrar interesse na construção de um aeroplano, porém somente em 1910 apresentou um projeto que foi aprovado pela Academia das Ciências.

Durante a sua edificação, várias entidades lhe concederam apoios financeiros, contudo, infelizmente, os primeiros testes e experiências ao aeroplano não correram bem, provocando alguns danos no mesmo. Esses estragos “*um dos pioneiros do aeromodelismo, no nosso País*” (Pereira, [s.d], p. 119) não tinha capacidade para os solucionar, devido à conseqüente falta de apoio financeiro provocado pelo fracasso dos seus ensaios.

## 2.1- Fundação do Aero Clube de Portugal

Em 1909, surge o primeiro piloto-aviador de Portugal, Óscar Blank, certificado a 9 de julho, do mesmo ano, com um “brevet” internacional da FAI (Federação Aeronáutica Internacional) em Paris. Este participava em provas internacionais em França com o seu monoplano, designado de *REP*.

Nesta altura, Portugal ainda não possuía nenhum elemento ligado à aeronáutica como, por exemplo, instrumentos de navegação aérea, equipamentos, aviões, professores/alunos pilotos, instalações e organizações que efetuassem atividades no âmbito da aeronáutica, nem existia qualquer instituição responsável pelo futuro da Aviação no país.

O TEN Pedro Fava Ribeiro de Almeida apreciava os “mais pesados que tudo” e havia visitado vários aeroclubes de diversos países, como seqüência criou em si o desejo de reunir um grupo de pessoas que partilhassem do mesmo entusiasmo, por forma a realizar esforços e ações na evolução da aviação que, apesar de se encontrar nos primórdios, viria um dia a ser de veras importante no futuro. Deste modo, juntamente com outras personalidades militares pertencentes à Arma de Engenharia e civis, o oficial funda o Aero Clube de Portugal no ano de 1909.

Os objetivos iniciais, apesar de não existirem meios de deslocação aérea, eram os seguintes: promover a formação de pilotos no estrangeiro, realizar eventos e competições de aeronáutica com o intuito de pilotos estrangeiros mostrarem a performance dos seus equipamentos e oferecer prémios como forma de aliciar as pessoas à construção de aviões. No dia 11 de dezembro de 1911 ocorre a inauguração do Aero Clube de Portugal.

Um ano depois, Portugal revelou um enorme empenhamento no desenvolvimento da área da aviação (Força Aérea, 2007, p. 15). As intenções passavam pela criação de uma Escola Militar de Aeronáutica, à posteriori um aeroporto e, por último, desenvolver um fundo financeiro destinado a guarnecer o Exército com aeronaves por forma a aumentar a capacidade de defesa do país.

Figura 22 - Condecoração da Bandeira do Aero Clube de Portugal.



Fonte: Adaptado de (Aero Clube de Portugal, [s.d], p. V).

## 2.2- A Primeira Escola de Aviação Militar (EAM)

Alguns anos passaram, começou-se a pensar na necessidade de criar uma escola de aviação, o exército e a marinha defendiam que o avião era uma arma com enorme potencial e Portugal, estando este sempre “atrasado” em relação aos outros países, não podia mais não acompanhar o progresso e continuar “estagnado” e subdesenvolvido relativamente à aeronáutica.

Portanto, começaram a ser lançadas várias propostas, para a criação de uma escola de aviação, devidamente fundamentadas onde eram descritas as regras e requisitos. A exigência de um local aproximado do rio para que pudessem ser efetuados treinos com hidroaviões e informações em relação ao local da sua edificação, formadores de pilotos,



No dia 10 de maio de 1917 foram formalmente felicitados e distribuídos 13 diplomas ao primeiro curso formado com êxito na escola de aviação militar de Vila Nova da Rainha e, deste modo, ia-se erguendo uma primordial Força Aérea (Pereira, [s.d], p. 214).

Figura 25 - O curso histórico da EAM.



Fonte: Adaptado de (Tadeu, 1984, p. 91).

A Escola Militar de Aviação não se manteve fiel à localização inicial “*Dada a insalubridade dos terrenos de Vila Nova da Rainha e o facto de estar a chegar ao seu termo o contrato de arrendamento*” (Força Aérea, 2007, p. 27), conseqüentemente, tivera que se analisar e proceder à escolha de um novo espaço para a sua instalação. Essa incidu sob a zona de Sintra, a qual já tinha sido indicada, pelo Aero Clube de Portugal, devido às condições favoráveis que oferecia.

### 2.3- A Aviação Naval

No decorrer do ano de 1917, e ainda durante a 1ª Guerra Mundial, Portugal, por forma a conseguir proteger a nação e a responder a ações hostis, promove a criação da

Aviação Naval investindo na mesma com a aquisição de dois hidroaviões FBA<sup>4</sup>, “destinados à fiscalização aérea da barra do Tejo” (Força Aérea, 2007, p. 23).

A ação descrita acima era estritamente necessária, pois durante o tempo de guerra a Aviação Marítima desempenhou operações cruciais como, por exemplo:

“o piloto Rosado, patrulhando na área de Cezimbra, devido a um ALLO dando ali submarino, avista, 4 milhas ao SW Espichel, um submarino aliado; não o incomoda. E’ o nosso «Hidra» ou, também, «Explorando entre cabos, avistaram a canhoeira «Mandovi», que conduz o Ministro da Marinha. Azeredo amara junto á canhoeira, e, cautelosamente, a avisa da presença proxima do inimigo” (Henriques, 1924, pp. 308-309).

Intuitivamente, as aeronaves eram a melhor arma contra o maior inimigo: o submarino. Estas, apesar de possuírem diminuta velocidade, autonomia e estrutura, eram o melhor meio para combater as ações inesperadas do inimigo, pois tinham capacidades de detetar submersíveis sem serem primeiramente detetadas e de os atacar antes destes submergirem (Cabral, 2017, p. 2).

Por forma a rematar a sua importantíssima missão, os ANAIS acrescentam ainda que “É pois justo dar relevo ao alto espírito de combatividade mostrado pela Aviação Marítima” (Henriques, 1924, p. 310).

Por conseguinte, no começo do ano de 1919, foi estabelecido o primeiro Centro de Aviação Naval na doca do Bom Sucesso (Força Aérea, 2007, p. 23).

## 2.4- O Glorioso Tempo – A Pátria eleva-se até aos Céus

A aviação encontrava-se a dar os primeiros passos, mas redescobrir o mundo via aérea com uma rota com as cores da pátria estava para os pilotos-aviadores como os grandes descobrimentos estavam para os grandes navegadores! “Os primeiros aviões não estavam minimamente adaptados para o sobrevoio marítimo, nem tão pouco era possível operá-los a partir de um navio” (Cabral, 2017, p. 2), porém com o raiar dos primeiros hidroaviões, em 1911, essas lacunas começaram a ser preenchidas.

Logo após o término da Grande Guerra, as marinhas começaram a constituir as suas forças de aviação. As novas aquisições de aviões mostravam ser superiormente

---

<sup>4</sup> Aparelhos F.B.A do tipo B, um deles ainda se encontra preservado no Museu de Marinha, em Lisboa, modelos de dois lugares com um motor rotativo de 100 hp. Estes garantiam a realização de missões de reconhecimento na busca de minas e submarinos (Aviação Naval, [s.d]).

avançados relativamente aos instáveis aviões utilizados durante o conflito, já que possuíam maior autonomia, manobrabilidade, agilidade, fiabilidade, eram mais seguros e já possuíam equipamentos para estabelecer comunicações telegráficas com o solo e outras aeronaves (Força Aérea, 2007, p. 25). Nesta altura, importa salientar que as altitudes atingidas pelos aviões eram consideráveis e já havia pequenos métodos que auxiliavam a efetuar uma navegação muito primitiva como, por exemplo, a capacidade de medição do vento aparente e a modificação de rotações do motor.

Em 1919, a aspiração de experimentar este meio cada vez com melhores aptidões e o entusiasmo indomável em redescobrir o mundo, leva vários países e Portugal, não é exceção, a entrar numa nova época, a Era dos “raids”, das viagens aéreas.

Os “raids” aéreos eram conhecidos como uma exploração de novos horizontes, nos quais se pretendia “*aproveitar ao máximo as possibilidades dos aviões, correndo todos os riscos*” (Ministério do Ultramar, 1974, pp. 7-8).

A importância dos raids era enorme, traria a aproximação de vários povos diminuindo as distâncias, seriam traçadas rotas comerciais realizadas por transportes aéreos, reduzindo para horas aquilo que por mar e por terra se fazia em vários dias, e, finalmente, estariam vencidas as enormes distâncias, os grandes rios, mares, oceanos, as imensas montanhas, cordilheiras e continentes.

A Era dos raids subsistiu até ao ano de 1930 e as viagens aéreas realizadas, bem como tentativas, foram muitas, porém, somente uma dessas faria parte de um enorme e importante feito da Aviação Portuguesa, a primeira travessia aérea do Atlântico Sul em 1922, concretizada por Gago Coutinho e Sacadura Cabral.

No entanto, há que fazer referência e enaltecer de igual forma as restantes ações concretizadas pelos diversos pilotos portugueses.

#### 2.4.1 - Paris – Lisboa (1919)

Em 1919 deu-se a primeira viagem longa realizada por portugueses, de Paris com destino a Lisboa, dirigida por António Maya e Alberto Lelo Portela (Pereira, 1981, p. 17), a jornada não foi um êxito, pois havia sido necessário efetuar uma paragem de emergência em terras espanholas, a qual aquando da aterragem danificou o avião (Pereira., 1981, p. 18). Os tripulantes não conseguiram terminar a viagem, somente um mês depois de

efetuadas as reparações e revisões necessárias à aeronave é que se realizou a rota Madrid-Lisboa com sucesso (Pereira, 1981, p. 18).

#### 2.4.2 - Calshot – Lisboa (1920)

No ano de 1920, Sacadura Cabral foi o responsável por dirigir uma tripulação, tendo como missão conduzir por via aérea dois hidroaviões *Felixstowe* F3 adquiridos em Inglaterra, seria esta a primeira ligação aérea entre Inglaterra e Portugal.

Segundo o livro “*Quando a Marinha tinha asas...*”, no dia 9 de maio a viagem iniciou-se com a partida de Calshot em direção a Brest por forma a reabastecer as aeronaves com combustível, o trajeto teve a duração de 3 horas e 24 minutos (Tadeu, 1984, pp. 147-148). Numa das tentativas de Sacadura Cabral prosseguir viagem até ao destino, apesar de ter descolado de Brest, devido ao agravamento das condições meteorológicas teve que regressar (Tadeu, 1984, p. 147). É de salientar algumas considerações realizadas pelo próprio acerca do inopinado durante esta etapa do seu percurso “*Por aqui se vê a dificuldade que existe para fazer previsões de tempo e o muito que há a fazer nesse sentido.*” (Tadeu, 1984, p. 148).

No dia 14 do mesmo mês, os dois hidroaviões descolam de Brest e efetuam uma paragem em Caminha e, no dia seguinte, em Ferrol, Espanha. Chegam intactas a Lisboa no dia 16 de maio as duas aeronaves, provando a possibilidade dos portugueses realizarem viagens longas e escaladas tão bem como os estrangeiros, desde que possuam os recursos necessários para tal (Tadeu, 1984, pp. 148-149).

#### 2.4.3 - Lisboa – Funchal (1920)

No dia 18 outubro de 1920, houve uma tentativa, por parte do Capitão Brito Pais e do TEN Sarmiento de Beires, de executar um voo a partir de Lisboa até à Madeira. A jornada fora dura desde o início, para a sua concretização somente estava disponível uma antiga aeronave utilizada na 1ª Guerra Mundial, que tivera que ser reconstituída com peças de aeronaves inutilizadas (Tadeu, 1984, p. 152).

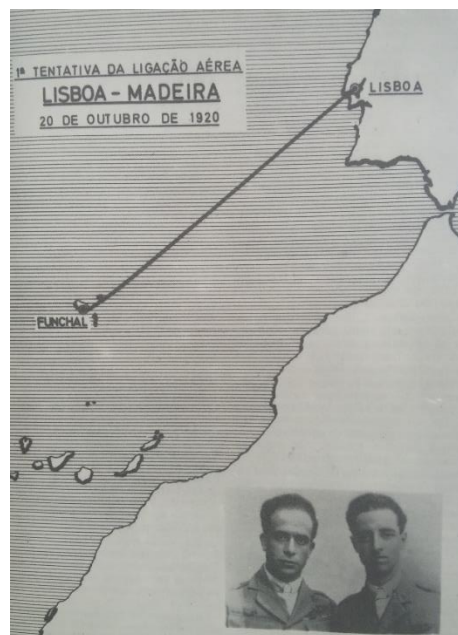
Os dois aviadores enfrentavam um desafio bastante ambicioso, já que iriam realizar a travessia sem qualquer tipo de orientação sem ser o contacto visual com a Ilha

da Madeira. Após partirem da Amadora, no dia indicado no parágrafo acima, e se manterem no ar o tempo suficiente para atingirem o destino, Brito e Sarmiento de Breires não conseguiram alcançar o desejado. Quando ultrapassaram a rota balizada pelos navios, não avistaram a Ilha da Madeira devido ao nevoeiro denso (Tadeu, 1984, p. 152). Deste teste depreende-se que a falta de conhecimentos e métodos de posição foi o maior problema ao êxito da travessia, já que as restantes condições estavam reunidas. Provavelmente se não houvesse nevoeiro, a missão teria sido um sucesso.

Após a falha no objetivo principal, os tripulantes decidiram, então, dirigir-se para África que ficava mais perto que Portugal Continental e não optaram pelas Ilhas Canárias devido ao nevoeiro avistado ao longe, porém a sorte não estava com eles e o combustível acabou antes que eles lá chegassem, tendo naufragado a mais de 500 km de Lisboa (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimientos Portugueses, 1997, p. 71). Logo após o naufrágio, foram resgatados por um navio inglês com o qual tinham comunicado antes de amarar. Lamentavelmente, os corajosos não alcançaram a glória, porém foram “*posteriormente louvados pela magnífica prova de coragem que cometeram*” (Pereira, 1981, p. 23).

Esta tentativa de *raid*, apesar de falhada, provou veemente a possibilidade de ser realizado o trânsito de Lisboa-Madeira, bem como a inevitabilidade de navegar sem métodos de navegação para orientação e cálculo da posição do avião.

Figura 26 - 1ª tentativa de Viagem até à Madeira, Brito Pais e Sarmiento de Beires.



Fonte: Adaptado de (Pereira, 1981, p. 25)

#### 2.4.4 - Projeto da Viagem Lisboa – Rio de Janeiro (1922): 1ª Travessia Aérea Transoceânica do Sul

A 1ª travessia transatlântica do Sul foi um importante acontecimento na Aviação Moderna, sendo esta objeto de estudo por inúmeros estudiosos e curiosos, cujas conclusões serão abordadas no decorrer do presente subcapítulo.

Primeiramente e abordando o tema que nos levou a introduzir este subcapítulo, paira a seguinte questão: “Qual terá sido a génese da razão que levou Sacadura Cabral a desejar realizar uma viagem de Lisboa até ao Brasil?”.

Não se sabe com precisão qual o motivo do seu entusiasmo, porém existem duas grandes hipóteses bem fundamentadas e que muito provavelmente se complementam.

A primeira hipótese da génese da ideia da viagem debruça-se sobre o entusiasmo incitado pela passagem do Comandante Norte-Americano Read em Lisboa. Tendo em conta a pesquisa elaborada pelo autor é possível fundamentar o pressuposto referido anteriormente.

Nos livros a seguir apresentados podemos retirar algumas considerações para justificar e consolidar o facto da intenção de Sacadura Cabral realizar uma viagem de Lisboa até ao Rio de Janeiro ter nascido numa altura em que a aviação de longas distâncias estava a dar os seus primeiros passos. Particularmente, no evento em que o Comandante Read, no dia 31 de maio de 1919, chega a Lisboa, onde fora recebido no Centro do Bom Sucesso por Sacadura Cabral (Tadeu, 1984, p. 130), completando assim a 1ª Travessia Aérea do Atlântico Norte.

De acordo com a obra “*Viagens Aeronáuticas dos Portugueses*”:

«o próprio Sacadura, em entrevista, o diz: “Praticamente a ideia do raid nasceu no meu espírito quando os Americanos, depois da travessia aérea do Atlântico Norte, chegaram a Lisboa em 1919 [...] e eu comecei a pensar que seria pena não serem os Portugueses os primeiros a voarem até à América do Sul, visto que haviam sido os primeiros a lá irem por mar [...]”». (Sacadura Cabral em entrevista a Tomaz Ribeiro Colaço in *Sobre o Atlântico*, Ed. do autor, Lisboa, 1922, p. 118) (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, p. 77)

Em continuação, face à razão defendida nos dois parágrafos anteriores, Gago Coutinho adianta em entrevista a um jornalista português o seguinte: “ - *E a ideia do*

*raid? – Nasceu dele, depois da empresa dos Americanos. Meteu-se-lhe isso na cabeça e, apesar das dificuldades, não desistia.”* (Corrêa, 1964, p. 49).

Para finalizar a hipótese considerada, o acontecimento descrito anteriormente, acerca da travessia do Comandante Read ocorreu no período posterior a Sacadura Cabral ter participado na Comissão de Navegação Aérea mencionado “*Nas Ordens e livros mestres da Armada, de 15 de maio a 24 de Junho de 1919*” (Tadeu, 1984, p. 129) (Soares, 1992, p. 6) e na qual “*apresentou com a ideia da travessia aérea Lisboa-Rio de Janeiro, num requerimento ao seu ministro, pedindo autorização para iniciar os respetivos estudos*” (Tadeu, 1984, p. 129). Salientam-se a seguir algumas palavras proferidas por Sacadura Cabral no requerimento:

“citando em especial que os americanos e ingleses se preparam para a travessia do Atlântico. Com o Brasil convém-nos estreitar relações, por via da próspera colónia portuguesa com cujo património devemos contar” (Tadeu, 1984, pp. 129-130), (Soares, 1992, p. 6).

Nesta citação podemos verificar uma ligeira contradição do próprio Sacadura Cabral em relação às referências anteriores que indicam o surgimento da ideia aquando da travessia realizada pelos americanos. Porém no âmbito desta última alusão é sabido que o mesmo já teria pensado no assunto mesmo antes da viagem ter sido realizada pelo Comandante Read.

A segunda hipótese considerada em diversas obras, como será demonstrado a seguir, é que a origem da ideia da viagem, surgiu pela aproximação da data de chegada do presidente do Brasil a Portugal, 9 de junho de 1919.

No ano de 1919, o Brasil comemorava o centenário da sua independência e o presidente, Dr. Epitácio Pessoa, defensor de uma aproximação das duas nações, iria realizar uma visita ao estado português.

Artur da Sacadura Freire Cabral ambicionava ligar Portugal ao Brasil por um “voo” que fosse também um “laço” favorecendo o desenvolvimento de uma amizade entre as duas pátrias e aviações (Gameiro, 1972, p. 5). No relatório elaborado pelo aviador constam palavras que demonstram esse afeto “*reconhecemos que o Brasil e Portugal [...] formam, para portugueses e brasileiros, como que uma mesma Pátria por afinidades de língua, raça, de ideias e sentimentos*” (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, p. 77).

Adicionalmente, Sacadura Cabral, no requerimento que escreveu ao Ministro da Marinha, Dr. Vítor de Macedo Pinto, redigiu que:

“Do outro lado do Atlântico existe o Brasil, onde a colónia portuguesa constitui uma grande população próspera [...] convém [...] estreitar relações, porque é sabido que [...] constitui ainda hoje a nossa melhor colónia” (Corrêa, 1964, p. 147).

Em suma, as idealizações da 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul devem-se não só, à opinião de Sacadura Cabral em relação aos laços evidentes de proximidade entre Portugal e o Brasil, mas também ao conhecimento da previsão de realização de uma viagem do Atlântico Norte por parte dos americanos (Corrêa, 1964, p. 147).

#### 2.4.4.1 - Lisboa – Madeira (1921)

Retornando à tentativa de viagem à Madeira, anteriormente abordada, o capitão-tenente Sacadura Cabral depois de ter conhecimento do fracasso da tentativa de viagem até à Madeira, analisou adequadamente o relatório escrito da mesma e informou que a jornada era factível, mais, que seria ele mesmo a realizá-la como execução preparatória para a grande travessia do Atlântico Sul.

Artur da Sacadura Freire Cabral, motivado, decide solicitar autorização para realizar a travessia do Atlântico Sul, por forma a efetuar uma ligação diurna de Lisboa ao Rio de Janeiro, Brasil. Pouco tempo após o término da 1ª Travessia do Atlântico Norte pelo Comandante Read, foi-lhe concedida permissão para tentar alcançar o seu objetivo.

O avião com a consagração desta jornada tinha por objetivos não só testar as capacidades dos hidroaviões F3, que tinham estado expostos a condições de degradação desde que chegaram a Lisboa, mas também para pôr à prova os métodos de navegação aérea desenvolvidos por Gago Coutinho.

A viagem Lisboa-Funchal veio futuramente a realizar-se em 22 de março de 1921, foi comandada por Sacadura Cabral fazendo-se acompanhar por mais 3 tripulantes, em que um desses era o Almirante Gago Coutinho como navegador.

“Na sua câmara havia um velocímetro, um barómetro, um cronómetro, uma bússola, um taquímetro, tábuas e tabelas especialmente preparadas para a viagem, boias de fumo e um

## A Navegação Aérea Transoceânica de Gago Coutinho e Sacadura Cabral

pequeno instrumento de deriva idealizado por Coutinho e Cabral.” (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, p. 70).

Figura 27 - Tripulantes: Sacadura Cabral, Roger Soubiran, Ortins Bettencourt e Gago Coutinho.



Fonte: Adaptado de (Tadeu, 1984, p. 170)

Os dados atrás mencionados revelam que a viagem estava preparada para ser realizada com uma rigorosa navegação aérea. Com o auxílio desses instrumentos foi possível a Gago Coutinho efetuar cálculos para corrigir o rumo que constantemente sofria alterações pela ação do vento, essa variação é designada de abatimento, e de retas de altura utilizando o horizonte do mar, também podia conhecer-se a força e direção do vento e a velocidade real do hidroavião num determinado rumo. A travessia foi um êxito e superou todas as expectativas quanto ao rigor da navegação aérea, tudo correu como Gago Coutinho tinha planeado.

Figura 28 - Chegada do Hidroavião F3 à Madeira, 1921.



Fonte: Adaptado de (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, p. 69).

#### 2.4.4.2 - Lisboa - Rio de Janeiro (1922): 1ª Travessia Aérea Transoceânica do Sul

As jornadas descritas nas páginas anteriores foram aquelas que ocorreram imediatamente antes da 1ª Grande Travessia do Atlântico Sul, as primeiras a serem realizadas por portugueses, as quais carregavam enormes riscos, já que os aviões não tinham estruturas completamente rijas e fixas.

Ainda, eram desconhecidos vários factos acerca da capacidade da aeronave como, por exemplo, a quantidade de combustível e óleo despendidos relativamente ao número de milhas percorridas tendo em conta as condições atmosféricas, dados estes que eram essenciais conhecer para a realização de viagens longas.

Depois de realizada com esplêndido êxito a viagem aérea até à Madeira, onde foi reafirmado o potencial dos métodos e instrumentos de navegação aérea. No entanto, havia agora outros aspetos a considerar para a grande jornada. Gago Coutinho ficou encarregue de toda a preparação e execução da navegação, que era constituída pela determinação e estudo do trajeto a seguir, preparação de tabelas pré-calculadas pelo mesmo e resolução de qualquer tipo de problema de navegação. Por outro lado, Sacadura Cabral permaneceu com a responsabilidade de estudar, organizar e conduzir a expedição (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, p. 79).

Figura 29 - Gago Coutinho, Santos-Dumont e Sacadura-Cabral, 1923.



Fonte: Adaptado de (Aero Clube de Portugal, [s.d], p. XIII).

## A Navegação Aérea Transoceânica de Gago Coutinho e Sacadura Cabral

Inicialmente, o aviador projetou a viagem para ser realizada por Portugal e Brasil, com o objetivo de cada Nação conceder pelo menos uma aeronave para ser tripulada pelos respectivos aviadores das duas Pátrias, por forma a realizar a travessia com o auxílio das duas Marinhas de Guerra (Cabral, 1922, p. 1). O Brasil não seguiu os passos do aviador português, nomeadamente, devido à influência de Santos Dumont, muito acarinhado pelo povo Brasileiro, que não acreditava no possível sucesso da viagem (Correia, [s.d], p. 35).

Sem a ajuda do Governo brasileiro, Sacadura Cabral não desistiu e começou a trabalhar no sentido de preparar a travessia. Iniciou o seu estudo pelo itinerário a seguir, a viagem aérea contemplava 4367 duras e longas milhas náuticas (Cabral, 1922, p. 45), em que a etapa mais desafiante e temerosa era a travessia da costa de África até ao Brasil. Nesta etapa, iria ser necessária uma pequena paragem técnica, nos penedos Fernando de Noronha, para reabastecer o hidroavião no meio do oceano, isto, porque durante treinos de voo, Sacadura Cabral verificou que o consumo de combustível era elevado sendo impossível chegar diretamente a terras brasileiras (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, p. 80).

Figura 30 - Resumo das etapas de voo da Primeira Travessia do Atlântico Sul.

		Pda.	Cda.	Tempo	Dta.	Vde.
Lisboa-Las Palmas	30 Março	7 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	15 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	703´	82´
Las Palmas-Gando	2 Abril	II 15	II 30	15	15	
Gando-S.Vicente	5 "	8 35	19 18	10 43	849	79
S.Vicente-S.Tiago	17 "	17 35	19 50	2 15	170	77
S.Tiago-Penedos	18 "	7 55	19 16	11 21	908	80
F.Noronha-Mar	11 Maio	II 1	17 35	6 34	480	72
F.Noronha-Recife	5 Junho	10 48	15 20	4 32	300	67
Recife-Bahia	8 "	II 5	16 35	5 30	380	69
Bahia-P.Seguro	13 "	10 30	14 33	4 3	212	52
P.Seguro-Victoria	15 "	10 55	14 35	3 40	260	71
Victoria-Rio	17 "	12 42	17 32	4 50	250	52
				62 20	4527	
				2 12	160	
		Total		60 8	4367	72,5

Fonte: Adaptado de (Cabral, 1922, p. 45)

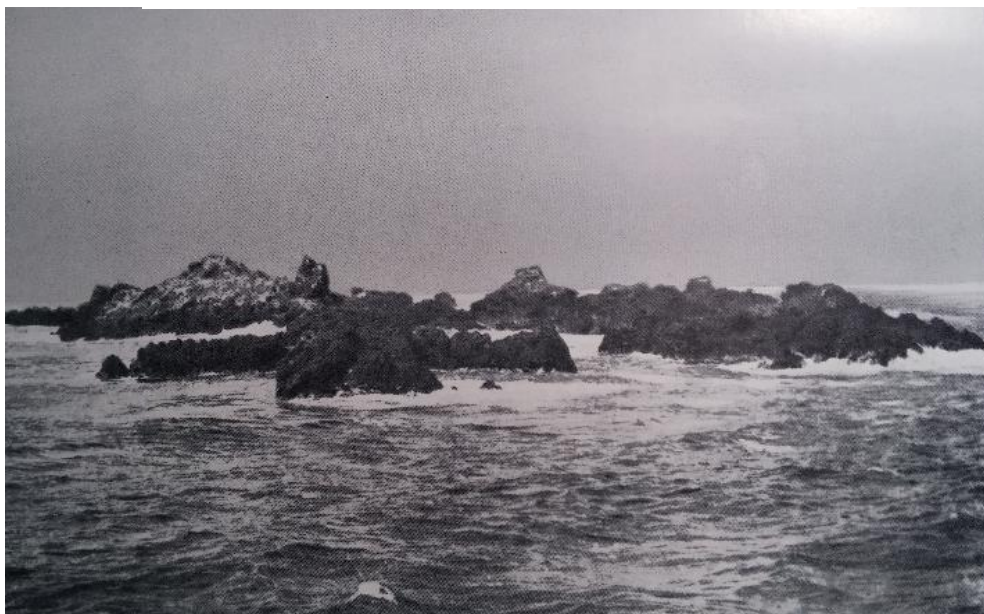
A escolha da aeronave recaiu sobre o emprego de um hidroavião pelas diversas vantagens que o acompanhavam, particularmente, o facto de amarar e descolar em meios aquáticos em situações de emergência ou necessidade e, conseqüentemente, a dispensabilidade de realizar ações de reconhecimento da área, em especial, aeródromos. Por esse motivo, e visto que era necessário pousar ou amarar nos penedos Fernando de

Noronha, uma pequena ilha vulcânica no meio do oceano pertencente ao Governo brasileiro. Por estas razões a escolha da aeronave recaiu obviamente pelo hidroavião.

Relativamente ao percurso avaliado e eleito para executar a travessia era constituído por 3 etapas principais antes de alcançar o Brasil, eram elas as seguintes: a passagem por Las Palmas, Porto Praia, Fernando Noronha, a última paragem antes de atingir as desejadas terras do Brasil (Aero Clube de Portugal, [s.d], p. 66).

Para além de todas as decisões acima identificadas, havia uma outra bastante importante e que vale a pena frisar, a escolha da data de início da expedição. O maior percurso da etapa era entre Cabo Verde e Fernando de Noronha, o que implicava uma autonomia maior do que as restantes etapas. No mercado da aviação, ainda não havia aeronaves com autonomia necessária de pelo menos 18 horas, portanto Sacadura Cabral teve que encontrar uma alternativa que permitisse o hidroavião seguir com menor esforço, contudo com maior velocidade. Sendo assim, avaliadas as condições meteorológicas considerando os melhores e mais vantajosos regimes de ventos, o início da travessia teria que dar-se entre os meses de março e abril, período este em que os ventos alísios eram mais fortes e estavam mais direccionados para sul (Correia, [s.d], p. 36). Este facto permitia ao hidroavião uma velocidade mais vantajosa, já que os ventos eram favoráveis, diminuindo assim as forças de resistência e consequentemente o consumo de combustível.

Figura 31 - Penedos Fernando de Noronha.



Fonte: Adaptado de (Aero Clube de Portugal, [s.d], p. 88/89).

## A Navegação Aérea Transoceânica de Gago Coutinho e Sacadura Cabral

Na manhã do dia 30 de março de 1922, dá-se o início daquele que será o maior, inovador e revolucionário acontecimento para a navegação aérea da época. Com o intuito de acompanhar a missão, o Ministro da Marinha “*destacou três navios da Armada [...], o República, o Bengo e o 5 de Outubro*” (Correia, [s.d], p. 39). Sacadura Cabral e Gago Coutinho partem assim para uma viagem de Lisboa com destino ao Rio de Janeiro cruzando as águas do Atlântico, estamos perante o maior êxito da Aviação Portuguesa.

Figura 32 - Hidroavião "Lusitânia", 1922



Fonte: Adaptado de (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, p. 85).

Nesta viagem foi atingida e demonstrada, pelo Almirante Gago Coutinho, uma austera precisão da navegação aérea. Vários foram os instrumentos utilizados, mas o que mais arrebatou foi o uso de um sextante adaptado pelo próprio por forma a criar um horizonte artificial, a fim de igualmente em condições adversas, como, por exemplo, situações de pouca visibilidade ou em ambiente noturno, ser possível calcular a posição geográfica.

No capítulo 4, serão tratados com maior pormenor todos os métodos de navegação utilizados pelo Almirante Gago Coutinho na travessia do Atlântico Sul.

Finalmente, os objetivos propostos, no início da viagem e relatados previamente, foram totalmente alcançados. As palavras a seguir transcritas pertencem a Gago Coutinho:

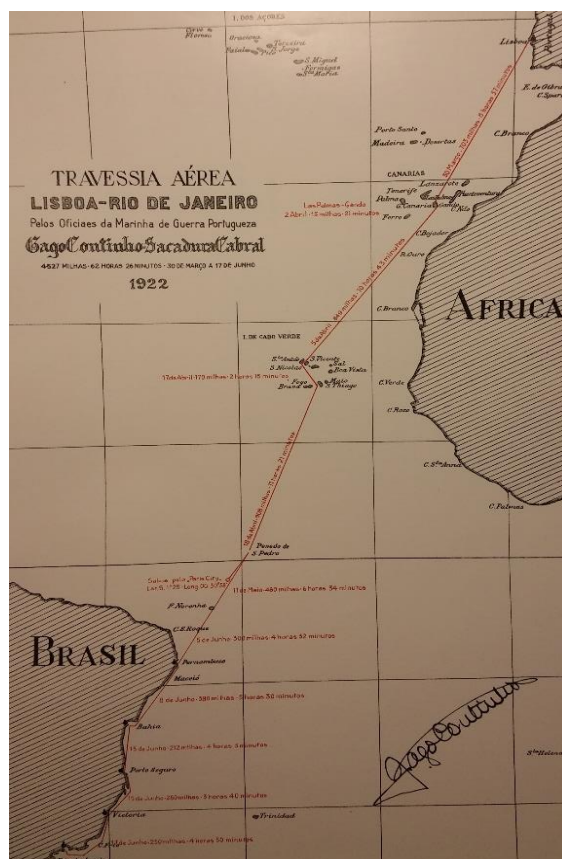
“Ficou provado que era fácil outros aviadores [...] empreenderem grandes travessias sobre o mar, fiando-se nas suas observações astronómicas[...]. Bastará servirem-se de processos e

## A Navegação Aérea Transoceânica de Gago Coutinho e Sacadura Cabral

instrumentos semelhantes, aos nossos, suscetíveis, sem dúvida, de aperfeiçoamento, e que são adaptados da conhecida navegação marítima” (Tadeu, 1984, p. 169).

Perante estas afirmações, verificamos a presença de sentimentos de realização e de dever cumprido nos dois protagonistas da viagem.

Figura 33 - Percurso realizado na 1ª Travessia do Atlântico Sul, Lisboa-Rio de Janeiro (1922).



Fonte: Adaptado de (Aero Clube de Portugal, [s.d], pp. 61-63).

### 2.4.5 - Viagens Aéreas dos Portugueses

Muitas viagens até ao ano de 1936 se efetuaram, contudo as anteriormente relatadas foram aquelas que mais se destacaram, não só por terem sido as primeiras (que por sinal são sempre mais difíceis e perigosas, pois o Homem vai enfrentar o desconhecido), mas também por outras razões, nomeadamente, a pouca experiência dos pilotos profissionais em longas distâncias, a básica tecnologia e estrutura do avião, os

## A Navegação Aérea Transoceânica de Gago Coutinho e Sacadura Cabral

escassos e rudimentares métodos de navegação aérea e, por fim, a inexistência de informações meteorológicas.

Alguns exemplos de viagens realizadas pelos aviadores portugueses, tendo como ponto de partida Portugal, apresentam-se a seguir: Macau (1924), Guiné (1925), Travessia Noturna do Atlântico Sul (1927), Guiné-São Tomé-Angola-Moçambique (1928) e Índia (1930), entre outras (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, pp. 161-181).

Com o passar do tempo, a evolução chega aos aviões, bem como aos seus métodos de navegação aérea, que vêm a ser melhorados e aperfeiçoados, o que leva a facilidades na pilotagem e na navegação. Voar durante horas, com condições adversas, sem saber o nível de combustível e a própria localização exata deixou de ser “um bicho de sete cabeças”, portanto, as viagens longas estavam a tornar-se triviais comparativamente às dificuldades enfrentadas nos primeiros anos dessas.

Figura 34 - Rotas das ligações Portuguesas.



Fonte: Adaptado de (Comissão Nacional para as Comemorações dos Descobrimentos Portugueses, 1997, p. 56/57).

*“Navegámos sabendo sempre onde estávamos.  
Demonstrámos, praticamente, a precisão  
da navegação aérea.”*

*Sacadura Cabral in Conferência  
Sociedade de Geografia de Lisboa, 1922*



### Capítulo 3 – A Vida dos Heroicos Aviadores

*Anjo da Lusitânia esvoaçando  
Nas etéreas distâncias azuladas,  
Um novo sonho eterno despertando  
Em nossas pobres almas condenadas.  
- Teixeira de Pascoas*

O presente capítulo pretende salientar somente a importância e dificuldades associadas à primeira travessia do Atlântico Sul que, conforme já referido, além de se apresentar como um marco importante na nossa história, dever-se-á também enaltecer os seus responsáveis, “os heróis que a levaram a cabo, pois que de autênticos heróis se trata, dadas as condições em que se realizou a viagem” (Corrêa, 1964, p. 11). Estes últimos, além de esboçarem esta travessia, colocaram à prova métodos e instrumentos que permitiram navegar no ar, “como o almirante Gago Coutinho gostava que se dissesse, com aquele rigor matemático” (Corrêa, 1964, p. 11).

#### 3.1. Oficial de Marinha, Geógrafo e Piloto Aviador (1881-1924)

Arthur de Sacadura Freire Cabral, filho de Arthur Sacadura Cabral e de D.<sup>a</sup> Maria Augusta da Silva Esteves, nasceu no dia 23 de maio de 1881 na freguesia de São Pedro, no concelho de Celorico da Beira (Corrêa, 1964, p. 24). No decorrer da sua mocidade, perdera o pai, ficando a sua mãe com a responsabilidade de criar e educar dez<sup>5</sup> filhos (Corrêa, 1964, p. 28), situação esta que possivelmente o motivou a seguir a carreira naval. Terminados os estudos primários e sequentemente os primeiros anos do ensino secundário, no liceu da Guarda, segue para Lisboa, onde conclui o curso secundário e se prepara para concorrer à Marinha (Portas, 1997, p. VIII-8).

No dia 10 de novembro de 1897, com sensivelmente 16 anos de idade, Sacadura Cabral assentou praça, e, futuramente, frequentou a Escola Naval. Uma vez terminado o curso, como primeiro classificado entre os seus 35 camaradas (Tadeu, 1984, p. 241), foi

---

<sup>5</sup> Dr. Paulo de Sacadura Cabral Portas afirma em *Aspectos da vida de Sacadura Cabral*, “uma comunicação apresentada na Sociedade de Geografia de Lisboa, em 17 de junho de 1997”, na página IX-7, que Arthur Sacadura Cabral, seu tio-avô, “seria o primogénito de 12 filhos”.

promovido a Guarda-Marinha<sup>6</sup>, dando início à sua carreira na Armada. Contudo, paralelamente este ficara imediatamente com o cargo de sustentar a sua mãe e auxiliar na educação dos seus irmãos.

Em 1901, seguiu a bordo do *S. Gabriel* com destino a Moçambique, desempenhando funções na Divisão Naval do Índico. Durante dois anos, navegou na costa de Moçambique, familiarizando-se com os seus portos, mostrando a sua essência aquando do salvamento de um marinheiro em águas repletas de tubarões<sup>7</sup> (Tadeu, 1984, p. 241).

Em 27 de abril de 1903 foi promovido a segundo-tenente e “veio a comandar as lanchas-canhoiras *Sabre* e *Lacerda* e, ainda, o vapor *General Silvério*” (Neves, 1972, p. 259). Mais tarde, em 1905, realizou trabalhos no campo da Hidrografia, em conjunto com o Guarda-Marinha Bon de Sousa. No conjunto dos trabalhos desenvolvidos destacamos um rigoroso levantamento hidrográfico da bacia do rio Espírito Santo e afluentes, com o intuito de modernizar o porto, aumentar a profundidade do canal de acesso a Lourenço Marques e construir a sua carta hidrográfica.

Durante esta última atividade, não só revelou ser um trabalhador incansável e um observador com uma incrível precisão (Corrêa, 1964, p. 133), como também manifestou atos de valentia e disciplina que lhe valeram um louvor registado nos *Livros Mestres* por ter protegido o seu escaler de um ataque inimigo no decorrer da sondagem das águas de Angoche.

Seguidamente, em 1906, foi recomendado para efetuar trabalhos geodésicos na retificação da fronteira entre o Transval e Lourenço Marques. No ano seguinte, é incluído na MGAO<sup>8</sup>, a qual era chefiada pelo comandante Gago Coutinho. Este encontro originou uma relação de amizade forte e sólida entre aqueles que, anos mais tarde, viriam a afirmar, a nível mundial, o nome do seu país, através de episódios marcantes da história do século XX.

Rui Pinto, afirma na sua obra “*Gago Coutinho – O Último Grande Aventureiro Português*”, que o fascínio de Sacadura Cabral pelo ar que, conseqüentemente, contagiou Gago Coutinho, nasceu no decorrer do ano de 1907 com a chegada de jornais e revistas de Paris (Pinto, 2014, p. 65), que apresentavam novidades no âmbito da aviação. Para

---

<sup>6</sup> Naquela época, os alunos da EN, Escola Naval, eram Aspirantes e assim que terminavam o curso eram designados de Guardas-Marinhas.

<sup>7</sup> Que aquando a ocorrência deste acidente, e sabendo do perigo inerente naquelas águas índicas, Sacadura Cabral salta pela popa do navio na esperança de realizar o salvamento do homem acidentado, que infelizmente, não conseguiu, demonstrando enorme solidariedade, altruísmo, coragem, inteligência e sangue-frio.

<sup>8</sup> Missão Geodésica da África Oriental.

suportar esta asserção, relativamente à transmissão do entusiasmo pela da aviação, foi transcrita uma nota autobiográfica de Gago Coutinho onde o mesmo declara o seguinte:

“Pessoalmente, eu admirei Santos-Dumont, antes de o conhecer em pessoa. Suas aventuras aéreas eram-me relatadas pelo semanal francês «Vie au grand air» quando há meio século eu trabalhava no sertão africano, como geógrafo” (Pinto, 2014, p. 66).

Adicionalmente, Viriato Tadeu apresenta, também, na sua obra “*Quando a Marinha tinha Asas...*” a hipótese de Sacadura Cabral se ter entusiasmado pela aeronáutica em África<sup>9</sup>.

Terminada a missão, em 1910, Gago Coutinho revelava o elevado potencial do seu camarada e a enorme estima que tinha pelo mesmo, como podemos verificar através das suas palavras

“Com a sua inteligência e tenacidade, supria a menor experiência daqueles trabalhos do mato (...) talento de observador impunha-o para os trabalhos de mais precisão, chegando a resultados que causaram a admiração dos astrónomos do Observatório de Lisboa” (Tadeu, 1984, p. 242).

Sacadura Cabral era de tal forma reconhecido como engenheiro geógrafo, que na altura da sua promoção a primeiro tenente, em 1911, concorreu a uma vaga dos Serviços de Agrimensura de Angola juntamente com engenheiros geógrafos diplomados, sendo mais tarde nomeado para o lugar de subdiretor dos referidos serviços.

Em 1912, foi organizada a Missão do Barotze, na qual Sacadura Cabral participava como geólogo sob a chefia de Gago Coutinho, com o intuito de delimitar a fronteira de Luanda, sendo mais uma vez, enaltecido pelo rigor em cálculos das longitudes por observações da Lua (Tadeu, 1984, p. 243) e, ainda, pela demarcação do reconhecimento astronómico, em Quelimane, “*o que constitui um modelo, do mais perfeito que se encontra nos arquivos do Ministério das Colónias*” (Tadeu, 1984, p. 243).

No ano de 1915, após a conclusão da missão geodésica e de oito anos a colaborar com o comandante Gago Coutinho, Sacadura Cabral regressa a Lisboa e engrena no concurso da Escola de Aeronáutica Militar, a qual promovia o envio de oficiais do Exército e da Marinha para várias escolas estrangeiras de aviação para obterem o *brevet* de piloto-aviador militar.

Esta situação gerou enorme controvérsia, pois as condições visuais do mesmo eram colocadas em causa não por cobiça, mas sim pelo facto de serem observados certos

---

<sup>9</sup> Realça-se que Viriato, para tomar estas conclusões apoia-se na apreciação efetuada a livros de aviação editados desde 1909, que pertenciam à biblioteca privada do aviador.

pormenores por olhares mais atentos, conforme evidenciado por Viriato Tadeu em que destaca as dificuldades de visão de que Sacadura Cabral padecia:

“Meu pai, oficial da Armada, foi contemporâneo de Sacadura. Lembro-me do seu pesar e de me ter dito quando soube do desastre da Mancha: Isto tinha que acontecer. Era muito míope.” Mas tinha o coquetismo de pouco usar os óculos...” (Tadeu, 1984, p. 246).

Podemos, também, verificar esse detalhe na obra de Pinheiro Corrêa intitulada de *Sacadura Cabral – Homem e Aviador*, em que se descreve uma situação decorrida em 1916, ano em que Sacadura era instrutor na Escola de Aviação de Vila Nova da Rainha, em que um dos seus alunos veio “*a verificar que os óculos de voar do seu instrutor, possuíam certo grau...*” (Corrêa, 1964, p. 133).

Para além deste percalço, em 1915, o aviador apresentava já 34 anos de idade (Tadeu, 1984, p. 245), ou seja, segundo a Portaria n.º 4734/19 estava estipulado que “*os cargos de piloto e observador, não poderia ser excedida a idade de 35 anos – com a única exceção de aplicação durante o estado de guerra*” (Tadeu, 1984, p. 246).

No ano em questão decorria a Grande Guerra (1914-1918), no entanto, após término da mesma, Sacadura Cabral ultrapassava, então, o limite de idade e, legalmente, afirma Viriato Tadeu que deveria ter sido suspenso da sua profissão de piloto-aviador (Tadeu, 1984, p. 246). Porém, tal não se sucedeu, provavelmente, pelo prestígio anteriormente alcançado em terras africanas e por todas as virtudes que o acompanhavam e que Gago Coutinho fazia questão de salientar: “*O seu reconhecido talento de observador impunha-o para os trabalhos de mais precisão*” (Tadeu, 1984, p. 242).

Garantidamente o aviador possuía perturbações de visão, como foi verificado pela Junta de Saúde Naval tardiamente, porém naquele tempo “*O Exame médico da seleção de aviadores, na Europa, era tão precário que veio posteriormente a concluir-se que (...), por cada 100 pilotos perdidos, (...) 90 eram por deficiências dos pilotos...*” (Tadeu, 1984, p. 247). Contudo, naquela época para obter um *brevet* não eram exigidas elevadas aptidões físicas, eis o parecer de um aviador seu contemporâneo que está presente na “*Crónica de Aviação. Escolas*” dos *Anais do CMN-1928*:

“Durante a Grande Guerra a preparação do pessoal de Aviação era feita em cursos intensivos. Um mês era muitas vezes suficiente para um oficial obter as suas asas, para o que era necessário voar e ter uns conhecimentos do avião a motor. O resto completava-se no serviço de guerra (...) as próprias faltas encarregavam-se de eliminar os menos aptos” (Bettencourt, 1928, p. 96)

Analisando a afirmação de Ortins de Bettencourt e o historial do aviador descrito na obra “*Sacadura Cabral – Homem e Aviador*”, verificamos que o aviador não foi um daqueles que apenas necessitou de um mês para obter as suas asas. Não quer isto dizer que tivesse qualquer problema na sua obtenção, mas sim, talvez, que os cursos não eram a idealização referida no parágrafo anterior.

A reprodução do boletim recebido pelo aviador após ter terminado o curso na Escola de Aviação Militar de Chartres, em França, leva-nos a refutar o comentário do autor Ortins de Bettencourt. No dia “*11 de novembro do mesmo ano realizou Sacadura o seu primeiro voo como passageiro e em 16 de janeiro de 1916 é largado, fazendo o seu primeiro voo só. Em 7 de março faz a primeira prova de brevet*” (Corrêa, 1964, p. 130).

Tendo por base todos os argumentos apresentados anteriormente e toda a pesquisa realizada até ao momento, poderá afirmar-se que Arthur Sacadura Cabral apresentava de facto dificuldades ao nível da visão e audição, no entanto, como ele veio a demonstrar, estes não eram fatores determinantes para o seu sucesso como piloto aviador. Este possuía diversas características que eram exigidas a um piloto militar, tais como, coragem, disciplina, espírito de sacrifício e camaradagem, lealdade e iniciativa, e foram estas juntamente com a sua teimosia em continuar a voar que o levaram a afirmar-se, e por acréscimo, a vangloriar o seu país a nível mundial, pois “*o certo é que a Aviação Naval jamais teria um chefe com o seu indiscutível prestígio*” (Tadeu, 1984, p. 249).

Mais tarde, uma vez concluído o curso de piloto-aviador em Chartres, Sacadura Cabral seguiu para a Escola de Aviação Marítima de Saint Raphael, por forma a obter a especialização em hidroaviões. Posteriormente, e ainda em França, frequentou várias escolas de aperfeiçoamento (Corrêa, 1964, p. 130).

Em agosto de 1916, Sacadura Cabral regressa a Portugal e é designado para adquirir diverso material aeronáutico necessário à constituição da primeira unidade de aviação em Portugal, sugerindo, ainda, ao Ministério da Marinha a aquisição de dois hidroaviões ao consórcio Franco-Britânico FBA (Neves, 1972, p. 259). Na sequência dos contactos estabelecidos com os construtores aeronáuticos franceses e ingleses, o aviador desenvolveu diversos conhecimentos específicos no âmbito dos motores e equipamentos, o que resultou na sua nomeação como Chefe de Instrução do primeiro curso da Escola Militar de Aeronáutica de Vila Nova da Rainha.

A 23 de fevereiro de 1917, Gago Coutinho realiza o seu batismo de voo com Sacadura Cabral a comandar um “*Maurice Farman 1912*”. No dia 28 de setembro do mesmo ano, por decreto, criava-se formalmente a Aviação Marítima, sendo Sacadura Cabral o principal responsável pela sua organização. Em 1918, foi designado para exercer o cargo de diretor dos Serviços da Aeronáutica Naval e num futuro próximo passou a ser comandante da Esquadilha Aérea da Base Naval de Lisboa, tendo sido promovido ao posto de capitão-tenente, ainda, neste mesmo ano.

No ano de 1919, realizou-se a travessia aérea do Atlântico Norte pelo comandante Read, com o qual Sacadura Cabral teve o privilégio de privar no Bom Sucesso e, quase em simultâneo, foi concretizada uma visita a Lisboa do Presidente da República Brasileira, o Dr. Epitácio Pessoa. Logo após as ocorrências mencionadas, este fora nomeado para fazer parte da “*Comissão encarregada de dar parecer sobre a melhor forma de pôr em prática um plano de navegação aérea*” (Corrêa, 1964, p. 131), revelando e comprovando a exequibilidade da viagem aérea Lisboa-Rio de Janeiro e ficando, por conseguinte, responsável pela realização dos estudos necessários à efetivação da mesma (Portaria 6 de junho de 1919).

No mesmo ano, iniciam-se os preparativos para a desejada travessia aérea Portugal-Brasil, sendo Sacadura Cabral enviado a Inglaterra e França, onde desempenhara funções de adido aeronáutico, a fim de eleger e obter o material e tipo de aeronave a utilizar na viagem, bem como equipamentos necessários à Aviação Marítima.

No ano ulterior a 1919, deu-se início à fase de experimentação, tendo sido realizada a viagem de “treino” Lisboa-Funchal, com o intuito de colocar à prova todos os métodos e instrumentos de navegação aérea até então criados por Sacadura Cabral e Gago Coutinho, sendo este último logo de início convidado pelo próprio aviador para o auxiliar, tomando o lugar de navegador.

De realçar que Sacadura Cabral, juntamente com o seu companheiro dos trabalhos geodésicos, estudou e desenvolveu um instrumento que permitiria a realização de uma navegação estimada, complementando assim a utilização do sextante, e ao qual inicialmente deu o nome de “*Plaquê de Abatimento*”.

Em 1922, conforme referido no capítulo anterior, Sacadura Cabral na companhia de Gago Coutinho, concretiza a tão desejada 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul. Uma vez alcançado o seu grande objetivo, era hora de partir para um outro projeto, mais ousado e ambicioso.

Assim, em 1923, elaborou um plano para a realização de uma volta ao mundo via aérea, a qual não ocorreu por falta de meios materiais. No ano seguinte, considerando os seus esforços perante a Aviação Marítima não recompensados, apresenta um pedido de demissão do cargo de Oficial de marinha, o qual é indeferido.

Adicionalmente, Sacadura Cabral com essa situação conseguiu que o Governo não só aprovasse como também providenciasse os meios necessários, nomeadamente navios de apoio, à concretização da sua viagem de circum-navegação, tendo sido nomeado para “*estudar uma proposta feita ao Governo para o estabelecimento de carreiras aéreas com fins comerciais*” (Corrêa, 1964, p. 131). Apesar de ter havido concordância por parte do governo, crê-se que tal proposta nunca se chegou a materializar, somente os aviões que foram comprados por subscrição pública.

No dia 15 de novembro, ainda desse ano, Sacadura Cabral desaparece no Canal da Mancha. O incidente<sup>10</sup> deu-se a bordo do *FOKKER* 4146, uma das cinco aeronaves que tinham sido adquiridas após incansável esforço e dedicação por parte do aviador e que seriam utilizadas na viagem aérea de circum-navegação (Corrêa, 1964, p. 131).

A polémica adveio do facto de, em 1923 a Junta de Saúde ter considerado Sacadura Cabral inapto para voar, contudo o mesmo deu continuidade ao exercício das suas funções. A razão para tal é desconhecida, porém, como indivíduo disciplinado que era, com certeza tinha a noção das suas capacidades e a solução para colmatar ou minimizar as suas fraquezas, como já havia sido referido antes, foi verificado por um aluno seu, em 1916, que “*os olhos de voar possuíam certo grau...*” (Corrêa, 1964, p. 133).

Adicionalmente, perante uma análise realizada pelo autor Pinheiro Corrêa ao historial de acidentes do aviador, grande parte foi por falhas mecânicas e não por culpa do indivíduo e, para além disso, no período após ter sido considerado inapto e imediatamente antes do seu falecimento, Sacadura Cabral realizou várias aterragens, as quais foram bem-sucedidas: “*(...) e vai aterrar normalmente num pequeno terreno (...), do Centro da Aeronáutica Naval*”, “*Deve declarar-se que estas aterragens foram feitas em Agosto de 1924*” (Corrêa, 1964, p. 136).

Outras hipóteses foram ainda consideradas, por forma a averiguar a razão da amargem forçada, nomeadamente, problemas mecânicos ao nível da bombagem de

---

<sup>10</sup> Não estão confirmadas as causas prováveis do acidente, pois os destroços nunca foram encontrados, no entanto existem variadas especulações. Uma delas é a então inédita falha de visão que o aviador possuía, que de inédita nada tinha, pois era do conhecimento público e do próprio

combustível, possível ocorrência de deflagração de um incêndio a bordo por via do vício<sup>11</sup> do piloto-aviador (apesar de ser sabida a responsabilidade e cuidado do indivíduo em relação a esse) e adicionalmente, pensou-se também numa suspeita de sabotagem como podia ler-se no *Diário de Notícias* através de uma crónica do autor António Ferro intitulada de “*Que interesse teria o engenheiro da casa Fokker em se apoderar de certos parafusos do aparelho?*” (Corrêa, 1964, pp. 249-250).

Resumidamente, são tudo hipóteses e jamais ficarão esclarecidas por sumiço dos destroços, todavia Pinheiro Corrêa constatou um facto no qual muito provavelmente, o nosso aviador terá sido vítima, trata-se do facto dos meios de navegação aéreos da época terem um fraco e precário desempenho em condições de visibilidade reduzida, sobretudo na manobra de aterragem ou amaragem.

Oficialmente, Arthur de Sacadura Cabral, foi dado como desaparecido no dia 6 de janeiro de 1925, após a queda e perda do FOKKER que pilotava no dia 15 de novembro de 1924, na viagem aérea de Amesterdão para Brest. Sendo que apenas após a sua morte, veio a descobrir-se um último projeto ocultado até então, Gago Coutinho declarou:

“Com um dos cinco FOOKER adquiridos (...) que devia vir encaixotado da Holanda até Lisboa e que estava equipado com um motor mais potente – propunha-se Sacadura efetuar a travessia do Oceano Índico, seguindo a rota histórica de Vasco da Gama!” (Corrêa, 1964, p. 253).

Por todas estas razões aqui explicadas julga-se, então, necessário afirmar que a causa principal para o desaparecimento de Sacadura Cabral no Mar da Mancha não terá sido a sua falta de visão, mas sim, muito provavelmente, a neblina existente naquele dia que não terá permitido, ou decerto terá dificultado, amarar em condições normais, terminando assim a vida de um marinheiro, engenheiro geógrafo e piloto-aviador que elevou o seu país ao mais alto esplendor que lhe fora permitido.

### 3.2. Carlos Viegas Gago Coutinho - Geógrafo, Historiador, Matemático, Astrónomo, Navegador (1869 – 1959)

Carlos Viegas Gago Coutinho nasceu no dia 17 de fevereiro de 1869, em Belém conforme discriminado na sua certidão de nascimento, era filho de José Viegas Gago Coutinho e de Fortunata Maria Mendes Coutinho. O falecimento da sua mãe, quando

---

<sup>11</sup> “Sacadura era um *fumador* incorrigível” (Corrêa, 1964, p. 248).

tinha apenas 8 anos de idade, e as frequentes ausências do seu pai, determinadas pela própria atividade profissional, levaram-no a ser criado por D.<sup>a</sup> Maria Augusta Pereira, uma amiga da família (Corrêa, 1965, pp. 3-5).

Após a conclusão dos estudos primários, por volta dos 13 anos de idade, Gago Coutinho entrou para o Liceu Central de Lisboa, onde cedo se destacou devido ao excelente desempenho obtido no exame de admissão, é nesta altura, também, que revela já alguns traços da sua personalidade, através da forma, destemida e resoluta, como rejeita a doutrina da Igreja Católica.

Durante a sua adolescência frequentou sempre o “Clube de São Paulo”<sup>12</sup> e participou em festivais de ginástica e aquáticos a partir dos seus 15 anos (Pinto., 2014, p. 24). Em 1885, findado o Liceu, matricula-se na Escola Politécnica, na qual obtém brilhantes resultados, com o intuito de ir para o estrangeiro frequentar o curso de engenharia. Porém, o seu pai não dispunha de recursos financeiros para concretizar essa sua ambição, portanto, no ano seguinte, ingressou na Escola Naval.

Em 1888, finaliza o curso de Marinha e inicia a sua carreira de oficial, embarcando para Moçambique, abandonando o Real Ginásio Clube Português<sup>13</sup>, todavia defendendo a importância do exercício físico no desenvolvimento intelectual e na formação de carácter (Pinto, 2014, p. 26). Navegou em diversos navios de guerra, nos quais cumpriu várias missões fora do Continente Português. “Destes seus primeiros anos de embarque, destaca-se a sua comissão nos Açores na corveta *Afonso de Albuquerque*” (Canas, 2007, p. 265), de dezembro de 1888 a janeiro de 1891, na qual participou nas operações militares do Tugue, adicionalmente, ainda durante este período, sendo promovido a Guarda-Marinha e posteriormente a Segundo-Tenente ainda no mesmo ano.

Em 1892, comandou a lancha-canoeira *Loge* exonerado do cargo, com a justificação de estar no mesmo há mais de seis meses, devido à ousadia praticada com o Comando da Divisão Naval da África Ocidental, conseqüente do não cumprimento de uma ordem dada, com a qual Gago Coutinho não concordava.

De seguida, em 6 de outubro é enviado para a canoeira *Limpopo* onde permanece até 17 de janeiro de 1893, dia em que destaca para a canoeira *Zambeze*, como encarregado de pilotagem e nessa permanece até 5 de junho do mesmo ano.

---

<sup>12</sup> Nome comum pelo qual era conhecido o Clube Ginástico de Lisboa (Pinto., 2014, p. 30).

<sup>13</sup> Ginásio que Gago Coutinho frequentou após a extinção do “Clube de São Paulo”.

Seguidamente, a bordo da corveta *Mindelo* efetua a travessia Luanda-Rio de Janeiro, navegando a maior parte do tempo à vela. Em 1894, Gago Coutinho regressa a Portugal e é “castigado com 4 dias de prisão por se ter recusado tirar o chapéu ao seu oficial superior” (Pinto, 2014, p. 34), nesta atitude, que já não era a primeira do género, podemos verificar a sua forte personalidade, a qual não se deixava afetar pelos princípios dos demais.

Gago Coutinho continuou embarcado noutros navios, para além dos já mencionados, até setembro de 1895. No dia 26 de outubro desse ano foi promovido ao posto de Primeiro-Tenente e a 25 de novembro, nomeado instrutor da Escola Prática de Artilharia Naval.

Durante todo o seu percurso naval, Gago Coutinho, apesar de embarcado, conseguiu desenvolver uma série de estudos no âmbito dos mais diversificados assuntos, sendo todos eles contributos relevantes para a Marinha Portuguesa. Como exemplo, destacamos as dissertações científicas redigidas pelo próprio acerca do projeto de novos aparelhos destinados a “*Sinais elétricos de noite*”, da “*Modificação do aparelho de Governo do torpedo Whitehead*” (Pinto, 2014, p. 38) e um relatório relativo à artilharia da canhoeira *Liberal*, no qual indica os seus defeitos e a forma de os corrigir (Pinto, 2014, p. 38).

Em 1898, deu-se início à vida de geógrafo de Gago Coutinho. Como o mesmo refere, foi um “*minuto histórico*” (Pinto, 2014, p. 41) o momento em que lhe foi proposto, pela primeira vez, trabalhar na delimitação de fronteiras e triangulação geodésica das colónias portuguesas. Desenvolveu atividades em Timor, Moçambique, Angola e São Tomé, algumas das quais em cooperação com o seu grande amigo Sacadura Cabral.

Este era um trabalho árduo e exigente a nível físico, o geógrafo dedicava-se a ele de corpo e alma. Já a seguir são enumerados alguns aspetos para melhor demonstrar tamanho esforço: Gago Coutinho chegou a realizar o percurso Angola-Moçambique duas vezes, a pé, percorrendo mais de 5200 quilómetros e “numa das ocasiões em que trabalhava no «mato», (...) andaram dois meses à média de 42 quilómetros diários, sempre a pé!” (Boléo, 1972, p. 5); demarcou 450 quilómetros de fronteira; observou mais de 3000 pares de estrelas e, que já não bastasse o relato anteriormente, nessas missões, o mesmo, juntamente com a sua equipa, transportava sempre as suas ferramentas de maior importância que eram a bússola, o teodolito e o sextante.

No ano de 1907, o geógrafo foi promovido ao posto de Capitão-Tenente, indo de seguida comandar as “canhoiras *Sado* entre novembro de 1911 e março de 1912, na Estação Naval da Índia e *Pátria* entre abril e junho de 1912, em Timor” (Canas, 2007, p. 265) e, mais tarde, em 26 de junho de 1915 passou ao posto de Capitão-de-Fragata.

Dois anos depois, no início do mês de janeiro, Gago Coutinho chega a Lisboa para descansar da fatigante atividade de engenheiro geógrafo e realizar o “Relatório da Missão Geodésica de São Tomé e Príncipe”, o qual foi considerado, pela exemplar organização, um modelo padrão a seguir para a construção desses trabalhos. Para o efeito, o próprio solicitou uma licença para passar seis meses na Europa. Neste curto espaço de tempo, também aproveitou para efetivar o seu batismo de voo tão incitado pelo seu companheiro de África, Sacadura Cabral.

No dia 9 de dezembro de 1918 foi promovido ao posto de Capitão-de-Mar-e-Guerra e, ainda neste ano, dá por terminada a sua atividade como geógrafo de campo<sup>14</sup> e arremata este capítulo da sua vida com a determinação do ponto por onde passa o equador geodésico. É de realçar que na altura era um feito inédito alcançar esses resultados, pois a formação específica, dos militares empenhados, nessa área era nula ou quase inexistente.

A convivência constante, desde 1907, com Sacadura Cabral e o aparecimento do problema da navegação aérea aliada à utilização do avião como meio de transporte a grandes distâncias (Aero Clube de Portugal, [s.d], p. 15) natural e logicamente fizeram ressurgir nele o espírito do marinheiro e geógrafo, já que tinha passado vários anos da sua vida em contacto direto com o sextante.

No seguimento do estudo e preparação daquela que seria a primeira viagem aérea de Sacadura Cabral como consequência da aquisição, por parte de Portugal, de dois hidroaviões que tinham que ser transportados de Calshot para Lisboa, o aviador analisou que a navegação aérea em alto mar seria possível (Corrêa, 1965, p. 95). “*Natural era que, para discutir e tentar resolver este problema novo, ele se dirigisse ao seu antigo companheiro de viagens geográficas*” (Corrêa, 1965, p. 95).

Posto isto, em 1917 começam a estudar juntos a “*adaptação dos princípios geográficos, cuja aplicação à topografia e à navegação experimental conhecíamos*”

---

<sup>14</sup> Gago Coutinho depois das missões de campo, continuou sempre muito ligado à Comissão de Cartografia, sendo eleito presidente da mesma aquando a sua reforma.

(Corrêa, 1965, p. 95), isto traduzido para uma simples afirmação, tratava-se de adequar os instrumentos e processos da navegação a bordo dos navios ao meio aéreo. Perante esta questão, concluíram que era necessário cumprir com alguns requisitos, um dos quais, tendo em conta declarações de Gago Coutinho, era:

“o navegador marítimo necessita servir-se do horizonte de mar para observar as alturas dos astros, ao passo que o navegador aéreo, quando voa alto ou por cima das nuvens, ou sobre a terra, não vê a linha do horizonte do mar e terá de recorrer a um horizonte artificial” (Corrêa, 1965, p. 219)

A solução do magno problema passava, então, por proceder à modificação e alteração do sextante para transformá-lo num aparelho de precisão na navegação aérea.

Dois anos mais tarde, era publicado no jornal “*O Século*” uma notícia intitulada de “*Nova aplicação do sextante – Um oficial da nossa Armada está procedendo, com êxito, às respectivas experiências*” (Corrêa, 1965, p. 220). Assim deu Gago Coutinho conhecimento ao público da conseguida adaptação do nível de bolha de ar ao sextante, que seria um auxílio precioso e indispensável, especialmente na navegação noturna.

Em 1919, antes do citado anteriormente, ocorre a Primeira Travessia do Atlântico Norte, que foi concretizada pelo comandante Albert Read a bordo de uma aeronave e, ainda, a nomeação de Gago Coutinho para vogal da Comissão de Cartografia do Ministério das Colónias, cargo conquistado pela sua vasta experiência como geógrafo de campo. É de realçar que o acontecimento indicado no início do parágrafo motivou, em larga escala, o espírito de Sacadura Cabral a realizar a 1ª travessia do Atlântico Sul. Sendo que somente com a visita do presidente do Brasil a Portugal é que Sacadura Cabral decidiu efetuar uma viagem aérea que ligasse as duas nações irmãs.

Durante o ano decorrente e o seguinte, o aviador e Gago Coutinho efetuaram voos consecutivos onde eram realizadas experiências de observação ao sol e outros astros, complementadas com observações em terra, estando as mesmas todas registadas no “*Diário*” de Gago Coutinho (Corrêa, 1965, p. 242).

Faltava agora comprovar a utilidade do instrumento em navegação aérea de longo curso. Para tal, foi então realizada a viagem Lisboa-Funchal em 1921, a qual provou que o “*sextante de precisão*”, como Gago Coutinho lhe chamava, era absolutamente prático para a determinação, a partir de alturas ao sol e aos astros, da posição da aeronave, com névoa ou por cima das nuvens, com tal precisão que era possível seguir um percurso de

navegação aérea pré-estabelecido. Os portugueses estavam, assim, aptos a alcançar qualquer ponto no mar.

Adicionalmente, comprovou-se que o “*Plaqué de Abatimento*”, posteriormente designado de “*Corrector de Rumos*”, permitia obter uma navegação estimada, auxiliando e completando, assim, a navegação astronómica. Este foi contruído e apresentado pelos dois cientistas, depois de comprovada a sua utilidade, em novembro de 1921, no I Congresso de Navegação Aérea realizado em Paris (Corrêa, 1965, p. 250).

Posteriormente, em 1922, concretiza-se a primeira viagem aérea por meio de métodos de navegação fiáveis para longos percursos. Apesar da viagem Lisboa – Rio de Janeiro ter sido um êxito, não era impedimento a melhoria de alguns aspetos. Portanto, nos anos que se seguem, Gago Coutinho realiza vários esforços por forma a aperfeiçoar as suas inovações.

Após o término da ilustre viagem, Gago Coutinho e Sacadura Cabral foram promovidos por distinção aos postos de Contra-Almirante e Capitão-de-Mar-E-Guerra, respetivamente. Receberam, ainda, inúmeros tributos, condecorações e convites de participação em conferências, não só por parte de Portugal, mas também por outros diversos países.

Em 1923, Gago Coutinho, pela amizade que tinha ao piloto-aviador, tomou a iniciativa da construção de um monumento em sua homenagem (Pinto, 2014, p. 138), ainda neste ano, Gago Coutinho é incluído por Sacadura Cabral num projeto de circum-navegação aérea que o último pretendia realizar. Este desígnio inicialmente não foi levado a efeito por falta de meios e, no final, não se concretizou devido ao desaparecimento do aviador. Na sequência do sucedido, em 30 de novembro de 1924, Gago Coutinho escreveu o “*Último Adeus a Sacadura Cabral*”, um texto inédito onde elogia incansavelmente o seu inesquecível amigo (Pinto, 2014, p. 137).

Em 1925, o navegador passou de vogal a presidente da Comissão de Cartografia do Ministério das Colónias, tendo em 1924 e 1930 participado, respetivamente, no II e III Congressos Coloniais Nacionais, nos quais apresentou algumas propostas de trabalho no âmbito do levantamento topográfico aéreo nos territórios ultramarinos. Um aspeto importante que Gago Coutinho gostava de realçar é o facto da sua nomeação para o cargo acima mencionado lhe ter sido atribuído pelo mérito conquistado como geógrafo e não

como “prémio” pela concretização do feito que o afirmou a nível mundial (Canas, 2007, p. 266).

No ano de 1927 empreendeu o navegador uma viagem ao Brasil, Nova Iorque e Paris. Durante esta visitou o Presidente da República Brasileiro e os vários ministros do Governo; foi convidado a escrever um artigo na revista “*Aeronáutica*” brasileira; inaugurou um monumento comemorativo da chegada de Pedro Álvares Cabral, no qual proferiu algumas palavras; reclamou na redação do jornal *New York Times* o facto de a travessia aérea realizada pelos portugueses não se encontrar representada na montra desse e no meio das outras viagens efetuadas pelos diversos países; ainda, assiste a um jogo de futebol organizado pela comunidade lusa; efetua uma palestra no âmbito da descoberta da América e, por fim, chegado a Paris faz a verificação do estado de reprodução das cartas publicadas pela Comissão de Cartografia, que em Portugal custavam o dobro (Pinto, 2014, pp. 173-175). Em julho desse ano regressa a Lisboa.

Em 1929, Gago Coutinho é designado para primeiro presidente da Junta de Educação Nacional, em 1931 foi eleito sociotécnico do Ginásio Clube Português e nomeado presidente honorário da Comissão de Propaganda da Armada. No dia 17 de agosto de 1932 foi promovido ao posto de Vice-Almirante, em 1933 volta às colónias portuguesas com o intuito de ultimar trabalhos geográficos e escreve um texto de despedida intitulado “*Adeus às Colónias*”.

No ano de 1934, Gago Coutinho passou à reserva com o posto de Vice-Almirante, terminando assim a sua carreira de geógrafo, que teve início em 1898 e manteve durante 38 anos. A partir desse ano, realizou e participou em diversas conferências e palestras, escreveu textos e artigos dos mais variados assuntos, recebeu numerosos convites de alguns países para marcar presença, deu entrevistas, publicou estudos, redigiu argumentos para a produção de uma película e compareceu em eventos públicos.

Em 1958 por resolução da Assembleia Nacional Gago Coutinho foi promovido ao posto de Almirante.

Insigne marinheiro, sapiente geógrafo, historiador, matemático, navegador e escritor, por muitos comparado a “certos pensadores do Renascimento que conseguiam tornar-se célebres em vários campos do saber humano” (Pinto, 2014, p. 284), Gago Coutinho cumpre assim a sua missão de uma vida e parte para o descanso profundo, que nunca tivera enquanto vivo, no dia 18 de fevereiro de 1959.

Gago Coutinho foi “uma das maiores figuras nacionais do século XX” (Mota, 1972, p. XV) tendo deixado uma extensa literatura, dispersa por diversas notas e artigos publicados. As suas obras contêm uma série de ensinamentos, dos mais diversificados domínios, alguns dos quais novidade da época e outros não. Baseados em conceitos técnicos e científicos, expõe as suas críticas e soluções, revelando assim o seu elevado espírito crítico e rigor. Por forma a reunir e mostrar ao público em geral todos os trabalhos do Almirante Gago Coutinho, a Junta de Investigação Ultramarina, entre 1972 e 1975, materializada em dois grandes volumes com a totalidade ou maior parte das obras de Gago Coutinho.

### 3.3. Uma Amizade Incomum

A missão de delinear a forma de ser de uma determinada pessoa é sempre uma tarefa extremamente difícil. Contudo com a contribuição de camaradas, pessoas com quem privaram, amizades edificadas, atitudes dentro e fora do serviço e perante diferentes situações é possível, através da análise das qualidades e defeitos apreciados, formar uma ideia relativamente concreta e adequada acerca das personalidades do Comandante Sacadura Cabral e do Almirante Gago Coutinho.

Para se chegar a uma conclusão suficientemente específica, coligiram-se várias opiniões e analisaram-se documentos oficiais e particulares, palavras proferidas em homenagem de alguém e ainda atitudes tomadas perante ataques ou argumentos contestadores.

Diante de toda a informação que foi referida ao longo deste capítulo, podemos averiguar primeiramente que a infância e os primórdios da carreira profissional dos indivíduos a caracterizar foram um tanto parecidas, fornecendo assim indícios de justificação pela empatia entre personalidades.

#### 3.3.1 Natureza de Arthur de Sacadura Freire Cabral

Paulo Portas na sua obra *Aspetos da Vida de Sacadura Cabral* afirma que Arthur de Sacadura Freire Cabral era descendente direto do navegador que descobriu o Brasil, Pedro Álvares Cabral. Segundo uma experiência realizada por neurocientistas americanos

e finlandeses, em dezembro de 2001, em irmãos gêmeos, comprovaram que existem genes hereditários, no entanto não é obrigatório que esses se manifestem no indivíduo que os possui. Neste caso, quis o destino que Sacadura Cabral tivesse presente as características do seu parente, nomeadamente, a coragem, determinação e patriotismo, e, assim, conseguir realizar o mesmo feito histórico, mas com a grande diferença de chegar ao Brasil por via aérea e marítima como havia feito Pedro Álvares Cabral em 1500.

O piloto-aviador desde jovem manifestou ser humilde, apesar de provir de uma família nobre<sup>15</sup>, era pessoa dotada de inteligência, não só na escola como referiu o autor Paulo Portas “De registar, nesta fase da sua vida, o facto de ter sido, sempre, o melhor aluno do seu ano” (Portas, 1997, p. IIX-8), como também na Escola naval “ *O seu curso foi brilhante, sendo o 1º classificado entre 35(...)*” (Tadeu, 1984, p. 241) afirmou Cisneiros de Faria e ainda durante toda a sua carreira profissional, sendo inúmeras as vezes que Gago Coutinho evidencia as capacidades de Sacadura Cabral, eis um exemplo aquando ambos se encontravam em terras africanas: “*Foi-nos agregado um tenente de Marinha (...). Com a sua inteligência e tenacidade, supria a menor experiência daqueles trabalhos do mato (...)*” (Tadeu, 1984, p. 242).

Em continuação, podemos afirmar convictamente que Sacadura Cabral era responsável, dedicado, trabalhador, protetor e solidário. O que se evidencia na forma como assumiu o dever de sustentar e educar a sua família, após o falecimento do pai quando ainda era novo e, também, numa situação sucedida no seu início de carreira:

“seguinto numa lancha-canhoneira, que navegava em rio infestado de crocodilos, um grumete caiu à água e o nosso guarda-marinha atirou-se por cima da roda propulsora da popa, ainda em movimento” (Tadeu, 1984, p. 241).

Além disso, esta última situação revela o espírito de camaradagem e a enorme coragem e sangue-frio que Sacadura Cabral teve no momento de tentativa de salvamento do seu subordinado.

Novamente, em África, perante uma diferente situação, a qual lhe valeu um louvor do Comandante da Divisão Naval do Índico, “*pelo critério, valentia e muita disciplina*” (Portas, 1997, p. IX-9) com que defendeu o seu escaler evitando um ataque de nativos nas águas de Angoche.

---

<sup>15</sup> O seu pai era engenheiro de Obras Públicas na Metrópole e em Angola (Portas, 1997, p. IX-7). No século XIX mais de metade da população era analfabeta, portanto, “nenhum pobre chegava a engenheiro”.

Durante o seu tempo de engenheiro geógrafo demonstrou sempre a sua propensão natural para o critério, perfeccionismo e incansável dedicação, não se fatigando Gago Coutinho de elogiar repetidamente essa entrega e aptidão para o trabalho de campo “*eram modelos de precisão, que nunca foram excedidos por geodésico algum de mato*” (Tadeu, 1984, p. 243), acrescentando que “*No traçado dessa linha de mais de 400 quilómetros, o trabalho teve uma precisão tal que o erro provável de desvio (...) é inferior a meio metro*” (Tadeu, 1984, p. 243). O seu imprescindível e incalculável valor como engenheiro geógrafo completo veio a confirmar-se com a sua designação para o cargo de Subdiretor dos Serviços de Agrimensura em Angola.

Transversalmente, pelas palavras proferidas por Gago Coutinho, podemos afirmar que “*os serviços de África*” juntamente com a sua tendência característica de homem isolado, generoso e de espírito aventureiro cultivado de responsabilidade, fortaleceram e consolidaram o seu “*carácter*” (Tadeu, 1984, p. 244).

Naquela época, a vida em África era uma enorme dificuldade, havia temperaturas abrasadoras, muito diferentes daquelas a que os portugueses estavam habituados, falta de água e alimentação, subnutrição e muitas doenças “*aquilo é duro. Se a sua mocidade se tem passado em Lisboa, a dançar o fox-trot, outro homem ele seria*” (Tadeu, 1984, p. 244).

Em seguimento, levou então a sua vida em África ao enriquecimento do seu retrato, tornando-se destemido, independente, incansável trabalhador, valoroso, ambicioso e tenaz “*arredando todas as contrariedades, vencendo todos os obstáculos*” (Tadeu, 1984, p. 244). Como tal nele primava a agressividade, antipatia e dureza “*à primeira vista o seu aspeto era brusco e sêco, quase intratável. Era um espírito concentrado, azedado pela falta de carinho (...)*” (Corrêa, 1964, p. 42).

Paulo Portas declara ainda na sua obra “*Aspetos da Viagem de Sacadura Cabral*” que através de algumas cartas escritas à sua família Sacadura Cabral revela sempre grande preocupação para com os que dele dependiam. Afirmando, ainda, que:

“Não há nelas qualquer espécie de amargura pelo tipo de vida escolhido, nem tão pouco qualquer queixa pelas responsabilidades que se viu obrigado a assumir” e que o “sentido de missão era o único motivo da sua existência” (Portas, 1997, p. X-10).

Já não é inédito que Sacadura Cabral era uma pessoa totalmente consciente, porém deve ficar bem ciente o seu sentido de responsabilidade que não partilhava com ninguém.

Somente em 1915 é que começou a pensar nos seus objetivos e ambições, resultado de alguns dos seus irmãos já terem a vida consolidada e da sua irmã mais nova já ter os seus 15 anos de idade (Portas, 1997, p. X-10).

Adicionalmente, nas situações de acidente em que o piloto-aviador estava envolvido reivindicou sempre a culpa do sucedido para si, e mais, assumindo por inteiro as responsabilidades. Nos relatórios arquivados podemos encontrar diversos exemplos, tal como: “*No último voo de instrução, deu-se um acidente devido talvez a imperícia minha*” (Corrêa, 1964, p. 34), presente no relatório diário de instrução, e “*toda a responsabilidade do desastre é minha (...). O único responsável do acontecimento sou eu*” (Corrêa, 1964, p. 35), patente no relatório relativo ao *raid* Lisboa-Funchal.

A propósito da viagem Lisboa-Rio de Janeiro e da sua atividade como piloto-aviador, Sacadura Cabral, através das suas palavras e atitudes, revelou e reforçou mais alguns dos traços que constituem a sua personalidade.

Procede-se, então, ao relato desses componentes psicológicos: mais uma vez, mostrou ser audaz, seria a primeira vez que seria feita a travessia do mar com meios de navegação aérea; desapegado de bens materiais e da vida, não lhe ocupando a morte o espírito “*Desde que partimos (...) tínhamos metido a vida em despesa (...) melhor era ir até onde a gasolina desse*” (Corrêa, 1964, p. 36); sereno, com uma capacidade de autodomínio incrível, conseguindo dominar os seus nervos, mantendo e transmitindo sentimentos de calma em momentos de pânico:

“Estivemos amarados em frente de Brighton durante dez horas, (...) Passaram por nós dezenas de barcos que não nos viram. Neste transe, um tanto angustioso tive ocasião de (...) apreciar a serenidade de Sacadura Cabral. (...) convencido de que a sua boa estrela o protegia fumou e dormiu tranquilamente” (Corrêa, 1964, p. 37)

Tenaz e determinado, pois nunca desistiu dos seus intuitos e de fazer de tudo para os alcançar, sendo esta viagem bem como a circum-navegação aérea mais tarde idealizada, bons exemplos dessa sua perseverança “*uma vez iniciada a viagem, o nosso brio exige que ela se termine custe o que custar*” (Corrêa, 1964, p. 38) e “*o Homem, com a sua teimosia, acabará por vencer*” (Corrêa, 1964, p. 41); confiante, em todos os atos da sua vida e em todas as missões em que se envolveu, esta qualidade ficou bem demonstrada:

“Lamento o acontecido, julgando porém, que, pelas circunstâncias que se deram, ninguém teria feito melhor”; generoso “(...) era preciso subscrever com soma bastante elevada para a minha pobre bolsa (...) Sacadura (...) pôs do seu bolso (...) para que o meu nome não deixasse de figurar no livro de ouro” (Corrêa, 1964, p. 41).

Atitude documentada por Mercedes Blasco; e, finalmente, um grande patriota “*nunca fui, senão, uma coisa: Português - e é isso que pretendo continuar a ser e... que serei.*” (Corrêa, 1964, p. 32), porém ignorava a política do país “*Nunca fui, não sou e não serei político (...) ter atravessado o Atlântico não mostra que tenha qualidades administrativas*” (Corrêa, 1964, p. 32).

Como se verifica Arthur de Sacadura Freire Cabral era um grande homem e foi exaltado por muitos, não só pela família “*Todos nós (éramos dez irmãos) temos uma grande confiança, uma fé absoluta nas suas qualidades de inteligência, de trabalho e de tenacidade*” (Corrêa, 1964, p. 37), dito pelo seu irmão mais novo; não só pelo seu grande amigo, Gago Coutinho, “*Que este tão grande exemplo da trabalhosa e árdua vida d’aquela super-homem – a cuja dedicada agitação só a Morte conseguiu tragicamente pôr um termo*” (Pinto, 2014, p. 136); mas também companheiros, camaradas e pessoas conhecidas que conviveram com ele, como por exemplo, Ortins de Bettencourt que o acompanhou na viagem Lisboa-Funchal “*O Dever foi sempre, afinal, a grande estrela da sua vida*” e Mercedes Blaco “*Os homens nunca compreenderam bem a alma deste herói quase lendário de bravura e coragem*” (Corrêa, 1964, p. 43).

### 3.3.2. Essência de Carlos Viegas Gago Coutinho

Vejamos, agora, alguns traços da forma de ser do ilustre geógrafo, navegador e marinheiro. Gago Coutinho era uma pessoa extremamente humilde, que se vangloriava diversas vezes em ser descendente de gente pobre “*obrigado a empenhar as pratas da casa para pagar o seu primeiro uniforme*” (Pinto, 2014, p. 24), nunca ocultando as profissões dos seus familiares “*Meu pai é escrevente da Nau Vasco da Gama! (...) E o resto é tudo gente simples, como meu tio materno, pescador do caíque, e como eu!*” (Pinto, 2014, p. 24) e ainda do bairro no qual viveu durante toda a sua vida.

No tempo de escola a sua inteligência já era notada, tendo sempre excelentes resultados “*encontraram uma discrepância entre os cálculos de Gago Coutinho e um dos professores, a situação foi analisada (...) concluíram que a operação correta era a do*

*aluno*” (Pinto, 2014, p. 23) e terminando em primeiro lugar no curso da Escola Naval. Como compreensivo que era nunca demonstrou qualquer tipo de amargura ou angústia pelo facto do seu pai não ter possibilidade de pagar o seu desejado curso de engenharia na Alemanha.

Desde adolescente revelou preocupação pela saúde, por isso praticava desporto “*mesmo aqui em casa, almoçava, dava duas voltas no trapézio, e ia para o escritório*” (Pinto, 2014, p. 26), e assim continuou ao longo da sua vida “*com 72 anos fazia uma hora de argolas*” (Pinto, 2014, p. 26), julgo não ser obra da sorte que entre seis oficiais contagiados com febre-amarela só ele e mais um tenente tenham sobrevivido, o exercício preparou-lhe e fortaleceu-lhe o corpo. Gago Coutinho era isolado e reservado “*O Carlos é rapaz de poucas falas, sempre foi assim(...)*” (Pinto, 2014, p. 26), dotado de irreverência e determinação, pois na sua mocidade opôs-se veemente em seguir a doutrina da religião cristã, mais tarde podemos também confirmar esses traços quando revela o seu desacordo com o tipo de formação ministrada a bordo, “*acusando alguma rebeldia própria da sua juventude e carácter*” (Pinto, 2014, p. 31).

Durante a sua estadia em África, face a acontecimentos passados, relatados pelo seu pai, como:

“Um dia, quando estava na fragata D. Fernando, atirou-se à água para salvar um marinheiro” e “os Ingleses queriam ocupar certas terras..., mas o meu filho apareceu-lhes pela frente e eles não conseguiram o que queriam” (Pinto, 2014, p. 23)

Gago Coutinho deu já indícios das virtudes do seu ser, composto de incalculável altruísmo, coragem, determinação e camaradagem, que mais tarde se vieram a consolidar.

Adicionalmente, revelou a tenacidade, organização, perfeccionismo, tranquilidade e empenho, que o acompanhavam em todos os seus projetos. Referimos apenas um episódio revelador destas qualidades quando numa noite lhe caiu a sua mala com todas as suas medições e observações de seis meses e que não foi possível recuperar, Gago Coutinho refez todo o seu trabalho perdido sem se ouvir um único lamento! (Corrêa, 1965, pp. 43-44). A modéstia e humildade eram outros aspetos sombra da sua personalidade sempre acompanhadas pela dedicação e espírito de sacrifício como podemos verificar pela seguinte afirmação do próprio:

“possam as pessoas que sem pisarem o mato africano (...) avaliar o quanto o nosso trabalho, apesar dos seus defeitos, ainda assim representa em persistência a dedicação (...) estou certo de

que (...) aqueles que daqui a longos anos, voltarem ao terreno, não hesitarão em nos fazer justiça e reconhecer a boa fé com que trabalhámos (...)" (Pinto, 2014, p. 65).

Gago Coutinho marcou ainda pela sua franqueza, seriedade, honestidade e transparência como se denota num dos relatórios de missão redigidos pelo próprio onde destaca “*a indispensabilidade de Sacadura Cabral nos trabalhos desta índole. Indicou mesmo ao Governador-Geral de Moçambique a vantagem que seria tê-lo na equipa (...)*” (Pinto, 2014, p. 66).

Desde a sua juventude que demonstrou ser um homem multifacetado, interessando-lhe todas as áreas desde matemática, geografia, orografia, história, clima, hidrografia e etnografia, e assim se manteve até ao fim dos seus dias, tendo sido geógrafo, astrónomo, matemático, cartógrafo, historiador, marinheiro, navegador aéreo e cientista! Na sua essência notava-se ainda um elevado patriotismo, defendendo ardentemente o seu país e os portugueses, sendo exemplos dessa os seus estudos acerca da “*Náutica dos Descobrimentos*”, nos quais utiliza argumentos irrefutáveis para defender não só o valor dos grandes navegadores portugueses, mas também os interesses históricos da Pátria e a polémica por ele gerada na redação do “*New York Times*”, situação já descrita no subcapítulo anterior.

Todavia, apesar de patriota não era nada político, várias vezes realizou declarações nas quais estava patente o seu desinteresse pela política “*Nunca me senti com disposição nem para a política nem para ser ministro*”, “*sempre fui nacionalista e liberal e tanto que nunca me filiei em partidos para ser mais livre de pensar, contra ou a favor de governantes*” (Corrêa, 1965, p. 58).

Viajante nato, visitou numerosos locais todos eles anotados no seu “diário”, no entanto interessava-lhe, particularmente, tudo quanto dizia respeito à civilização e costumes de África (Pinto, 2014, p. 23) e não ocultava o enorme amor que tinha pelo Brasil, para ele terras portuguesas que conhecia desde o ano de 1893 e nas quais passou alguns anos da sua vida. Antes da sua morte, Gago Coutinho expressou o desejo de passar os seus 90 anos de idade naquele país “*Estive no Rio de Janeiro em 1893 e 1894 (...)* voltei em 1922, 1923, 1925, 1927 (...) e tenciono lá voltar em 1948.” (Corrêa, 1965, p. 89) e em “1958, dizia ainda ao autor que tencionava festejar «os seus 90» no Rio de Janeiro” (Corrêa, 1965, p. 90)

No âmbito da realização da primeira travessia aérea do Atlântico Sul, o Brasil instituiu um prémio para os dois aviadores, depois de apresentados os documentos necessários para a sua receção, Gago Coutinho nunca mais tratou de o receber (Corrêa, 1965, p. 44), com este relato denota-se exuberantemente que os valores materiais de longe foram alguma vez considerados como uma preocupação para o próprio, demonstrando grande abnegação a esses. Apesar de apenas ter sido apresentado o caso acima há enumerações de vários outros que o comprovam.

Aos 89 anos de idade, Gago Coutinho não tinha medo que a Morte o viesse buscar “*não posso me lamentar quando chegar a hora da morte*” (Pinto, 2014, p. 269), considerando-se um homem feliz e concretizado “*a vida que tive, cheia de emoções e cheia de sorte (...) nunca ambicionei uma existência tão feliz!*” (Pinto, 2014, p. 269). Ainda que a sua idade e o seu estado de saúde já crítico, o geógrafo continuava a trabalhar incansavelmente “*os médicos julgaram-no livre de perigo, pois quis voltar a trabalhar*” (Pinto, 2014, p. 275), revelando a pessoa enérgica, irrequieta, ativa, dedicada, esforçada e com grande sentido de responsabilidade que sempre foi. Para além disso, continuava a demonstrar a confiança e otimismo que cultivara em toda a sua vida “*confessou que queria viver mais uns anos, pois tinha ainda imensas coisas a fazer*” (Pinto, 2014, p. 275).

Para reforçar e complementar o juízo realizado há dois parágrafos atrás, julgo ser suficiente falar no maior ato de bondade e generosidade que Gago Coutinho podia ter tido, o qual foi o seu testamento. Não tendo herdeiros nem família doou todos os seus bens às pessoas mais próximas como amigos, vizinhos, governanta, criada, primas, jardineiro, os pobres da Madragoa, enfim, uma imensidão de pessoas, instituições, bibliotecas, associações e academias (Corrêa, 1965, p. 46).

Por último, mas, de todo, menos importante é de realçar que em toda a extensão do documento o ilustre cidadão somente realizou um pedido: “*O caixão de pinho será pobre (...) Vestir-me-ão os calções e casaco de aqui, como atravessei África. Tudo pobre, como nasci. Aliás nunca fui almirante a valer, mas autêntico geógrafo de campo*” (Corrêa, 1965, p. 36). As palavras transcritas anteriormente, mais uma vez, vêm comprovar a modéstia, humildade, autenticidade, simplicidade e integridade intrínsecas a este insigne espírito.

Em suma, termina-se a descrição da personalidade do Almirante Gago Coutinho aludindo ao sentimento de gratidão que o próprio cultivava e dava a conhecer, nunca se

esquecendo, durante a sua longa vida, de quem lhe fez bem ou mal ou, simplesmente, o ajudou em algum momento.

Destaca-se o falecimento da sua mãe adotiva, uma vez que este episódio o marcou profundamente e é através das suas palavras marcadas no manuscrito do testamento que confirmamos a presença do puro sentimento de ternura, estima, afeição e gratidão infinita em relação àquela a quem o próprio devia os “*bons exemplos e educação de economia*” (Corrêa, 1965, p. 39).

### 3.3.3. A Afinidade de Identidades Semelhantes

A amizade verdadeira entre os dois homens que neste capítulo se tem vindo a retratar, é na verdade rara e incomum. Nascida por via do acaso e da sorte, quis o destino que num encontro profissional Gago Coutinho e Sacadura Cabral nunca mais se largassem. Ambos desenvolveram um sentimento mútuo de elevada afinidade, por razões desconhecidas, porém julgo que a resposta se encontra na semelhante fisionomia moral que partilhavam.

Para realizarmos uma melhor análise e obtermos uma explicação, elaborou-se o quadro-resumo, com as semelhanças das suas vidas, que se apresenta a seguir:

Tabela 1 - Síntese comparativa entre Gago Coutinho e Sacadura Cabral

Carlos Viegas Gago Coutinho	Arthur de Sacadura Freire Cabral
Provinham de famílias com poucas possibilidades económicas.	
Perderam um dos progenitores durante a mocidade.	
Foram criados pelas suas mães, o primeiro pela adotiva, devido à ausência constante/permanente dos seus pais.	
Durante o tempo de escola alcançaram notáveis classificações, revelando bastantes capacidades.	
Concorreu à Marinha por falta de meios económicos para frequentar o curso de Engenharia na Alemanha.	Optou por uma carreira naval devido ao sentimento de responsabilidade para com o sustento e educação da sua família.
Tornaram-se pessoas independentes consideravelmente cedo.	

Terminaram a Escola Naval em 1º lugar do curso	
No decorrer da missão a bordo dos navios, em diferentes situações e sem êxito, ambos se atiraram ao mar para tentar salvar um elemento que caíra de bordo.	
Em Moçambique afugentou os navios Ingleses, que pretendiam tomar posse daquelas terras.	Em Moçambique, defendeu o seu navio e tripulação repelindo um ataque de nativos.
Trabalharam juntos como geógrafos na delimitação de fronteiras de África.	
Ambos distinguidos pela capacidade de observação, esforço, organização, método e perfeccionismo.	
Existência de mútua confiança e autonomia no trabalho.	
Revelavam aptidão física para a vida do mato, bem como simplicidade e desapego dos bens materiais.	
Demonstraram sempre um grande espírito de liderança e aventura.	
A dedicação e empenho em todas as atividades envolvidos era notável.	
Dotados de elevado patriotismo aliado à ambição, sonhavam alto e planeavam o sucesso de todos os seus trabalhos.	

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir da síntese em cima descrita, pode-se verificar que, apesar de fisicamente diferentes, muitos eram os pontos comuns aos dois geógrafos de campo. No início das suas vidas ambos passaram por situações e ambientes semelhantes, que como pudemos comprovar tiveram influências diretas nas suas atitudes e complementaram aquilo que era hereditário.

Mais tarde, na altura em que se encontravam em África ambos de forma natural terão percebido de que partilhavam ideias, gostos, virtudes e sentimentos semelhantes. Então, através da sensação de afinidade, sintonia e afeição aliada às dificuldades sentidas e que tinham de ser superadas sem o apoio da família e somente contando com os seus camaradas de campo, começaram a construir a sua boa relação de amizade que se manteve até ao fim.

Desde o início das suas carreiras e ao longo das suas vidas, Gago Coutinho e Sacadura Cabral revelaram um enorme espírito aventureiro, de interajuda e prazer pelo desafio, aborrecendo-os as rotinas e a estagnação no tempo e nos conhecimentos. A

viagem aérea ao Brasil e, posteriormente, todos os projetos idealizados, estudados, construídos e concretizados, tanto pelo navegador como pelo piloto-aviador vieram comprovar esse facto.

A lealdade, sinceridade, honestidade, retidão e honra eram características que faziam parte da essência principal das suas existências. Prova evidente disso, foi o facto de Gago Coutinho nos anos a seguir à morte de Sacadura Cabral ter redigido diversos textos em sua homenagem, nos quais louvava e defendia ao pormenor a sua imagem, os seus feitos e o seu valor incalculável para a Pátria e, ainda, criticava de forma construtiva a atitude de Portugal perante esse insigne herói que foi Arthur de Sacadura Freire Cabral.





## **Capítulo 4 – Os Métodos de Navegação Aérea de Gago Coutinho e Sacadura Cabral**

A navegação é um meio através do qual o marinheiro ou aviador não só determina a sua posição à superfície da Terra, mas também a direção que deverá seguir por forma a dirigir o seu veículo até ao destino desejado.

No entanto, até ao ano de 1922 esse processo técnico de cálculo para a navegação aérea ainda não havia sido descoberto, a sua necessidade era ainda reduzida, pois a maior parte das viagens que se realizavam eram de curta distância e com o solo visível para que se pudesse verificar o progresso da aeronave em direção ao ponto desejado somente através da observação e de instrumentos muito rudimentares. Embora esses equipamentos fossem capazes de fornecer dados básicos como direção (bússola), distância (odómetro) e altitude (altímetro), essas informações não eram as suficientes para que se conseguisse alcançar o objetivo de efetuar viagens de longas distâncias. Por este motivo era então indispensável encontrar um processo de navegação aérea que providenciasse as condições necessárias à sua concretização, estávamos assim perante um apreciável problema.

Em 1919, a fim de não ultrapassar, mas sim contornar essa dificuldade e conseguir concretizar a 1ª Travessia Aérea do Atlântico Norte, o comandante Albert Read mandou “balizar” todo o percurso do Canadá até às Ilhas dos Açores com 22 navios da Marinha Americana, distanciados de 50 em 50<sup>16</sup> milhas, com a função de orientar de dia e de noite, através de holofotes e material iluminante, as aeronaves até ao destino definido.

Tendo em conta o que foi dito anteriormente é possível verificar que não houve nenhum progresso ou inovação em relação aos métodos de navegação aérea, já que esta travessia foi toda ela realizada usando métodos de navegação à vista. Nesse mesmo ano, realizou-se uma 2ª Travessia, todavia esta foi do Canadá até à Irlanda e efetuada pelos ingleses Alcock e Brown com uma pequena particularidade a utilização de um sextante de marinha<sup>17</sup> com nível de bolha adaptado<sup>18</sup>.

---

<sup>16</sup> Baseado em (Curtiss NC-4, [s.d]).

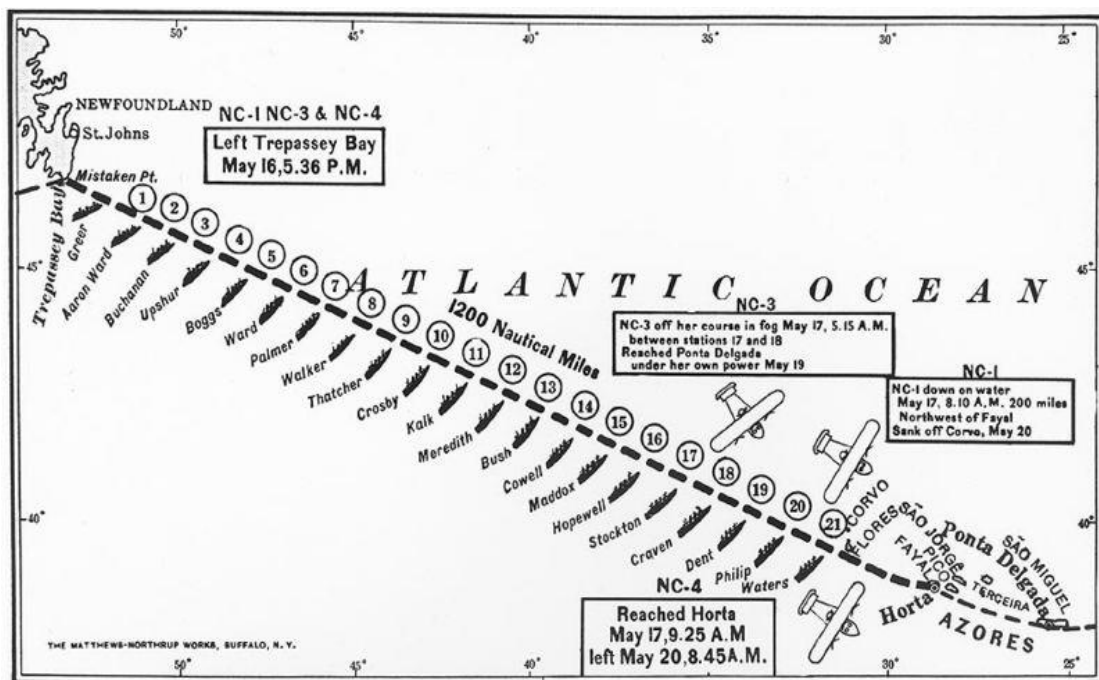
<sup>17</sup> Os métodos de navegação aplicados pelos marinheiros nos navios resultaram de séculos de pesquisa, invenção e experimentação, contudo ainda não tinham atingido a finalidade de poderem ser usados para voos de longa distância, especialmente sobre o oceano, em condições de invisibilidade do solo e, por vezes, do horizonte.

<sup>18</sup> É uma modificação introduzida no sextante para que possa ser usado na navegação aérea. Esse é constituído por um sistema de bolha que produz um horizonte simulado/artificial podendo, deste modo, o instrumento ser usado em qualquer circunstância de invisibilidade desse limite.

Na obra *Flying The Atlantic In Sixteen Hours* o autor Sir Arthur Whitten Brown afirma que durante a travessia realizou algumas observações a astros com o sextante de horizonte artificial, realçando o facto de ter conseguido calcular o número de milhas percorridas, a velocidade média praticada e a posição da aeronave, que lhe permitiu comparar com o planeamento efetuado na carta de navegação “*We were slightly to the south of the correct course, which fact I made known to Alcock in a note, with penciled corrections for remedying the deviation*” (Brown, 1920, p. 52).

Tendo por base o referido no parágrafo anterior é possível constatar que, apesar de ter ocorrido um avanço ao nível dos métodos de navegação aérea, não foi efetuado nenhum processo de estima, a travessia mencionada foi somente um ato de “acertar” com a enorme costa da Irlanda. Com efeito é de notar o facto de se ter descoberto o caminho da solução para o problema inicial, a qual passa claramente pela adaptação dos métodos de navegação marítima à navegação aérea. No entanto, não se pense que um oficial de marinha com vasta experiência em navegação astronómica em navios teria conhecimentos suficientes para dirigir com segurança aeronaves.

Figura 35 - Travessia aérea América-Europa realizada pelo comandante Albert Read a bordo do hidroavião NC-4, através da "balizagem" do percurso por navios



Fonte: Retirado de [http://www.wikiwand.com/en/Curtiss\\_NC-4](http://www.wikiwand.com/en/Curtiss_NC-4), às 17:31 do dia 6/05/2018.

Em sequência, surge a 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul no ano de 1922 e note-se que é apropriado e necessário efetuar uma considerável distinção entre esta viagem e as duas caracterizadas nos parágrafos anteriores. Na verdade, a pertinência não está no facto de se ter concretizado a primeira viagem aérea oceânica do Sul, mas sim, com toda a certeza, na circunstância de Gago Coutinho e Sacadura Cabral terem sido os pioneiros na conceção e ratificação dos primeiros métodos científicos da navegação aérea, cuja eficácia foi comprovada com o sucesso obtido no alcance dos Penedos de S. Pedro, um ínfimo ponto na imensidão do Oceano Atlântico atingido com “*um grau de rigor que surpreendeu os especialistas na matéria*”<sup>19</sup>”

Figura 36 - Percurso efetuado na 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul.



Fonte: Retirado de <https://altimagem.blogspot.pt/2012/03/primeira-travessia-aerea-do-atlantico.html> às 00:27 do dia 7/5/2018

Em primeiro lugar, é natural que Gago Coutinho, o navegador, se tenha baseado na análise de todas as diferenças existentes entre a navegação marítima e a aérea para criar o seu sextante de horizonte artificial, mas não só, ainda concebeu juntamente com o

<sup>19</sup> Cf. António Jorge da Silva Soares, “Génese da Navegação Aérea”, in *Memórias*, vol. XXVII, Lisboa, Academia de Marinha, 1997, p. IV-20.

piloto-aviador, um instrumento capaz de calcular o abatimento, com designação de corretor de rumos.

Sendo o objetivo central deste trabalho o estudo dos métodos de navegação aérea utilizados por Gago Coutinho e Sacadura Cabral na 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul, irei analisar e, naturalmente, explicar de forma clara e detalhada os instrumentos que foram empregues, bem como todos os processos envolvidos, pelo que será realizada em seguida uma abordagem altamente técnica dos mesmos.

Tendo em conta a época em que viveram os dois navegadores, sabemos que os métodos até à altura utilizados eram elementares e arcaicos, como é o caso da bússola, altímetro, velocímetro, sextante de navegação marítima adaptado com uma bolha de nível, sistemas de estima muito primitivos, Almanaque e Tábuas Náuticas.

Denote-se que o conhecimento no âmbito da navegação aérea era em tudo verdadeiramente reduzido, pois em grande parte os métodos eram idênticos em tudo com os da navegação marítima. No entanto, sendo os meios de transporte diferentes, terão que existir exigências igualmente distintas a fim de satisfazer as necessidades inerentes a cada um desses. Posto isto, serão a seguir indicados os princípios fundamentais em que a navegação aérea assenta.

Primeiramente, a velocidade de deslocamento de uma aeronave é efetivamente bastante mais elevada que a de um qualquer outro meio, tendo como resultado um maior consumo de combustível. Como tal são necessárias observações mais frequentes, bem como métodos de cálculo simples, não só para colmatar a inexperiência dos navegadores em viagens de longo curso, mas também para realizar rapidamente essas operações, por forma a encontrar o caminho mais curto e economizar o combustível limitado.

Seguidamente, era imprescindível conhecer o desvio causado pelo fator predominante, o vento, uma vez que consoante a sua velocidade, direção e tempo de atuação poderia causar alterações significativas ao rumo sem que o navegador notasse. Posto isto, ações devem ser ponderadas para que em todos os momentos possíveis se obtenha o afastamento provocado pela ação do vento aquando o deslocamento em meio aéreo.

Por outro lado, a precisão da navegação podia ser crucificada em prol da rapidez dos cálculos, uma vez que um erro de 10 a 20 milhas não era significativo e, para além do mais, note-se que não havia necessidade de evitar perigos como, por exemplo, rochas

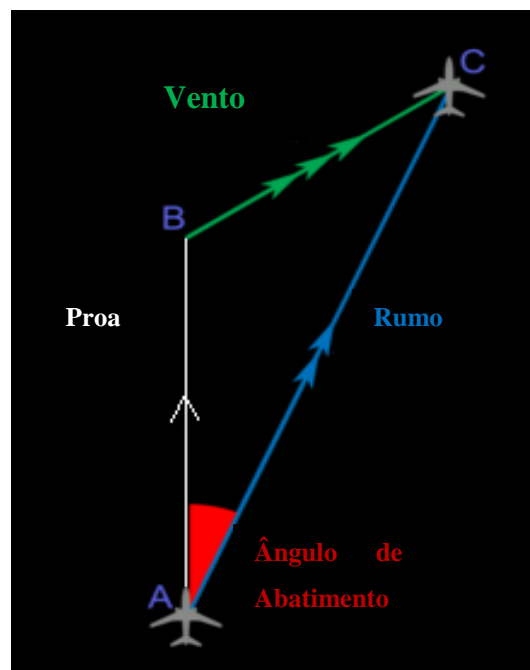
e aeronaves, permitindo assim efetuar aproximações e arredondamentos durante os cálculos, sem que estes fossem críticos para a navegação aérea.

Tendo por base estes princípios é agora possível formularem-se os problemas e preocupações a eles associados e, além do mais, as soluções encontradas para a sua resolução, que serão descritas sequencialmente e de forma integral no presente trabalho.

A primeira dificuldade estava no cálculo da estima, isto é, no conhecimento e determinação da verdadeira direção e intensidade do vento, o qual exerce perturbações no movimento do aeroplano, arrastando-o no ar tal como acontece com os navios no mar devido ao efeito da corrente.

A navegação estimada é um método simples e na altura já utilizado pelos navegadores, esta consiste na determinação do fator meteorológico predominante através da marcação da posição observada e estimada. Isto é, por exemplo, na navegação marítima para calcularmos o vetor corrente, tendo por base uma posição geográfica, o conhecimento da velocidade, proa do navio e o tempo decorrido é possível prever a sua próxima posição.

Figura 37 - Ângulo de Abatimento. A é a última posição conhecida, B é a intensidade e direção do vento e C é a posição verdadeira da aeronave.



Fonte: Adaptado de [https://translate.google.pt/translate?hl=pt-PT&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Dead\\_reckoning&prev=search](https://translate.google.pt/translate?hl=pt-PT&sl=en&u=https://en.wikipedia.org/wiki/Dead_reckoning&prev=search) às 09:34 de 08/05/2018.

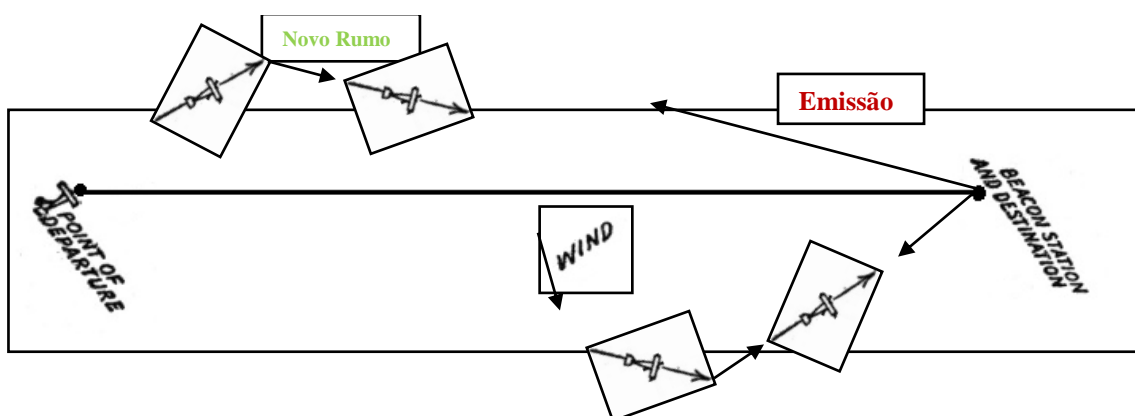
Seguidamente, é calculada no mesmo momento a posição geográfica verdadeira e comparada com aquela que foi estimada, se essa for diferente, significa que o movimento do navio está a ser influenciado por um fator dominante, neste caso, a corrente. A determinação desta faz-se através da diferença vetorial das duas posições, estimada e observada.

Porém, no ar tudo se passa bastante mais depressa e este método de navegação não era viável, pois eram necessários processos “*rápidos, automáticos e compatíveis com a velocidade do avião*” (Pinto, 2014, p. 83). No entanto, na época em questão já havia um outro processo que auxiliava os aviões a chegar ao seu destino, a TSF<sup>20</sup>.

Este tinha como objetivo, a partir de estações de transmissão em terra, enviar emissões eletromagnéticas, em intervalos de tempo definidos, para recetores<sup>21</sup> acoplados às aeronaves. Quer isto dizer que o equipamento de receção dos aeroplanos estava concebido para ler o sinal recebido e indicar com alta precisão a direção a partir da qual ele tinha sido enviado.

Deste modo, a aeronave tinha a capacidade de chegar ao destino pretendido sempre pelo caminho mais curto e perante qualquer situação meteorológica que compromettesse a visibilidade. Para além disso, uma outra vantagem é que não implicava que o piloto ou navegador tivessem conhecimentos matemáticos avançados, os quais a navegação astronómica envolvia.

Figura 38 - Exemplificação de um percurso percorrido pelas aeronaves dirigidas por TSF para a estação emissora.



Fonte: Elaborado pelo Autor

<sup>20</sup> Telegrafia sem fios.

<sup>21</sup> Radiogoniómetro, equipamento eléctrico capaz de determinar a direção da origem de um sinal de rádio.

Todavia, “não há bela sem senão”, ou seja, não há métodos perfeitos e o método da telegrafia sem fios apresentava até à data algumas desvantagens, uma das quais residia no facto de ter uma estrutura pesada, rija e que pedia muito espaço, não havendo capacidade pela maior parte das aeronaves de ser suportada em viagens de longas distâncias, nomeadamente, viagens aéreas transoceânicas. Consequentemente, o sistema da TSF é extremamente desaconselhado pelo facto de limitar bastante a autonomia da aeronave e, ainda, tornar a viagem totalmente dependente da informação recebida pelo radiogoniómetro, como declarou o Engenheiro do Instituto Superior Técnico Joaquim Salgado:

“O navegador na dependência, a mais cega e mais absoluta, de postos desconhecidos que as condições atmosféricas podem impedir de ouvir, além de todos os outros inconvenientes, devidos a pannes sempre possíveis em instalações de sua própria natureza complicadas e melindrosas”. (Schutzmarke, 1928, p. 7).

Posto isto, mantinha-se assim a necessidade de encontrar um método de navegação fiável e preciso e que não comprometesse a autonomia das aeronaves.

Gago Coutinho e Sacadura Cabral procuraram então obter as soluções necessárias a este problema, tendo sempre em vista a velocidade da aeronave, que obrigava à prontidão nos cálculos, e como a “necessidade aguça o engenho”, ambos chegaram à sua resolução.

Numa primeira fase, concluíram que a partir da observação cuidada do estado do mar, da direcção das ondas, do fumo dos navios e da orientação das velas nos veleiros, poderiam ter uma ideia grosseira da intensidade e direcção do vento, porém a informação era insuficiente. Por este motivo, era estritamente necessário conhecer o ângulo<sup>22</sup> entre a proa e o rumo<sup>23</sup>, com a finalidade de caso necessário, corrigir imediatamente o movimento do aeroplano na direcção pretendida para alcançar o local de destino definido.

Construíram, então, Gago Coutinho e Sacadura Cabral um instrumento que tornasse “*tão automática quanto possível, tanto a determinação da direcção e força do vento, com a correção do rumo*” (Cabral, 1921, p. 288), o qual designaram por “*o plaqué do abatimento*” (Cabral, 1921, p. 288) e mais tarde por “*Corrector de Rumos Coutinho-Sacadura*” ou simplesmente “*Corrector de Rumos*”.

---

<sup>22</sup> Ângulo de abatimento.

<sup>23</sup> Verdadeira trajetória que a aeronave pratica em relação ao solo, resultante da ação do fator predominante.

Resolvida a primeira dificuldade, tornava-se agora necessário determinar a posição do avião durante a viagem aérea e, para tal, era imprescindível o conhecimento da altitude do mesmo. Tendo em conta o período assinalado depreendemos que já havia solução a este problema, a qual se baseava na navegação pela observação de astros.

A navegação astronómica tem como finalidade calcular a posição geográfica de um dado objeto com o auxílio de um sextante<sup>24</sup>, cronómetro e de um conjunto de Tábuas Náuticas<sup>25</sup>.

Este método assenta no princípio de que, em qualquer instante o sol está verticalmente acima de algum ponto existente na superfície da Terra, o qual pode ser calculado a partir do momento da observação e da declinação e equação do tempo, conforme tabelado no Almanaque Náutico<sup>26</sup> (Brown, 1920, p. 100).

Esse ponto é o momento da observação e à sua volta podem ser descritos círculos da superfície terrestre. De qualquer ponto desses círculos o objeto terá a mesma elevação acima do horizonte, não sendo assim suficiente apenas a altura de um astro para a determinação da sua posição (Brown, 1920, p. 100). Uma segunda observação a um corpo celeste diferente terá que ser efetuada ao mesmo tempo que a primeira para podermos obter um círculo diferente, que corresponde à posição do astro em relação ao objeto. A interseção entre os dois, matematicamente falando, é suficiente para obter o ponto de observação (Brown, 1920, p. 100).

Ainda que a observação dos astros seja um método eficaz e preciso no âmbito da navegação marítima, o mesmo não acontece para a navegação aérea. Os obstáculos que surgem nesta devem-se ao facto da aeronave se deslocar a uma elevada velocidade e acima dos extensos oceanos, sendo assim geradas algumas barreiras, nomeadamente, ao nível dos cálculos das retas de altura e também da indefinição ou invisibilidade da linha do horizonte do mar, tanto devido à perda da claridade ao cair da noite, como às circunstâncias meteorológicas que despontam.

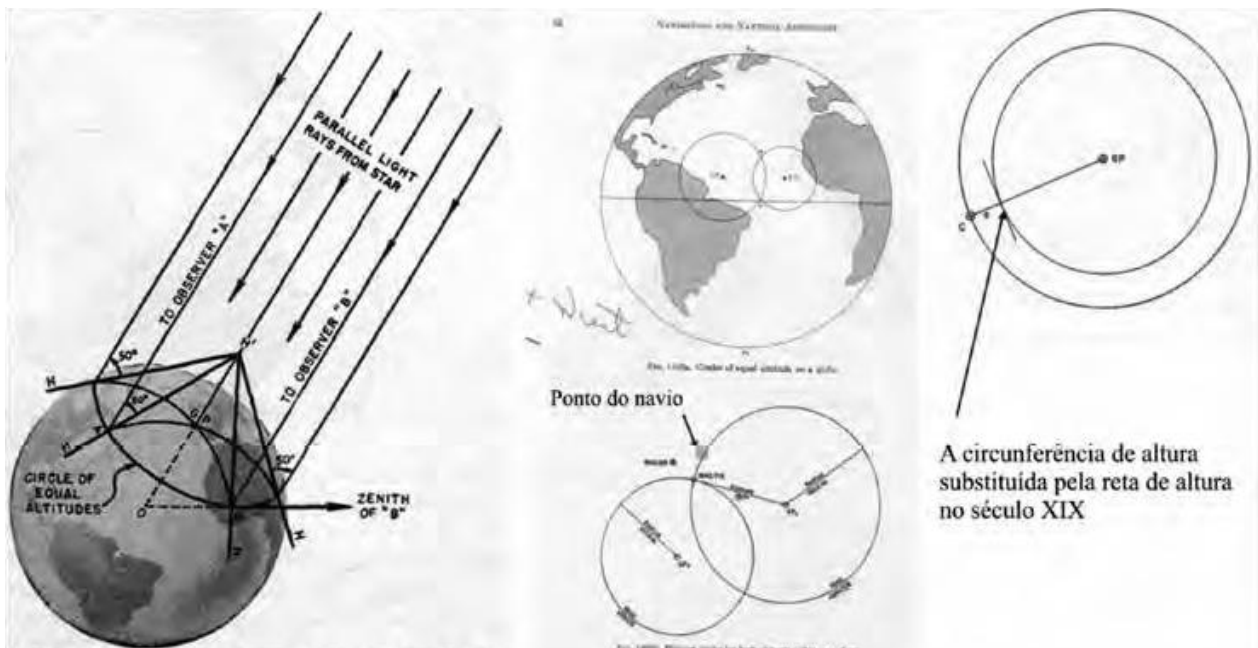
---

<sup>24</sup> Para determinar a altura dos astros acima da linha do horizonte, necessária para o cálculo da posição.

<sup>25</sup> Coleção de Tabelas que contém dados relativos à aritmética, geometria, astronomia e geografia para uso especial do navegador na prática corrente e expedita da navegação marítima, retirado de <http://www.hidrografico.pt/tabuas-nauticas-online.php>.

<sup>26</sup> Publicação anualmente atualizada que fornece elementos essenciais para a obtenção da posição utilizando os vários astros usados em Navegação Astronómica. Além disso, apresenta informações acerca do nascer e pôr do Sol e da Lua, entre outras informações, retirado de <https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav-publicacoes/almanaque-nautico>.

Figura 39- Circunferências e retas de altura (linhas de posição).



Fonte: Retirado do livro (Pereira, 2015, p. 273)

Deste modo, era imprescindível proceder à adaptação do sextante relativamente a todas estas condicionantes, para poder ser usado nas viagens aéreas. Gago Coutinho produziu, então, um modelo constituído por um nível de bolha de ar, que colmatava o efeito proveniente das nuvens<sup>27</sup> «e um espelho auxiliar para refletir a imagem da mesma, por forma a que a distância dessa imagem ao olho do observador fosse igual ao raio de curvatura do nível, a que deu o nome de “Astrolábio de precisão”» (Pinto, 2014, pp. 84-85).

Alcançados os intentos, Gago Coutinho e Sacadura Cabral começaram a realizar viagens experimentais por forma a aperfeiçoar os métodos e a facilitar os cálculos para a derradeira travessia.

<sup>27</sup> As aeronaves normalmente deslocam-se acima das nuvens, o que leva à invisibilidade do horizonte do mar.

#### 4.1. O Corrector de Rumos Gago Coutinho-Sacadura Cabral

No presente subcapítulo irá ser estudado de forma detalhada, integral e sequencial um dos instrumentos empregues na 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul, neste caso, será a inovação de Gago Coutinho e Sacadura Cabral (Cabral, 1921, p. 288), o “corrector de rumos”, que revelou ser prático e uma mais valia para a navegação estimada. No final da viagem preparatória Lisboa-Madeira já se podia verificar que o método acima mencionado era eficaz, no entanto o derradeiro teste a esse sucedeu durante a viagem aérea Lisboa-Rio de Janeiro, obtendo-se resultados tão precisos como se pode desejar (Coutinho, 1922, p. 301).

Tendo por base o estudo e análise da separata *A Navegação Aérea – Como foi praticada na viagem Lisboa-Rio de Janeiro pelos aviadores Almirante Gago Coutinho e Comandante Sacadura Cabral dos Anais do Clube Militar Naval* vai dar-se início à explicação da construção e funcionamento do aparelho primeiramente designado de “plaqué do abatimento” e mais tarde designado de “Corrector de Rumos”.

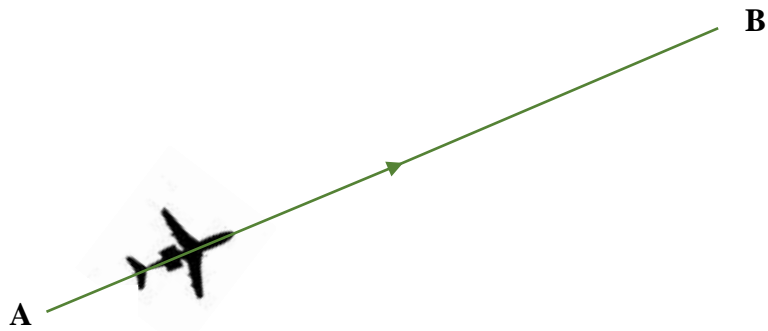
Primeiramente é necessário ter conhecimento dos problemas que a navegação no ar envolve. A dificuldade com que Gago Coutinho inicialmente se deparou foi o facto de não se conhecer a intensidade e direcção do vento, o qual levava o avião a desviar-se da sua rota. Temos, então, que numa primeira etapa é necessário determinar o vetor vento, para que, numa fase posterior, seja possível solucionar o segundo problema, que é calcular a correcção de abatimento que o avião terá que efetuar para voltar à sua trajetória.

Começando assim pelo princípio, passaremos a explicar. O segmento de reta **AB** abaixo delineado representa o caminho que o avião, pelo seu próprio esforço, percorreu durante o espaço de tempo de 1 hora, note-se que não está a ser considerada a força de atrito exercida sob o movimento do avião, neste caso, o vento. Portanto, teoricamente **A** é a posição na qual o avião dá início ao seu deslocamento praticando uma direcção<sup>28</sup> e velocidade correspondentes ao vetor  $\overline{AB}$ , que se encontra destacado a cor verde, e **B** é o ponto de chegada previsto no final de 1 hora de voo.

---

<sup>28</sup> Em linguagem náutica designa-se de proa, isto é, a direcção na qual a frente do avião aponta e que é praticada ao longo do percurso, tendo como base o instrumento de orientação a bússola giroscópica.

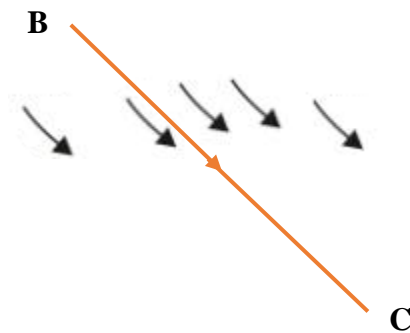
Figura 40 - Proa da aeronave.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir encontra-se traçado o vetor cor de laranja, que representa a ação do vento para o mesmo espaço de tempo referido no parágrafo anterior, tendo uma intensidade  $\overline{BC}$  tal como se apresenta. Este é um fator independente e incontrolável em relação às restantes variáveis.

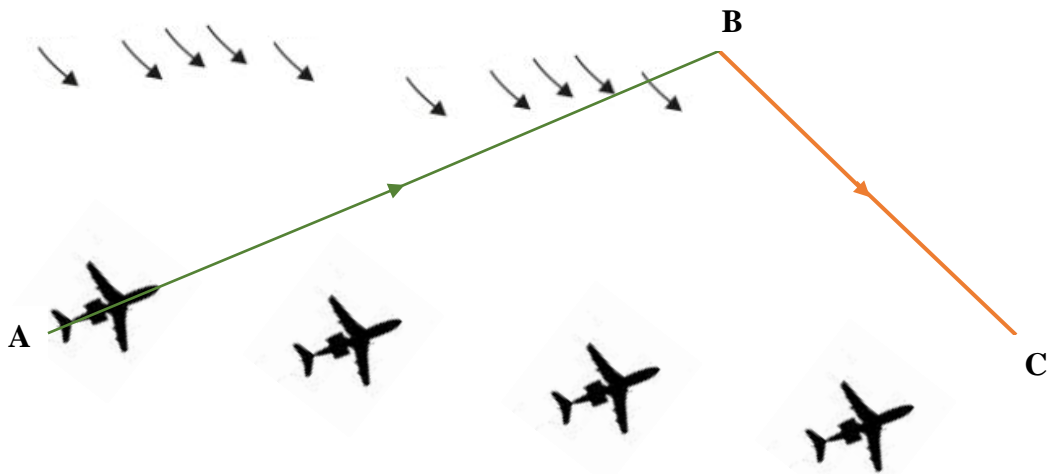
Figura 41 - Força do vento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O movimento das aeronaves é controlado por enormes massas de ar e as alterações que nessa ocorrem influenciam diretamente a sua deslocação no meio aéreo. Portanto, dependendo da direção e intensidade do vento, pode ocorrer um aumento ou redução do consumo de combustível e até desvio de rumo e rota. Veja-se, através da figura a seguir apresentada, o seu efeito.

Figura 42 - Efeito da ação do vento na direção do movimento da aeronave.



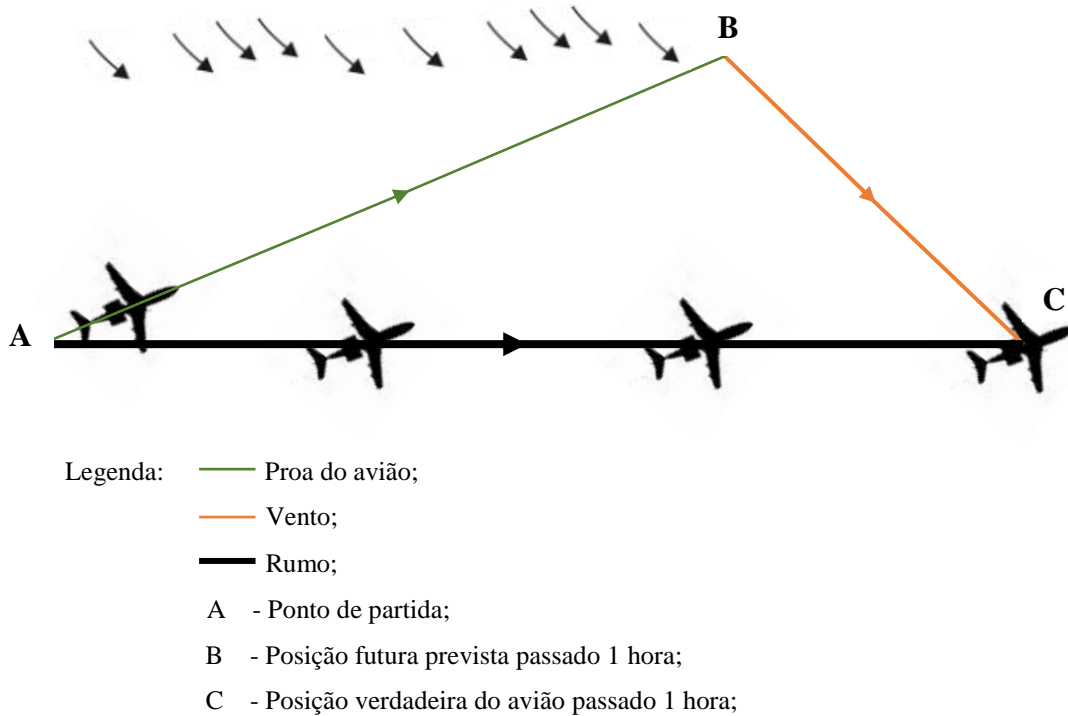
Fonte: Elaborado pelo autor.

Como podemos verificar graficamente, o avião irá sofrer um ligeiro desvio ao longo do seu percurso. Esse desvio designa-se por deriva ou abatimento e ao resultado da soma desse com a proa da aeronave dá-se o nome de rumo, que é o movimento real que se está a efetuar.

Naturalmente, a posição final do avião decorrida 1 hora já não será o ponto estimado **B**, passaremos a ter uma outra posição diferente, a qual será a verdadeira, pois neste momento já se teve em conta a ação da força de atrito.

Por conseguinte, encontraremos então um novo ponto, ao qual será dado o nome de **C** e construiremos um outro vetor  $\overline{AC}$ , através da união dos pontos de partida, não alterado, e do real ponto de chegada, obtendo-se assim o rumo e velocidade praticados ao longo da rota, tal como se apresenta na figura seguinte.

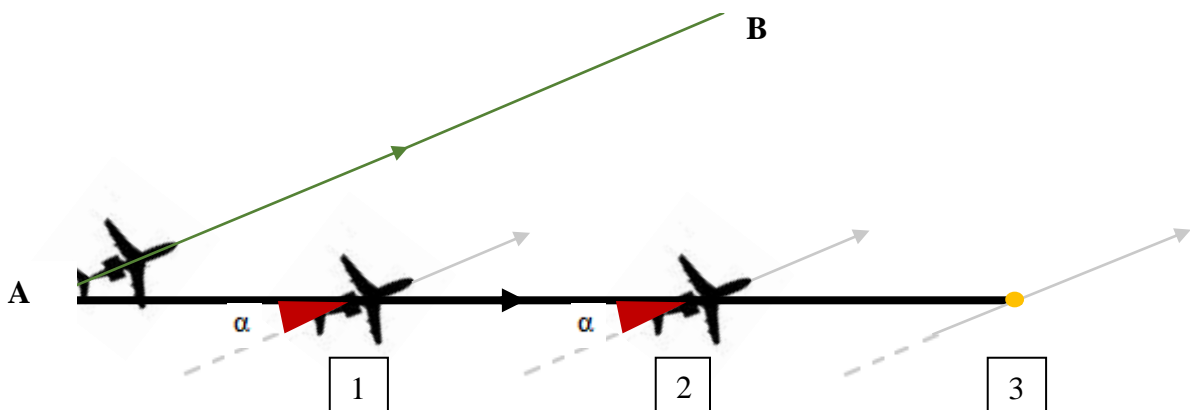
Figura 43 - Representação gráfica do rumo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No passo seguinte pretende-se então encontrar o ângulo de abatimento. Tendo em conta que o avião, apesar de estar a ser arrastado pela força do vento, continua a praticar sempre a mesma proa, portanto o seu rumo será sempre paralelo a **AB**, como mostra a Figura 44, e em qualquer ponto do seu percurso como, por exemplo, **1**, **2** e **3** veremos que a direção longitudinal da aeronave cruzará com a sua proa obtendo-se o ângulo  $\alpha$ , que é o abatimento.

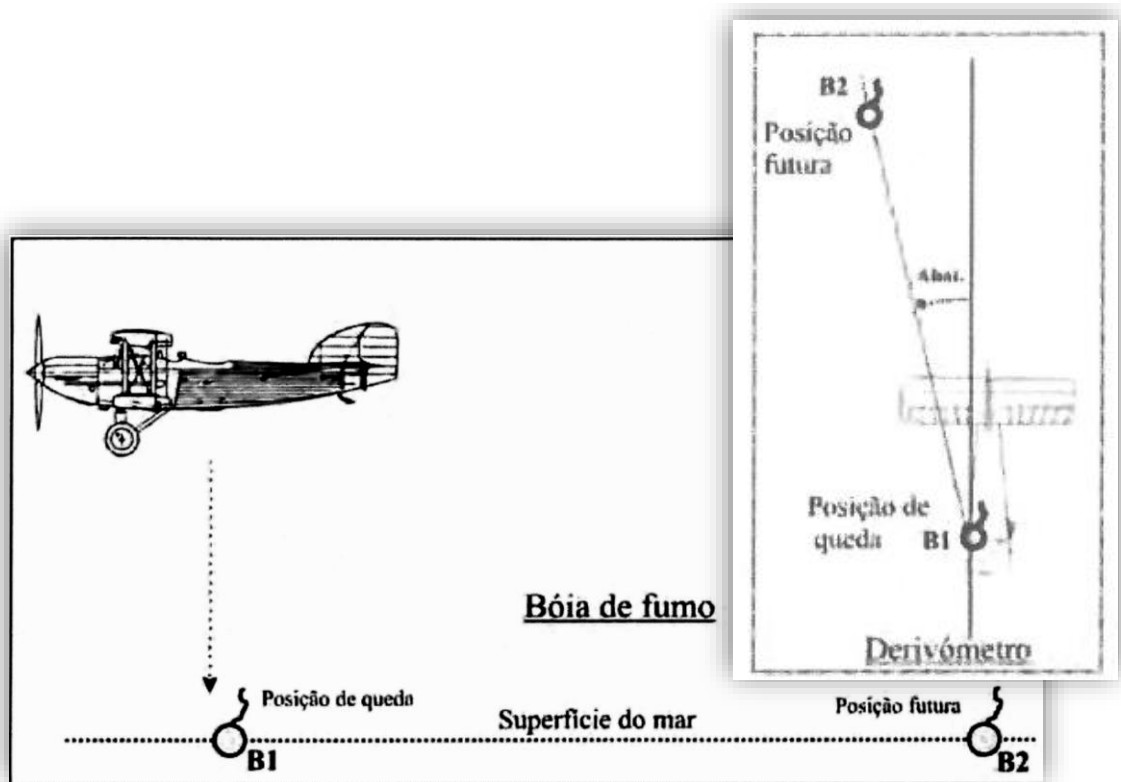
Figura 44 - Ângulo de abatimento  $\alpha$ .



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para determinar o abatimento era estritamente necessário observar marcas de referências que não tivessem movimento próprio, o que é algo vulgar quando se sobrevoa terra. Contudo, no mar, é difícil obter essas referências terrestres, a não ser, por exemplo, a existência de navios a pairar<sup>29</sup>, pequenas ilhas ou, então, rochedos que estejam suficientemente à superfície para poderem ser vistos, portanto torna-se absolutamente essencial criar tais marcas. Para esse efeito recorreu-se à utilização do método de lançamento de boias de fumo.

Figura 45 - Lançamento de boias com o intuito de determinar o abatimento.



Fonte: Retirado do livro (Pereira, 2015, p. 272). Em 15/05/2018 às 15:41

Essas são pequenos flutuadores constituídos por:

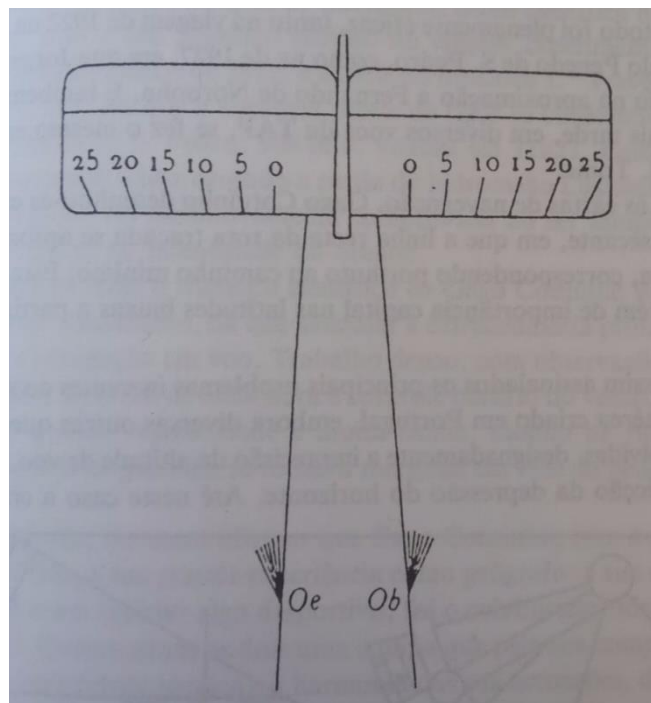
“(…) um depósito com fosforeto de cálcio, que se abre antes de a lançar ao mar, afim de que a água, decompondo o fosforeto, produza o gás fosforoso, que se inflama espontaneamente ao contacto com a atmosfera, produzindo um fumo branco, que se vê a alguma distância, e que fica marcando no mar um lugar por cima do qual se passou” (Coutinho, 1922, p. 307).

<sup>29</sup> Em linguagem náutica significa navegar muito lentamente ou parar sem fundear.

Para além do fumo branco que provocava aquando da combustão, produzia-se também uma chama que permitia a execução da observação noturna.

Tendo agora em conta a utilização das boias de fumo como marcas de referência, passemos então à explicação da realização da obtenção da deriva. Lançando uma boia e admitindo que a mesma caía, em relação ao aparelho, o mais na vertical possível, a medição do ângulo de abatimento depois era efetuada através da observação, por ambos os bordos do avião, da posição do objeto, anteriormente mencionado, sendo usada uma graduação especial composta por “riscos bem visíveis, de 5 em 5 graus, referidos a pontos de mira de um e outro lado do observador, junto da *fuselagem*” (Coutinho, 1922, p. 307).

Figura 46 - Esquema da escala utilizada na cauda do avião para medição do abatimento.



Fonte: Retirado do livro (Soares, 1992, p. 37) em 15/05/2018 às 12:18.

Em relação à eficácia e emprego do método da determinação do abatimento, refere Gago Coutinho:

“O processo é prático e preciso, sendo, como é natural, necessário que o piloto previna o observador sempre que o avião vai exatamente ao rumo, para êle então observar a marcação das boias” (Coutinho, 1922, p. 307).

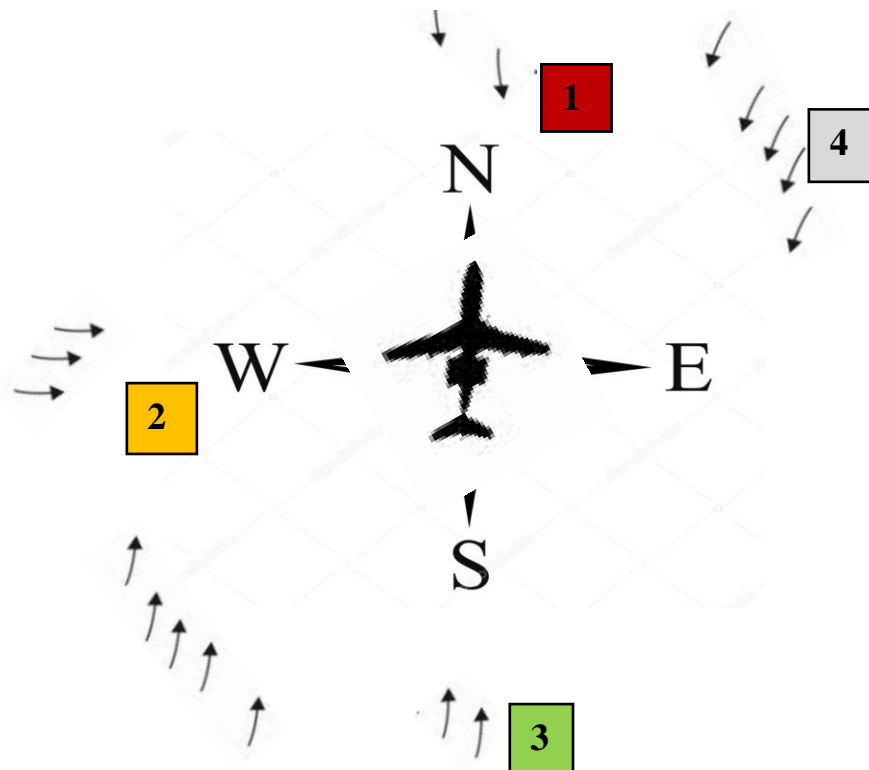
Tendo agora em conta o domínio teórico do processo usado na medição do ângulo de abatimento  $\alpha$ , faltava então encontrar o valor do vento. Somente o conhecimento do ângulo  $\alpha$  não era informação suficiente para que se concluísse qual era o quadrante de

vento predominante na altitude em que vai voando o avião, porque, explica o Almirante Gago Coutinho:

“qualquer vento que em uma hora tenha a velocidade representada por uma linha partindo do ponto B, e terminando em qualquer ponto da linha AC, ou do seu prolongamento, produz o mesmo abatimento” (Coutinho, 1922, p. 303)

Quer isto dizer que mantendo constante a proa e velocidade da aeronave, bem como o ângulo de abatimento, não é possível determinar a direção e intensidade do vento, já que jogando com essas duas características poderemos obter um conjunto infinito de opções possíveis. Atente-se na explicação dada através da imagem a seguir exibida meramente exemplificativa.

Figura 47 - - Efeito das diversas combinações de vento, representadas através de uma rosa dos ventos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O caso nº1 representado na Figura 47 simula uma situação em que a aeronave circula com ventos de proa. Através desta podemos perceber que o único efeito que esse vai provocar é somente ao nível da velocidade, levando à sua diminuição por via da força de atrito que é contrária ao movimento do avião. Na situação nº 3 o mesmo ocorre, porém em vez de termos o vento a contrariar a velocidade dada pelos motores, temo-lo pela popa<sup>30</sup>, isto é, a auxiliar a deslocação da aeronave “empurrando-a” para a frente. Evidentemente, não há nenhum desvio da rota do avião e, para além disso, existe uma economia de combustível e de tempo de voo, já que para a mesma velocidade de motor, são percorridas mais milhas por hora.

Debruçando-nos agora sob o caso nº 2, verificamos que o efeito do vento sobre o través<sup>31</sup> do avião é completamente diferente, não afetando em nada a velocidade, provocando apenas a sua alteração de rumo, neste caso, para o lado de estibordo<sup>32</sup>.

Perante esta demonstração e explicação podemos chegar à conclusão que o efeito da ação do fator dominante que se encontra entre os traços que representam aqueles rumos, correspondentes à direção dos diferentes ventos, irá depender da sua intensidade e direção.

A partir da equação  $d = v \times t$ , sabemos que teoricamente ao final de 1 hora e mantendo a velocidade constante, seriam percorridas o número de milhas correspondentes, neste caso, ao vetor verde abaixo desenhado. Contudo, na prática quando estamos sob ação de uma força de atrito a distância calculada já não irá ser a mesma. Sendo assim, dependendo do vento, o número de milhas percorridas pelo avião poderá ser menor ou maior do que o estimado, como é possível verificar pelos pontos marcados na Figura 48 sob o rumo **AC**.

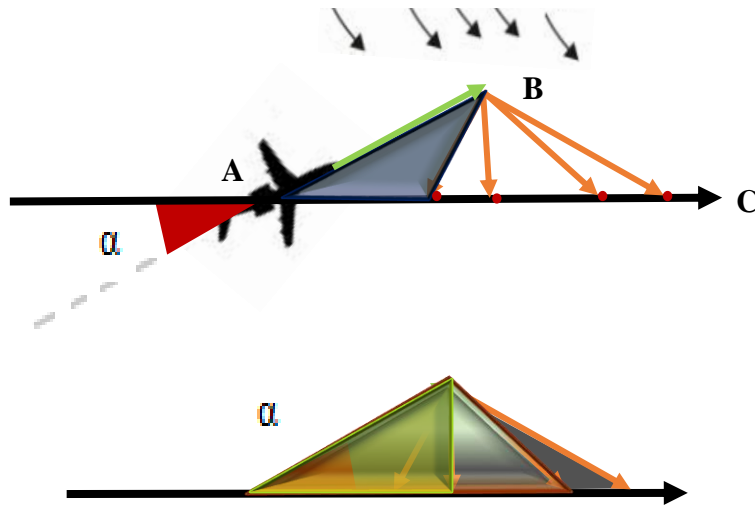
---

<sup>30</sup> Parte posterior do navio, oposta à proa, em aviação designada de cauda.

<sup>31</sup> É um dos lados do avião, ou seja, a direção perpendicular à linha longitudinal da aeronave.

<sup>32</sup> Lado direito.

Figura 48 - Exemplificação dos vários valores de velocidade do vento para um mesmo ângulo  $\alpha$ .

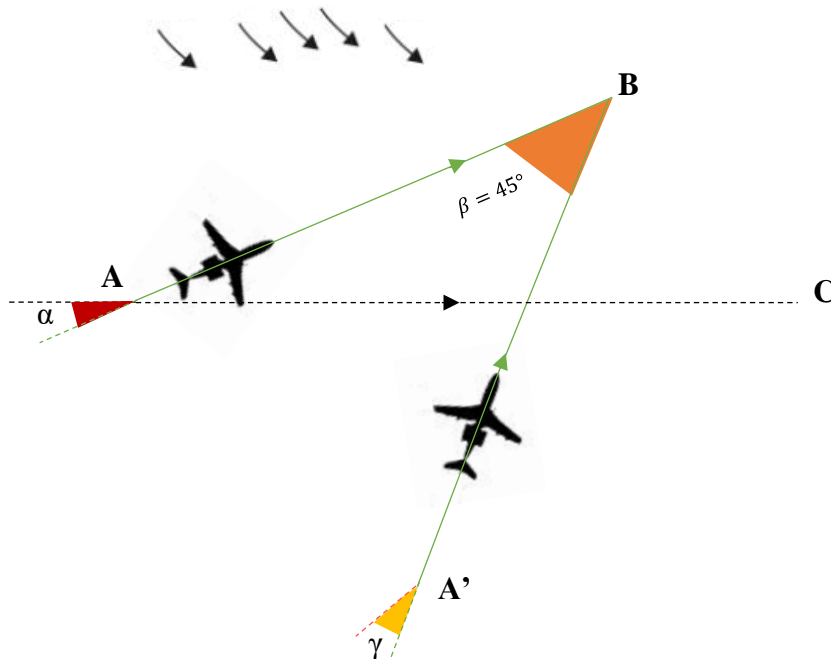


Fonte: Elaborado pelo autor.

Como comprovado e demonstrado anteriormente, o conhecimento apenas do ângulo de abatimento não é suficiente para determinar a velocidade e direção real do vento. Como tal, a solução passa por se determinar o ângulo de abatimento em duas situações distintas, isto é, em dois rumos cruzados com um franco desfasamento,  $45^\circ$  por exemplo, por forma a obtermos “duas linhas análogas à linha AC, e que se podem traçar apenas pelo conhecimento da velocidade própria do avião, AB, e pelo conhecimento dos abatimentos” (Coutinho, 1922, p. 384).

Atente-se na imagem a seguir representada.

Figura 49 - Medição dos ângulos de abatimento através de duas proas diferentes.

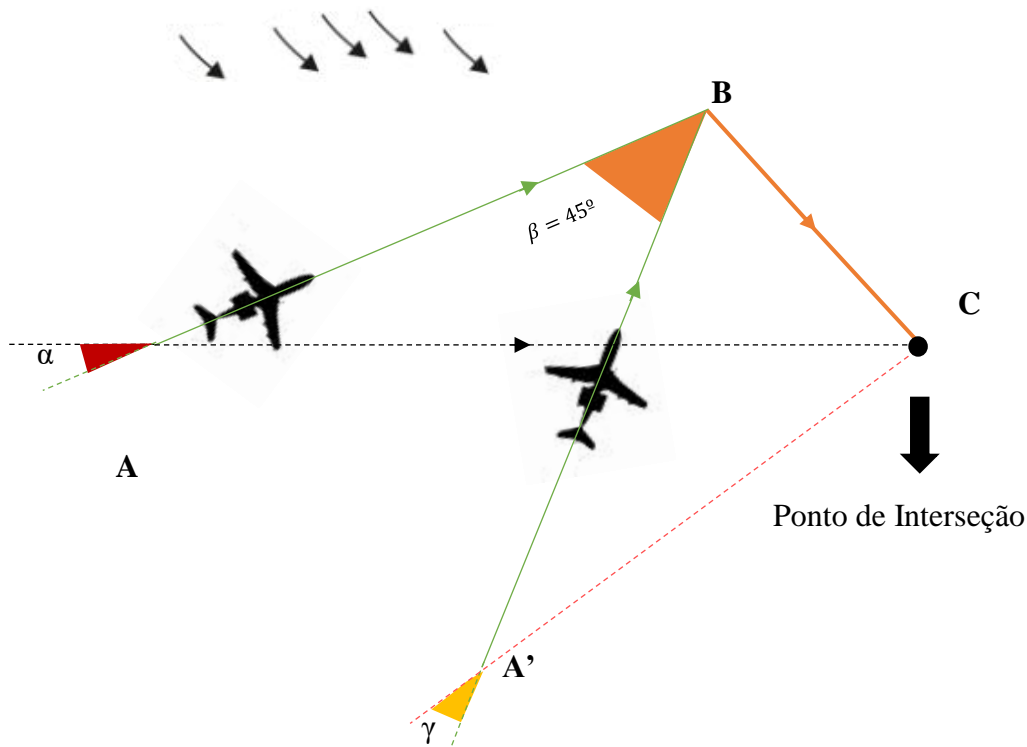


Fonte: Elaborado pelo autor.

Numa primeira fase, voando o avião a uma determinada proa, traça-se a reta **AB** através do cálculo da distância sabendo-se a velocidade do avião praticada durante um conhecido espaço de tempo. De seguida, efetua-se a medição do ângulo de abatimento  $\alpha$  e, conseqüentemente, obtém-se o rumo **AC**. Como já foi explicado, não sendo esses dados suficientes para a determinação do vento, é necessária uma segunda etapa, nesta o piloto realiza uma mudança de trajetória para o mesmo lado do abatimento, executando uma proa que tenha um desfasamento,  $\beta$ , de sensivelmente  $45^\circ$ , por exemplo, com a primeira. Agora nesta proa, pelo conhecimento da velocidade própria do avião praticada no mesmo espaço de tempo do primeiro rumo, pode-se traçar a reta **BA'**. Seguindo-se o cálculo do segundo abatimento,  $\gamma$ .

Com a determinação do ângulo de abatimento  $\gamma$ , auxiliada pelo lançamento de uma segunda boia, é agora possível chegarmos ao valor real do vento. Tendo como base a reta **BA'**, marcamos  $\gamma$  no mesmo lado do abatimento, obtendo-se assim o rumo **A'C**. Repare-se na imagem a seguir. A interseção dos dois rumos traçados dar-nos-á um ponto de cruzamento, o qual nos vai permitir determinar o vetor,  $\overrightarrow{BC}$ , que será em grandeza e direção a velocidade real do vento.

Figura 50 - Determinação do vento verdadeiro.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Note-se que não seria viável realizar cálculos através da composição de figuras geométricas durante o voo, explica Gago Coutinho:

“Para resolver êste problema geométrico, sem necessidade de desenhar, o que não seria muito prático no ar, construiu-se um pequeno aparelho, corretor de rumos, o qual prevê observações de abatimentos em dois rumos, um dos quais é aquele a que se pretende navegar, e o outro, um rumo orçado 45° para o vento reinante no alto.” (Coutinho, 1922, pp. 387-388)

Posto isto, dar-se-á início à explicação faseada da construção do instrumento inovador de Gago Coutinho e Sacadura Cabral. Este instrumento, denominado de “Corrector de Rumos” permitia de forma rápida e eficaz o cálculo da intensidade e direção do vento, bem como da correção a efetuar ao rumo. Começando pelos elementos mais simples, o corretor de rumos, como se apresenta na imagem a seguir, é constituído por dois ponteiros móveis em torno de dois pontos, os quais correspondem a **A** e **A'** da Figura 50. Esses permitem marcar nas respectivas graduações os abatimentos medidos e com os devidos sinais de mais (+) ou menos (-) que significam, respetivamente, estibordo e bombordo<sup>33</sup>.

Quer isto dizer que a soma ou subtração do abatimento à proa do avião para obter a correção à trajetória irá depender do lado pelo qual foi efetuada a medição. Assim, tendo em conta os sinais identificados no instrumento vemos que, para uma simplificação de cálculos, o valor do primeiro ângulo de abatimento vai ser sempre positivo e o do segundo é que poderá ser negativo ou positivo. Logo, caso o abatimento inicial tenha o sinal menos, isto é, quando uma dada referência aparecer a descair pelo lado de bombordo do avião, terão que ser utilizados os que vêm no verso do instrumento, estando apenas trocados.

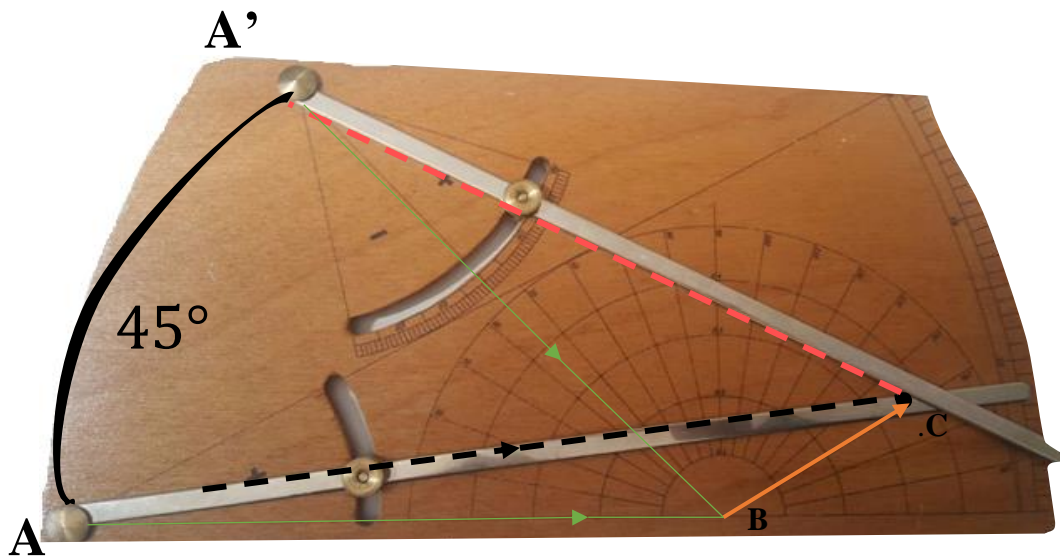
Sendo assim, de uma forma geral poderemos empregar o sinal positivo do segundo ponteiro quando ambos os abatimentos forem medidos do mesmo bordo do avião e o negativo para observações efetuadas por lados diferentes. No fim, conhecendo a direção do vento, pode-se desprezar o sinal do resultado final, já que é sabido que a correção da proa do avião terá que ser para o lado de barlavento<sup>34</sup>.

---

<sup>33</sup> Termos náuticos para designar o lado direito e esquerdo, respetivamente.

<sup>34</sup> Em linguagem náutica é o bordo da embarcação voltado para o lado de onde o vento sopra.

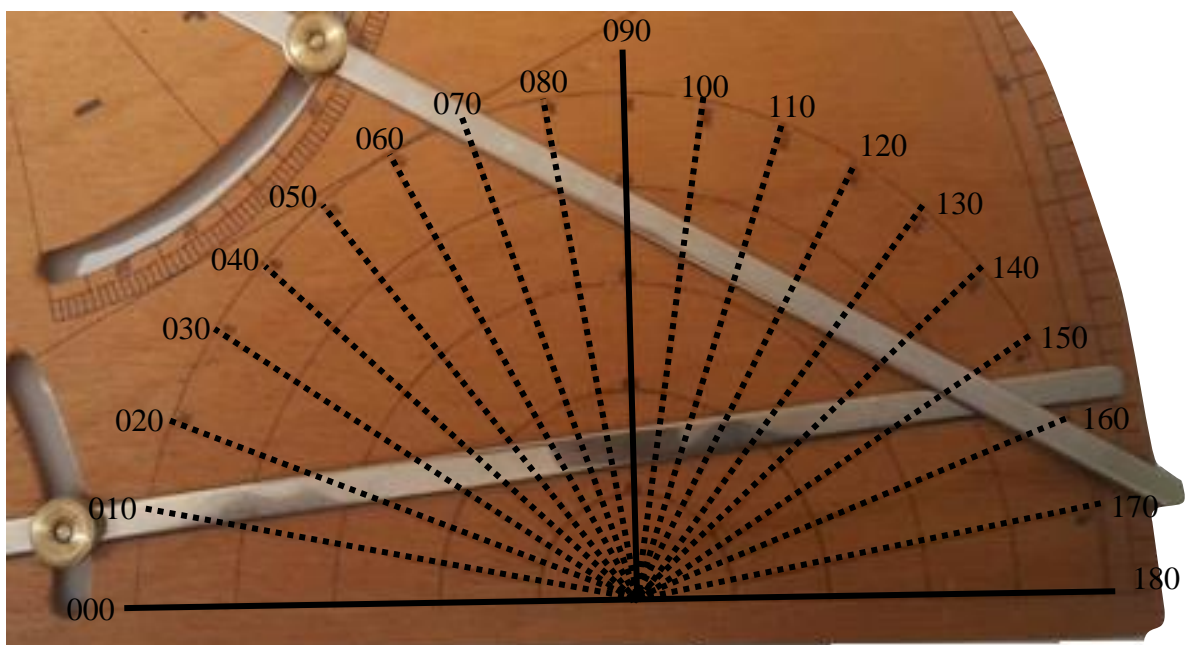
Figura 51 - Corrector de Rumos - Réplica incompleta.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para esse efeito - conhecer a intensidade e direção do vento - é usada uma escala de proas de, no caso em questão, 0° a 180°, pois com a realização de troca de sinais, não é necessária a presença dos 360°. Essa contagem inicia-se no ponto cardinal Norte, seguida de Este e Sul, e é feita no sentido dos ponteiros do relógio. Como podemos analisar na imagem a seguir, que é representada pelas linhas inseridas no semicírculo do corretor de rumos.

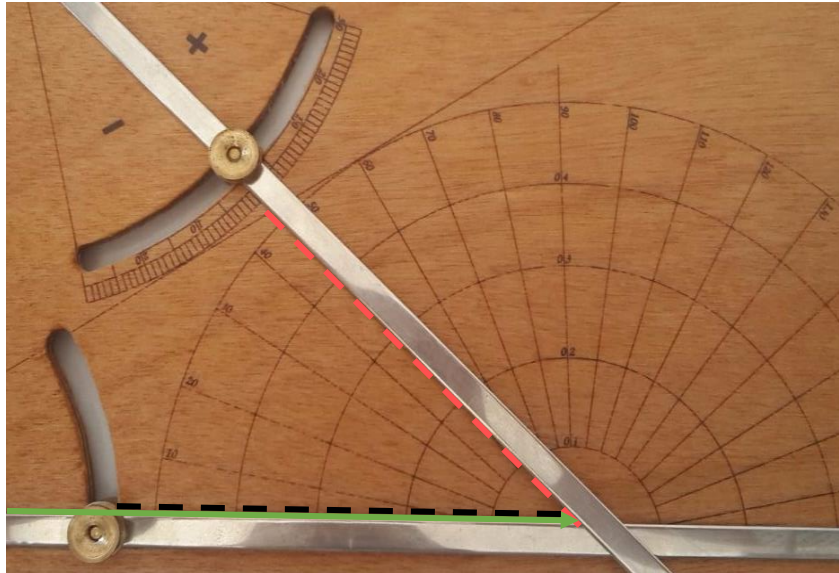
Figura 52 - Escala de vento do corretor de rumos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em relação ao cálculo da velocidade do vento podemos ver pela Figura 53 através da posição dos ponteiros, que o centro é a origem do “transferidor” desenhado, isto permite-nos mostrar que a escala de intensidade do vento está correta, pois evidentemente não havendo abatimento a velocidade do vento é zero.

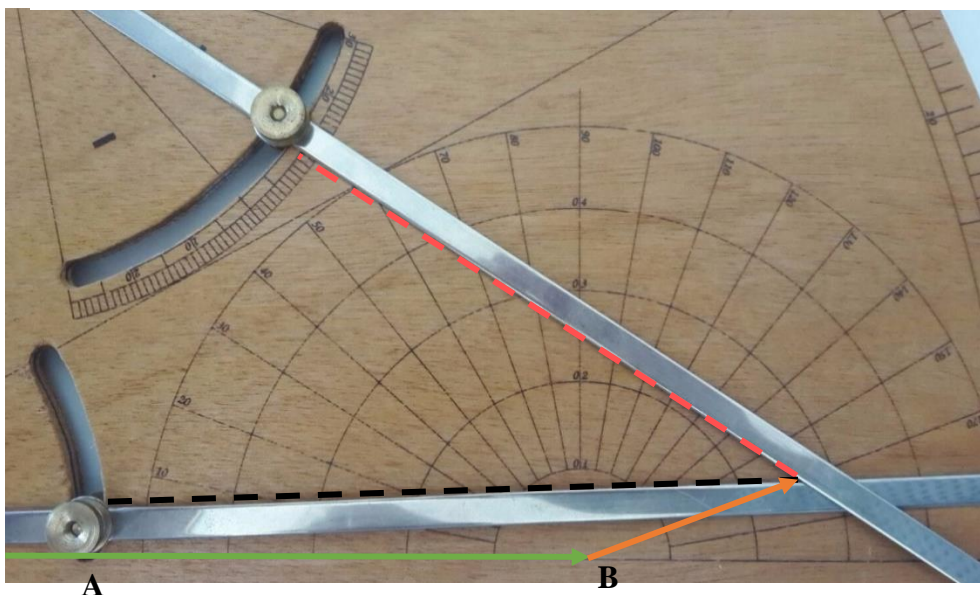
Figura 53 - Origem e eixos do instrumento estudado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Sendo assim, para proceder à sua determinação foi necessário traçar linhas circulares equidistantes com origem no centro do semicírculo e separadas de 1 em 1 centímetro, representando as frações do valor da velocidade do vento. Segue-se um exercício meramente exemplificativo:

Figura 54 - Resolução do triângulo das velocidades.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Neste caso, o vento terá a direção aproximada de 160 mais a proa do avião e 0,25 nós da velocidade praticada pelo avião.

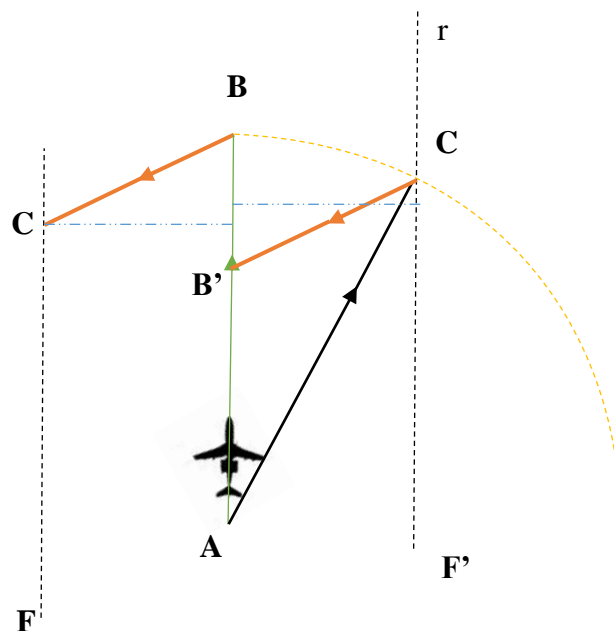
Tendo assim sido encontrada a solução para a determinação da direção e intensidade do vento e sendo agora parâmetro conhecido é então necessário calcular a correção ao rumo a seguir. Na fase seguinte irá efetuar-se um estudo mais pormenorizado da determinação da correção da trajetória.

Na Figura 55 começou-se por traçar a linha **CF**, paralela a **AB** e à distância do ponto **C**.

De seguida traçamos a reta **r**, paralela à reta **AB**, e distando dela o mesmo que o ponto **C** dista da reta **AB**. Utilizando o ponto **A** como centro de uma circunferência de raio **AB**, traçamos o arco de circunferência, desenhado a amarelo, até encontrarmos a reta **r**, o ponto de interseção será denotado por **C'**.

De seguida, marcamos o vetor vento com origem em **C'**, resultando assim numa paralela,  $\overrightarrow{C'B'}$ , a  $\overrightarrow{BC}$  e que terá o mesmo comprimento que esta e representará igualmente a velocidade horária do vento.

Figura 55 - Determinação da velocidade do vento.



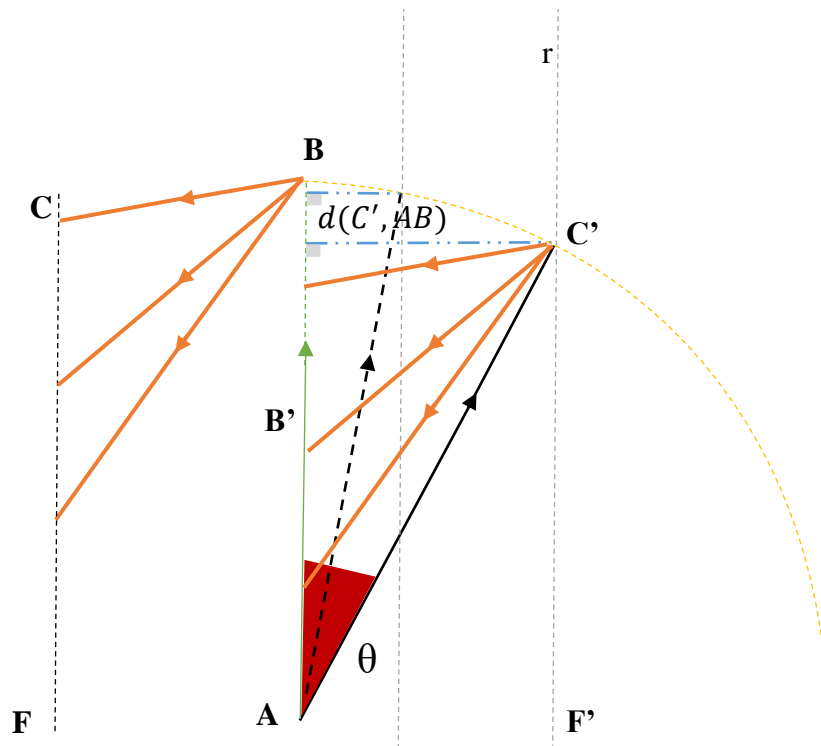
Fonte: Elaborado pelo autor.

Na verdade, o que se pretende mostrar é que se a velocidade **AB** do avião for alterada e em uma hora for percorrido o caminho **AC'**, o vento nesse mesmo espaço de



Em que  $d(C', AB)$  denota a distância do ponto  $C'$  à reta  $AB$  e  $\overline{AC'}$  denota o valor do comprimento de  $AC'$ , que neste caso representa a distância percorrida pelo avião numa hora.

Figura 57 - Ventos que provocam o mesmo abatimento.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A imagem acima representada evidencia mais detalhadamente a necessidade do cálculo da distância do ponto  $C$  à reta  $AB$ . Como podemos ver, qualquer que seja o vento que em velocidade e direção seja representado por uma reta partindo do ponto  $B$  para a reta  $CF$ , exigirá a mesma velocidade do avião  $AC'$  e igual ângulo de abatimento  $\theta$ , no entanto a velocidade útil do avião variará conforme a intensidade e direção do vento  $\overline{BC}$ . Logo, como a aeronave não terá durante todo o trajeto semelhante abatimento, é assim estritamente imprescindível determinar o valor da distância da reta  $CF$  à reta  $AB$ .

Atente-se na figura a seguir. Tracemos agora um prolongamento sobre a reta  $B'B$  com comprimento  $B'N$  igual à velocidade do avião  $AB$ . Obviamente iremos ter que

$\|\overline{NB}\| = \|\overline{AB'}\|$  e como  $BC$  é paralela e igual a  $B'C'$ , o ângulo  $NBC$  será igual ao ângulo  $AB'C'$  e o lado  $AC'$  será igual ao lado  $NC$ . Em linguagem matemática, os ângulos externos  $\theta_1$  e  $\theta_2$  são iguais se e só se as retas  $BC$  e  $B'C'$  são paralelas. Então temos que:

$$\theta_1 + \mu_1 = 180$$

$$\rightarrow \mu_1 = \mu_2 \quad \text{c.q.d}$$

$$\theta_2 + \mu_2 = 180$$

Adicionalmente, provemos a veracidade da afirmação de que o triângulo  $NBC = AB'C'$  e o lado  $AC' = NC$ . Tendo em conta que dois triângulos são geometricamente iguais se tiverem dois lados iguais e se o ângulo por eles formado for igual, note-se que:

$$NB = AB'$$

$$BC = B'C' \quad \rightarrow \quad \text{os triângulos } NBC \text{ e } AB'C' \text{ são iguais}$$

$$\mu_1 = \mu_2$$

Logo  $NB' = NC$ , pois sendo  $AC'$  a distância percorrida em uma hora e igual a  $AB$ , será também igual a  $NB'$  e como  $NC$  é a hipotenusa do triângulo  $NBC$ , que é igual ao triângulo  $AB'C'$ , tem o mesmo valor da hipotenusa desse, representada por  $AC'$ . Posto isto,  $NB' = NC = AB$ , o arco de círculo de raio igual a  $AB$ , com centro em  $A$ , poderá ter o seu centro em  $N$  e assim passará pelos pontos  $B'$  e  $C$ .

Igual será o raciocínio a ser realizado se o vento em vez de ser representado pela linha  $BC$ , for, por exemplo, pela reta  $BK$  ou outra com origem no ponto  $B$  e fim em qualquer ponto do arco de círculo  $B'KC$ .

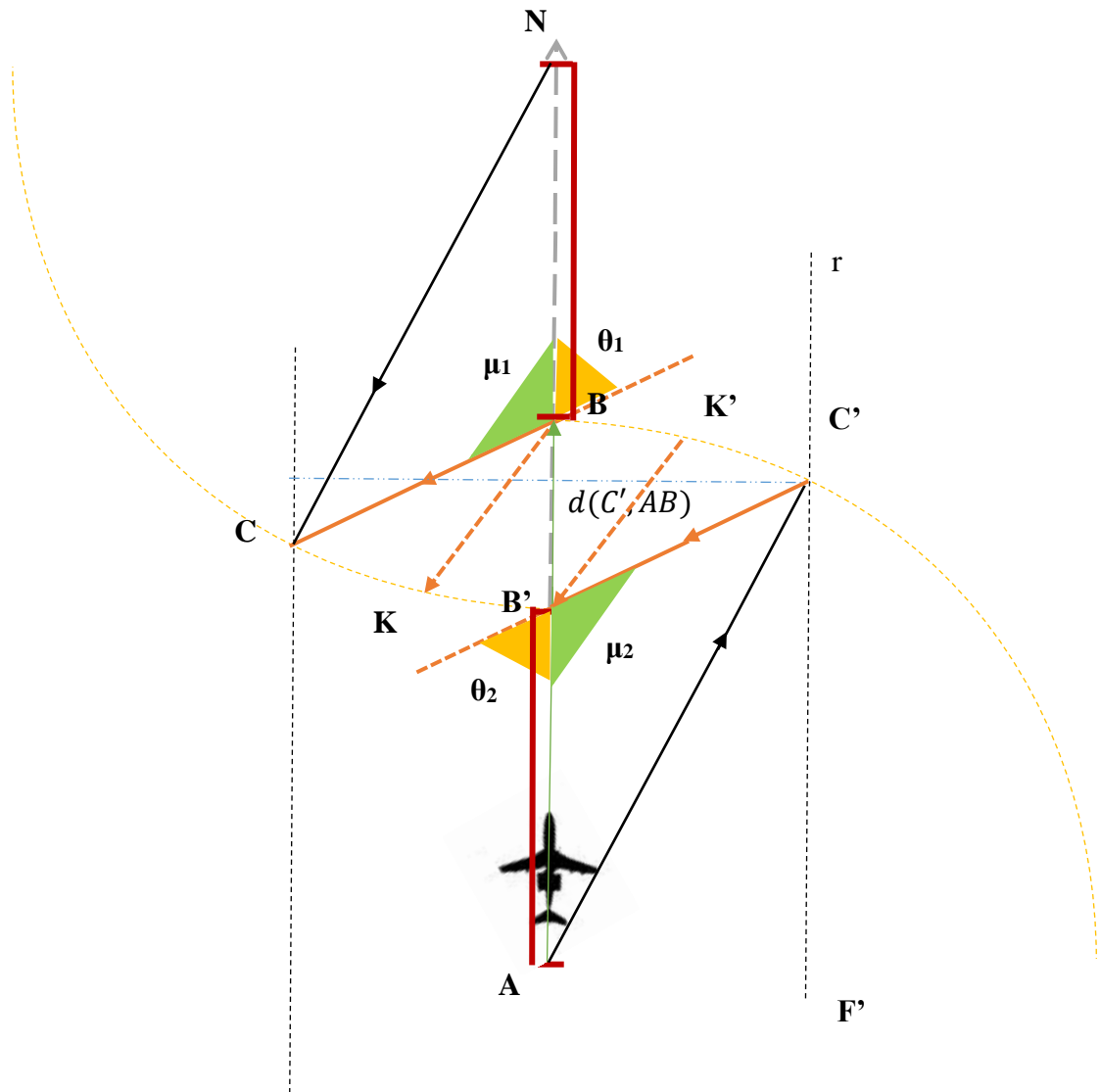
Como  $d(C', AB)$  se mantém inalterada em todo o arco de círculo concluímos que a velocidade útil determinada para o novo vetor vento,  $\overline{BK}$ , será precisamente a mesma como no primeiro caso com o vento a ser  $\overline{BC}$ , isto significa, mais concretamente, que existe invariância da velocidade útil, desde que o vetor vento mantenha a sua origem no ponto  $B$  e a sua chegada em qualquer ponto do arco de círculo  $B'KC$ .

Explica o Almirante Gago Coutinho:

“Este arco é, portanto, o lugar geométrico dos extremos das retas que representam todos os ventos que, partindo do ponto  $B$ , e combinados com a velocidade própria do avião  $AB$  (ou

unidade), permitem o aproveitamento da mesma velocidade final  $AB'$ , na direção a que se pretende navegar,  $AB$ ." (Coutinho, 1922, p. 305).

Figura 58 - Demonstração da igualdade de triângulos.

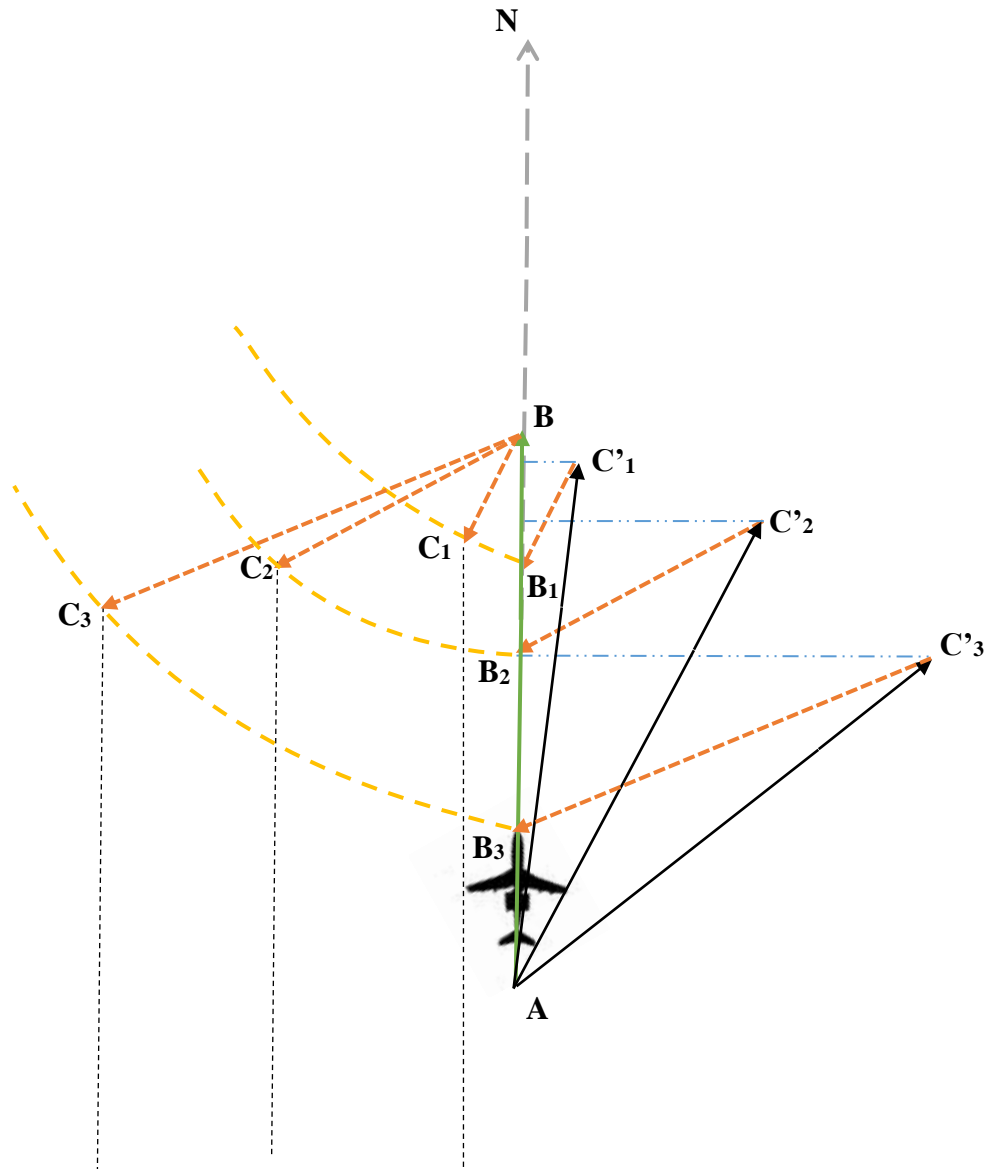


Fonte: Elaborado pelo autor.

Com este raciocínio pretende-se explicar a construção das retas de abatimento e das linhas da velocidade útil do avião, que estão traçadas no corretor de rumos. A figura que se segue apresenta mais detidamente esse estudo, nela temos representadas várias distâncias, entre a reta  $AB$  e os pontos  $C_1$ ,  $C_2$  e  $C_3$ , e que nos levam a obter diferentes correções de trajetória que dependem do abatimento.

Temos também traçadas as retas de velocidade descritas no parágrafo anterior, que nos permitem identificar os extremos de invariância de velocidade útil, ou seja, os limites dos arcos de círculo nos quais poderemos ter diversas direções e velocidades de vento, cuja alteração na velocidade útil do avião é sempre a mesma.

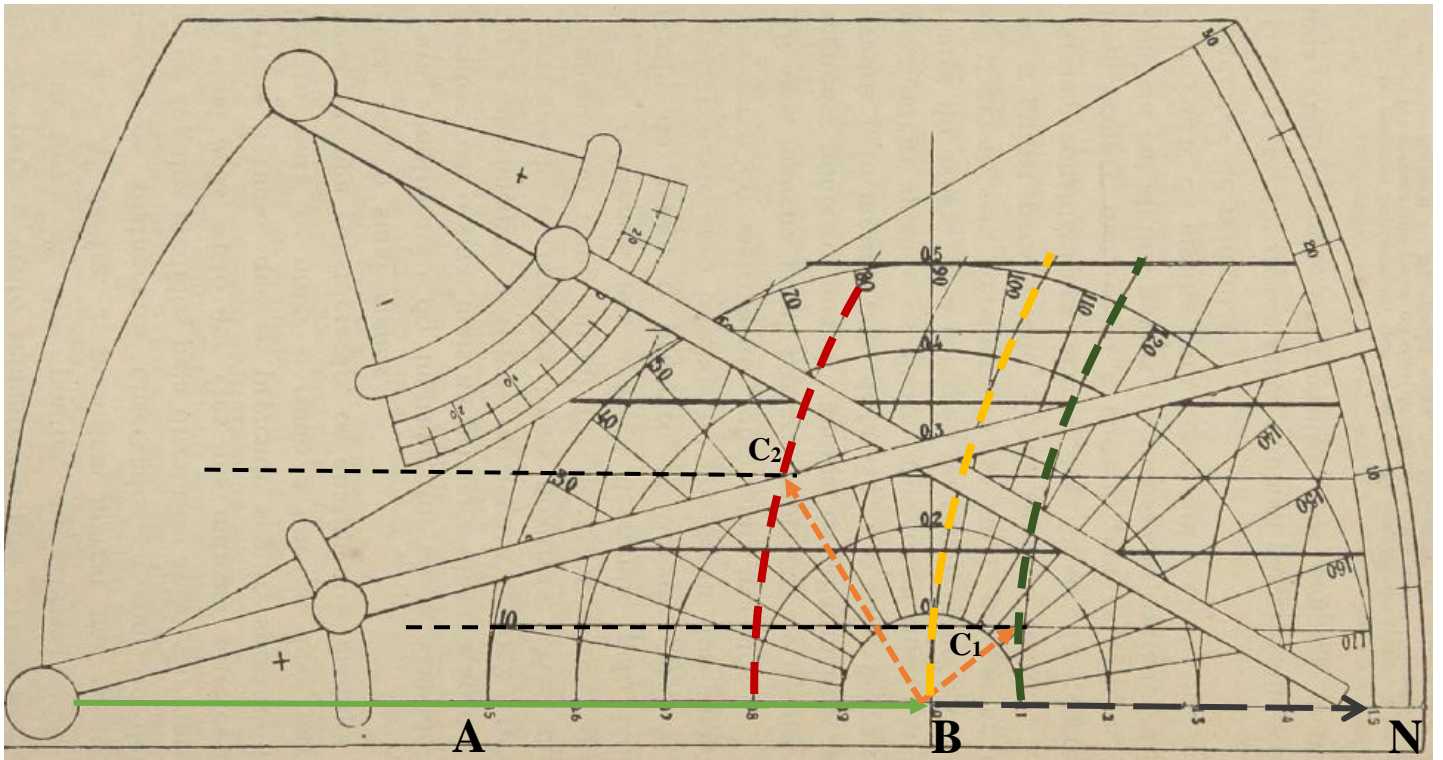
Figura 59 - Demonstração da obtenção dos vários parâmetros que compõem o corretor de rumos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Aplicando agora a mesma teoria à construção do corretor de rumos, repare-se na imagem a seguir.

Figura 60 - Construção do corretor de rumos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O vetor traçado a verde representa a velocidade do avião em unidade de tempo, uma hora, o qual em comprimento atinge o centro do semicírculo. Isto significa que temos três casos distintos de resultados.

No primeiro caso, se a correção obtida recair sobre a linha de velocidade que parte de **B**, traçada a amarelo, e que tem valor igual a 1, quer dizer que a velocidade inicial do avião não foi alterada, ou seja, a ação do vento não afetou a velocidade do mesmo.

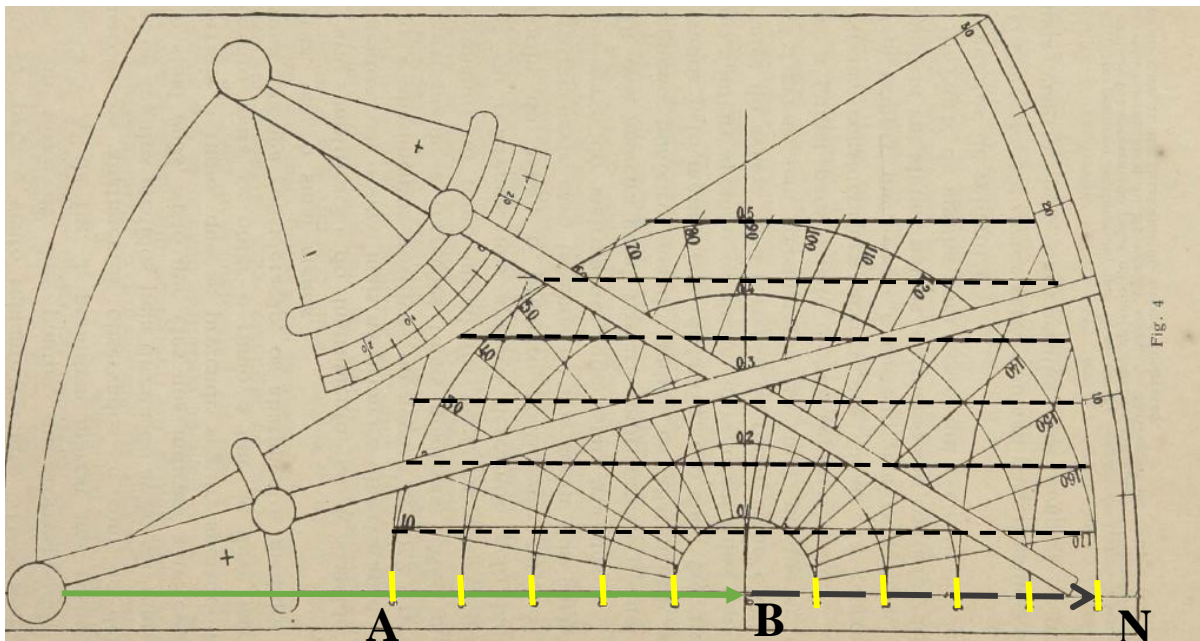
A segunda situação trata-se de uma diminuição da velocidade útil da aeronave, pois o facto de a linha de velocidade, representada a vermelho, se encontrar abaixo da unidade de tempo padrão significa que para o mesmo espaço de tempo foram percorridas um menor número de milhas das que supostamente deveriam ser percorridas em condições normais. Logo, o vento está a atrasar o movimento do avião.

Relativamente ao caso mais favorável, em que a aeronave está a ser “empurrada” pelo vento, podemos ver que esse está represento pela linha de velocidade útil de cor verde. O facto de essa estar além do vetor  $\overline{AB}$  significa que no mesmo intervalo de tempo, o avião está a percorrer um número de milhas superior ao que seria esperado, o que se traduz num efeito de vento favorável ao movimento do mesmo.

Logo, para que se conseguisse calcular a velocidade útil praticada pelo avião sob efeito do vento, dividiu-se o comprimento **AN** em dez partes iguais, cinco para cada lado do ponto B, considerando como o centro do semicírculo a posição onde o efeito do vento é nulo. Sendo assim a escala da velocidade inicia-se em 0,5 e vai até 1,5 vezes a velocidade inicial do avião, esta é contada de décima em décima. Analogamente, o mesmo acontece com as retas paralelas a **AB**, já deduzidas anteriormente, as mesmas estão distanciadas de 5 em 5°, indicando assim a distância à reta **AB** através dos senos dos ângulos previstos, ainda nos mostra qual o abatimento a corrigir, “orçando<sup>35</sup> do rumo desejado, para se conseguir que o avião navegue realmente a esse rumo, contando com a ação lateral do vento” (Coutinho, 1922, p. 305).

Adicionalmente, por cada um dos pontos de divisão, representados a amarelo na Figura 61, fez-se passar os arcos de círculo com o mesmo raio **AB**. Porém, esses apresentam a particularidade de terem os seus centros fora da escala do corretor de rumos, sendo marcados tendo por base o prolongamento **BN** de **AB**. Através destas concluiremos, por simples observação, “qual será a velocidade útil, em décimos e frações da velocidade própria do avião, para cada um dos ventos, que, em direção e velocidade, poderemos imaginar” (Coutinho, 1922, p. 305).

Figura 61 - Construção do corretor de rumos, continuação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

<sup>35</sup> Em linguagem náutica, é a manobra de leme que leva a embarcação a aproximar a proa da linha do vento.

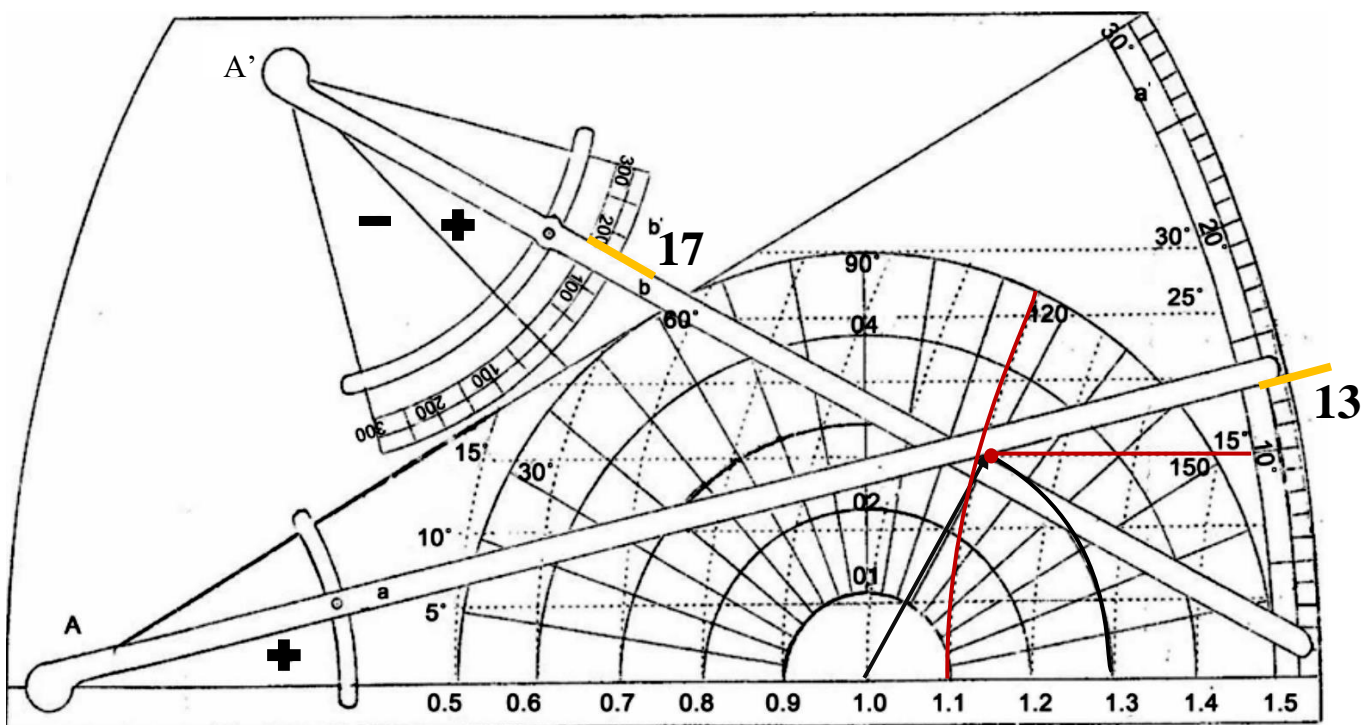
O corretor de rumos concebido, preparado, experimentado e comprovado, seria então usado como calculador gráfico para a resolução do triângulo de velocidades, fornecendo assim a direção e velocidade do vento, a velocidade útil do avião e a correção de rumo para prosseguir na trajetória desejada.

De seguida é apresentado um exercício prático para que se possa entender melhor a sua utilização e comprovar a sua eficácia.

- Velocidade do avião (dada pelo velocímetro) - 100 nós;
- 1ª proa - 030;
- 1ª medição de abatimento = +13°;
- 2ª proa - 030 + 45° = 075;
- 2ª medição de abatimento = +17°.

Fixando os ponteiros A e A' nas graduações positivas 13 e 17, respetivamente, encontramos o ponto de cruzamento desses, permitindo-nos ler imediatamente o seguinte:

Figura 62 - Resolução do exercício usando o corretor de rumos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

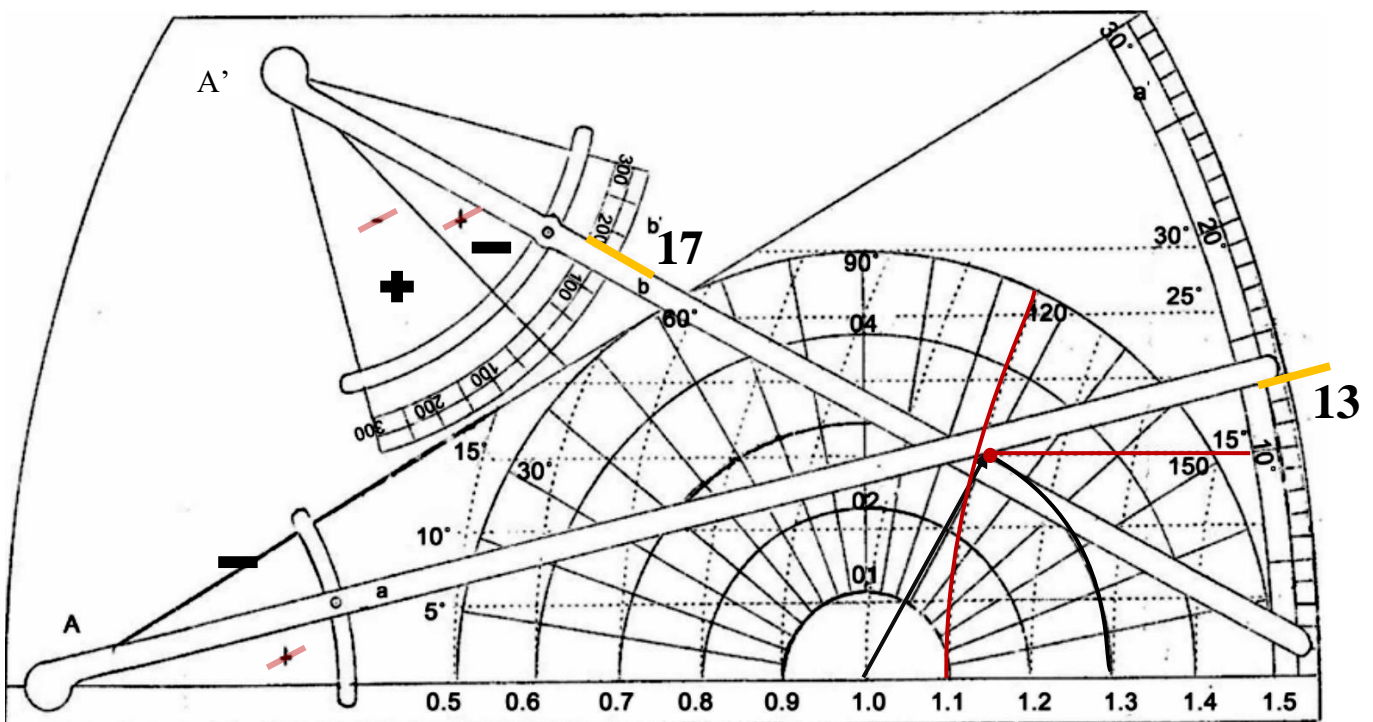
- Direção do vento –  $030 + 118 = 148$ ;
- Velocidade do vento –  $100 \times 0,3 = 30$  nós;
- Correção a fazer relativa à primeira proa =  $+ 15$ ;
- Rumo corrigido –  $030 + 15 = 045$ ;
- Velocidade verdadeira do avião –  $100 \times 1,1 = 110$  nós.

Como já foi explicado anteriormente, caso o primeiro sinal de abatimento fosse negativo, teríamos que ver o verso do corretor de rumos e usar os sinais marcados nesse lado, pois são contrários e as correções para determinar a direção do vento e rumo a seguir teriam que ser subtraídas. Sendo assim, eis a regra a ter em conta: “*les corrections pour déterminer la direction du vent et la route à suivre sont appliquées avec le signal de la première derive*” (Cabral, 1921, p. 520).

Então, supondo o caso anterior em que teríamos a primeira medição do abatimento negativa, temos que:

- 1ª proa – 030;
- 1ª medição de abatimento =  $- 13^\circ$ ;
- 2ª proa –  $030 - 45^\circ = 345$ ;
- 2ª medição de abatimento =  $- 17$

Figura 63 - Resolução do exercício com os sinais inversos.



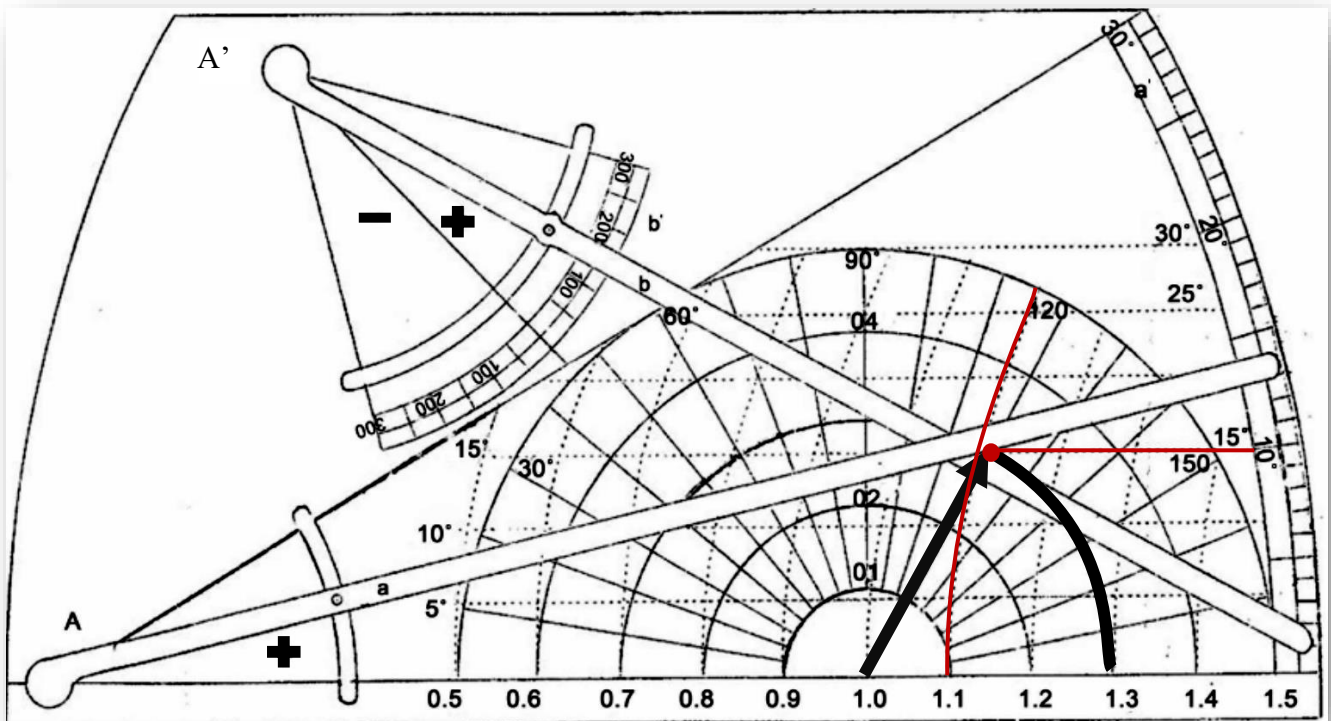
Fonte: Elaborado pelo autor.

Resultado dos cálculos:

- Direção do vento -  $030 + 118 = 272$ ;
- Velocidade do vento -  $100 \times 0,3 = 30$  nós;
- Correção a fazer relativa à primeira proa = - 15;
- Rumo corrigido -  $030 + 15 = 015$ ;
- Velocidade verdadeira do avião -  $100 \times 1,1 = 110$  nós

O corretor de rumos pode ser usado também para o estudo prévio de uma viagem, já que permite por simples leitura ter uma ideia da influência de um certo vento previsto. Isto era praticável, pois no século XX já havia alguns conhecimentos no âmbito da climatologia e meteorologia, “Até mesmo as duas guerras mundiais do século XX tiveram auxílio do conhecimento da atmosfera visto que a preparação dos ataques só era possível a partir da monitoração das condições atmosféricas das regiões a serem atacadas”<sup>36</sup>, desta forma já se era sabida a direção e intensidade de alguns ventos predominantes em determinadas áreas, permitindo assim a antecipação da correção do rumo.

Figura 64 – Exemplificação da resolução do exercício anterior usando o corretor de rumos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

<sup>36</sup> <https://pt.scribd.com/document/86234102/Historia-da-climatologia>, página 1.

Portanto, com a ajuda dos raios e semicírculos pintados de cor preta, procuramos o vento considerado e através das linhas retas e curvas traçadas a cor vermelha é possível determinar imediatamente a quantidade de graus que será necessário o avião alterar o seu rumo (aproximando-se do vento) para seguir a direção pretendida e também a velocidade real do avião.

Fazendo, agora um exemplo rápido e sem cálculos, assumindo que queremos saber a influência de um vento com velocidade 0,3 da própria velocidade do avião, vemos que o caminho a seguir deverá ser aproximadamente  $18^\circ$  mais próximo do vento e a velocidade real que a aeronave irá praticar seguindo essa trajetória será 0,95 da sua própria velocidade.

#### 4.2. Astrolábio de Precisão

Até ao ano de 1919 não havia senão dois processos que tornavam possível a orientação da aeronave numa viagem longa, eram eles a navegação astronómica e o radiogoniómetro, como já explicados no início do presente capítulo.

O sextante é um instrumento utilizado para medir o ângulo entre as direções segundo as quais se veem dois objetos afastados, nomeadamente entre dois astros. O mesmo foi descoberto na época de Newton, porém o motivo de interesse é o instrumento no qual foram introduzidos aperfeiçoamentos muito importantes.

Foram vários os construtores de aparelhos de navegação aérea, são exemplos os cientistas Fischer e Pulfrich de Sena que idealizaram um sextante pendular com certa precisão (Machado, 1944, p. 23), outros se lhes seguiram com fim idêntico, afastando assim o instrumento de Newton-Bradley.

É de realçar que a ideia de combinar com o sextante o nível de bolha, por forma a criar um horizonte simulado, já tinha sido aplicada, mesmo para uso na navegação marítima, pois que muitas vezes o horizonte do mar encontrava-se encoberto. No tempo da Grande Guerra, 1914-1918, já se realizavam alguns testes à aplicabilidade do sextante de bolha em dirigíveis e aeroplanos, contudo não foi conseguida a precisão desejada, apesar de ser de uma exigência menor que na navegação marítima (Machado, 1944, p. 23).

Gago Coutinho realizou igualmente alguns estudos neste âmbito e apesar de não ter sido o inventor do sextante de nível de bolha, foi ele que introduziu neste instrumento alterações que permitiam que a eficácia prática fosse muito superior à dos outros sextantes de horizonte artificial já existentes.

Convidado pelo seu amigo e companheiro Sacadura Cabral a propósito da travessia aérea Lisboa-Rio de Janeiro, Gago Coutinho analisou um conjunto de fatores provenientes da navegação aérea e avançou com as primeiras tarefas a desenvolver, nomeadamente, com o aperfeiçoamento e ensaio exaustivo do sextante com horizonte artificial já em vias de execução (Soares, 1992, p. 34) e, para tal, publicou os resultados das suas investigações, pela primeira vez, no jornal *O Século* de 22 de setembro de 1919, intitulado de “*Sextante – Métodos de navegação de Gago Coutinho*” (Machado, 1944, p. 23), “pondo logo de parte a idéia de tirar privilégio do invento, antes querendo divulgá-lo, para que outros auxiliassem a aperfeiçoá-lo” (Machado, 1944, p. 23).

Em 1919, o navegador inicia o estudo e aperfeiçoamento do sextante e com a experiência, Gago Coutinho percebeu a razão pela qual os instrumentos desenvolvidos até à época em que desenvolveu o seu não permitiam obter resultados com o grau de precisão necessário à navegação aérea. Afirma Coutinho que:

“O defeito comum dos instrumentos que empregam o horizonte artificial para medir alturas dos astros, de bordo do avião, está em que todos estes se baseiam na vertical aparente” (Coutinho, 1922, p. 311).

Por estas razões Gago Coutinho adotou no seu sextante uma disposição especial de um nível de bolha de ar, o que “fez toda a diferença relativamente aos instrumentos desenvolvidos até à época” (Pereira, 2015, p. 274), razão que fez com que o seu sextante de horizonte artificial fosse reconhecido internacionalmente.

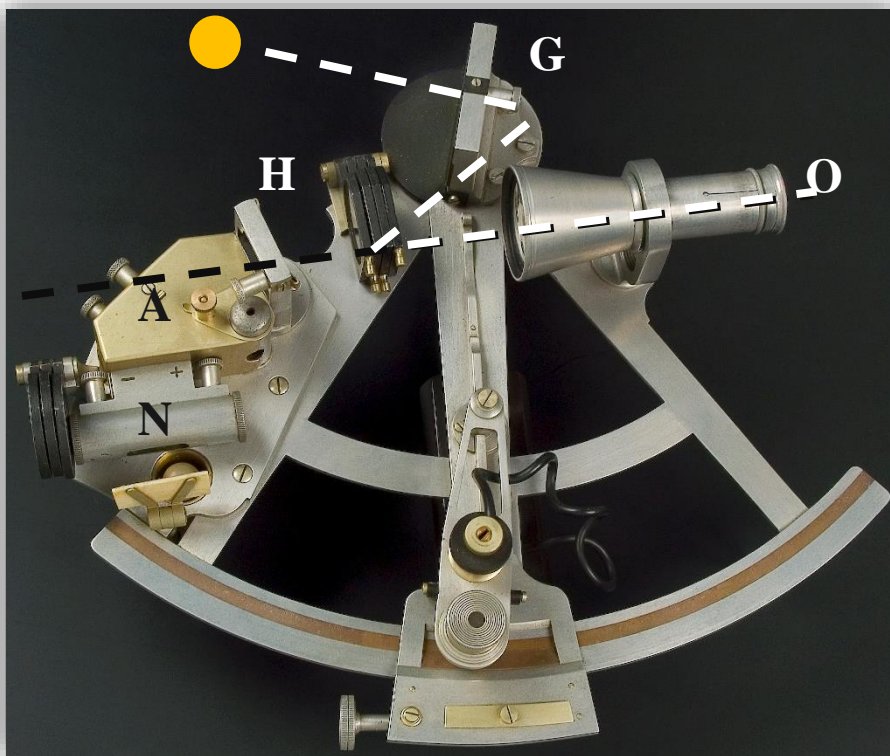
Numa primeira fase, o navegador tinha como objetivo não só a observação em horizonte artificial, mas também em horizonte de mar como no sextante usual, assim os dois sistemas ao funcionarem simultaneamente tornariam possível não só a comparação dos resultados obtidos, mas também a verificação da fiabilidade do novo sistema (Coutinho, 1919, p. 365 e 366)

No entanto, a inovação estava na construção do tubo de nível a empregar. Somente após várias experiências se poderia estudar o “sistema de iluminação, a natureza e coloração do seu líquido e até se haverá necessidade de recorrer a um nível esférico (...)

(Coutinho, 1919, p. 366) e proceder ao seu aperfeiçoamento. Assim com o passar do tempo, Gago Coutinho apercebeu-se que os resultados obtidos eram os suficientes, porém o método usado não era o mais adequado. Desta forma, o navegador recorreu à utilização de um princípio por ele considerado muito mais simples, o qual consistia na colocação de um espelho adicional na retaguarda do espelho horizontal<sup>37</sup> do sextante, para que a imagem do nível de bolha pudesse ser visualizada pelo observador.

O sextante de Gago Coutinho é assim constituído por três espelhos diferentes, atente-se na figura esquemática a seguir, o espelho grande, **G**, que redireciona as imagens dos astros a observar, o espelho auxiliar, **A**, colocado a 45° sobre a linha do horizonte, que reflete a imagem da bolha do nível e o espelho horizontal, **H**, o qual é composto por três partes. Uma delas é limpa, permitindo assim a observação do horizonte de mar, quando o houver, como no sextante normal. A meio existe um espelho que recebe a imagem refletida do astro e do lado direito existe uma fenda transparente, em forma de T invertido, pela qual é observada a imagem das bolhas de ar.

Figura 65 - Sextante idealizado por Gago Coutinho.



Fonte: Elaborada pelo autor.

<sup>37</sup> Também designado por espelho pequeno.

Tal como num sextante comum, Figura 65, **O** é o furo da pínula através do qual se observa o astro refletido no espelho horizontal, **H**. Esse orifício apresenta dimensões mais reduzidas do que o usual, com o intuito de “não só tornar o processo de observação mais preciso, como permite às pessoas de vista defeituosa o observarem sem lente” (Coutinho, 1919, p. 369). Continuando a análise da imagem acima, temos que **N** é a bolha de nível que vai ser refletida pelo espelho auxiliar **A** dando origem ao nosso horizonte artificial. O raio de curvatura de **NC** é igual à distância **ON'**, por construção, para que as “oscilações do instrumento no plano longitudinal e que continha a bolha, não originasse que a imagem do astro se afastasse da bolha, mas sim acompanhasse os seus movimentos” (Pereira, 2015, p. 274).

Caraterizadas algumas das componentes do instrumento com a adaptação de Gago Coutinho, passemos agora à descrição do seu princípio de funcionamento. O sextante usual é um instrumento utilizado para a medição de altura dos astros através do transporte da imagem refletida do astro para o momento de tangente à imagem verdadeira do horizonte, isto obviamente com o horizonte de mar visível.

Porém a altura medida tem de ser corrigida, já que está afetada pelos erros do instrumento e por fenómenos que afetam a observação do horizonte.

Como vemos pela Figura 65, o instrumento foi idealizado para ser utilizado com a mão direita, portanto pegando nele é agora necessário proceder à sua retificação, isto é, correção de erros. Um sextante retificado deve obedecer às seguintes condições:

O Espelho grande deverá estar numa posição perpendicular ao plano do instrumento;

No espelho horizontal através da observação da imagem verdadeira e da imagem refletida de uma referência, de preferência vertical, caso estas estejam desfasadas lateralmente, deve proceder-se à sua sobreposição originando uma imagem integral e única;

Estando a alidade<sup>38</sup> em zero, os dois espelhos (grande e pequeno) devem ser paralelos. A medição deste erro faz-se através da observação de uma referência horizontal, se a imagem visualizada pela luneta tiver ressaltado, terá então que se determinar o erro de índice que será a diferença até a imagem estar ao mesmo nível;

---

<sup>38</sup> No contexto da astronomia é o alinhamento ótico (olho do observador) com uma estrela sobre uma referência horizontal.

Colocando a alidade em zero, no entanto já corrigida como fora explicado anteriormente, e observando pelo furo da pínula do sextante o horizonte verdadeiro, deveremos proceder à correção do centro da bolha, o qual deve coincidir com a linha do horizonte. Esta efetua-se através do parafuso da bolha da vertical do lugar, ou seja, aquela que é refletida pelo espelho auxiliar. Contudo esta observação e retificação é realizada em terra, estando assim sujeito a menos erros. Para realizar esta correção a bordo de uma aeronave, era necessário baixar de altitude para que a correção da depressão<sup>39</sup>, a qual será explicada à frente, fosse mais reduzida.

Todas estas retificações são realizadas através dos parafusos dos respetivos espelhos, no entanto, é necessário comprovar a fiabilidade das alturas observadas. A seguir às correções mecânicas, podem-se então efetuar observações ao sol, por exemplo, por forma a verificar o alinhamento do horizonte verdadeiro com o artificial. Mais tarde, aquando dos cálculos outras correções deverão ser feitas, no entanto já não são ao nível mecânico do sextante.

Prossigamos agora para a descrição do emprego do instrumento.

A Figura 66 mostra-nos um esquema representativo do uso do sextante com horizonte artificial. Na primeira imagem em baixo, vemos que a estrela é refletida pelo espelho grande para a parte prateada do espelho horizontal.

De seguida, com a ajuda do espelho auxiliar que reflete o movimento instantâneo da bolha do nível longitudinal para a abertura em forma de T existente no espelho pequeno. Assim, através do nível de inclinação, de dimensões mais reduzidas que o nível longitudinal, permitirá efetuar observações com maior rigor, já que aproxima o sextante de uma posição vertical, obtendo-se resultados semelhantes aos do sextante comum através do balanceamento da imagem sobre o horizonte no mar (Coutinho, 1922, p. 313).

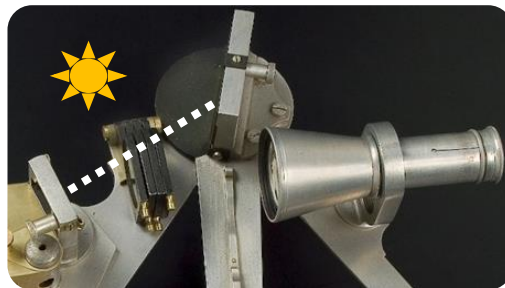
Sendo assim, o sextante de Gago Coutinho estará na vertical quando a bolha transversal estiver no centro do invólucro. Posto isto, a fase seguinte passa por fazer coincidir a imagem refletida do sol com a da bolha longitudinal, a qual se move na vertical, através do movimento baixo-cima e em seguimento observar a escala retirando o valor da altura, é de notar que para observações noturnas esta era provida de um sistema

---

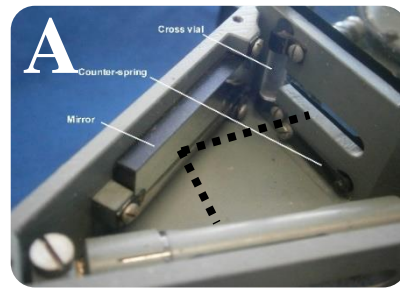
<sup>39</sup> Resulta de observarmos o astro num plano acima do nível do mar.

de iluminação a pilhas, o qual poderia ser ligado ao sistema elétrico da aeronave caso a carga dessas terminasse (Schutzmarke, 1928, p. 20).

Figura 66 - Esquema de funcionamento do sextante de horizonte artificial.



Reflexão da imagem da estrela.



Reflexão do nível no "T" invertido do espelho horizontal.

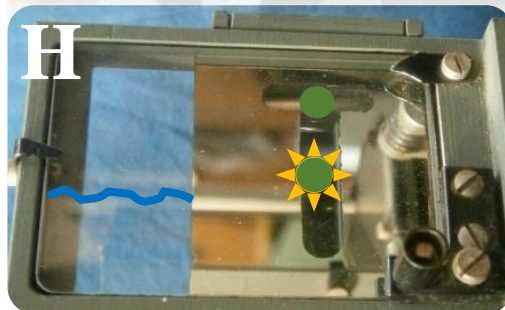


Imagem visualizada pelo observador através do binóculo.

Fonte: Adaptado de <https://sextantbook.com/2016/05/06/a-coutinho-pattern-bubble-sextant/> no dia 31/05/2018 às 16:55.

Naturalmente, para que fosse comprovada a utilidade e fiabilidade do instrumento, era necessário testá-lo num ambiente com condições semelhantes às que iria ser utilizado. Para isso, era então imprescindível a fase de experiências.

Inicialmente Gago Coutinho começou por realizar experiências em terra “no terraço da sua casa, na varanda do ministério das Colónias, no Observatório da Escola Politécnica (...)” (Corrêa, 1965, p. 241) e em navios e só mais tarde, em 1920, para complementar essas experiências preliminares é que o mesmo com o seu próprio engenho iniciou as provas em aviões e hidroaviões “21 de Junho de 1920 – 1 hora de voo no 4018, entre Lisboa e Cabo de espichel, pilotado por Rosado. Experiencia inicial do sextante.” (Corrêa, 1965, p. 242).

A Figura 67 mostra alguns resultados obtidos por Gago Coutinho, sendo apenas uma das inúmeras experiências realizadas pelo navegador. Como podemos analisar pela

imagem, os erros não são deveras significativos sendo os resultados das alturas dos astros bastante aceitáveis, confirmando-se assim as afirmações de Gago Coutinho:

“Confirma-se que este sextante, em condições favoráveis, como são as que se encontram na atmosfera menos agitada do alto mar, e com um observador treinado, permite observações astronômicas cujo erro provável, por altura isolada, anda por  $\pm 10'$ , sendo, portanto o erro provável de uma média de 7 alturas pouco superior a  $\pm 3'$ , número este plenamente suficiente para as necessidades da navegação aérea” (Coutinho, 1922, p. 313).

Figura 67 - Resultados das observações de Gago Coutinho.

Hydro aëreos, N.º 4.018 700 cavalos  
(viagem de Lisboa para Aveiro)  
observações astronômicas de alturas do Sol  
com sextante e horizonte artificial  
7 julho 1920

Couto da Observação		Alarg. legal	altura observada	altura calculada	erro constatado	n.º de alturas	Anquilo ca. tra. o arizante do H. e. o. h. m.
lat. N	long. W. G.						
38.46'	9.30.7"	12.14.14 <sup>0</sup>	72.50'	72.44'	+6'		15
39.29	9.11	13.12.12	72.09	71.54	+15'		17
39.41	9.3	13.27.39	70.20	70.15	+5'		14
39.45	9.2	13.31.17	70.03	69.47	+16'		16
39.47	9.0	13.34.33	69.25	69.22	+3'		19
40.17	8.52	14.14.16	63.29	63.24	+5'		43
40.19	8.50	14.16.42	63.04	62.58	+6'		44
40.22	8.50	14.19.8	62.18	62.34	-16'		45

Pilotos: ten. Pedro Rosado e Santos Moreira

Fonte: Adaptado de (Corrêa, 1965, p. 245).

Note-se que estas experiências foram efetuadas em dias e altitudes diferentes e com níveis de bolha do plano longitudinal também distinto (Pereira, 2015, p. 279), a fim de realizar um estudo aprofundado das capacidades do sextante de horizonte artificial e o seu emprego no mar. Verdade é que o instrumento foi idealizado e concebido para desempenhar funções de dia em condições adversas, isto é, quando o horizonte não é visível ou bem definido, e durante a noite.

No entanto, ao longo dos estudos realizados, Gago Coutinho considera que o sextante de horizonte artificial só deveria ser usado em condições de extrema necessidade devido aos diversos erros associados ao uso dessa adaptação em meio aéreo, apesar dessa ter sido desenvolvida e aperfeiçoada de modo a que quando usada fosse o mais precisa possível.

A razão principal que o levou a ter optado pelo uso do horizonte verdadeiro ao invés do artificial relaciona-se com o facto de as alturas dos astros observadas com os sextantes de horizonte artificial terem como referência a vertical aparente, já mencionada anteriormente no início do subcapítulo.

Essa vertical não é uma direção estática, isto é, quando o observador realiza as medições de alturas aos astros sob um corpo em rotação este fica sujeito ao efeito da força centrífuga, a qual provoca um afastamento dos corpos do centro de rotação.

Neste caso, esta força é devida aos movimentos curvilíneos do avião que são provocados principalmente pela irregularidade do governo causada pela bússola que apresenta desvios com a variação do campo magnético e pela diferente força do vento sentida ao longo do percurso. Todos estes fatores em conjunto não permitem que a aeronave realize uma trajetória retilínea, ficando assim sob o efeito da força centrífuga que a afasta do eixo vertical real.

Desta forma, o desvio entre a vertical aparente e o eixo do centro de rotação do corpo é definido pela fórmula a seguir apresentada (Coutinho, 1922, p. 311):

$$\tan \Delta = \sin a \times \left( \frac{V^2}{g \times r} \right)$$

Nesta  $a$  é o ângulo entre o rumo do corpo em movimentação e o azimute<sup>40</sup> do astro observado,  $V$  a velocidade do avião,  $r$  o raio do movimento instantâneo em torno de um eixo vertical e  $g$  a aceleração que determina a intensidade do campo gravitacional num local específico, considerado para o caso o valor de 9,8 metros/segundo ao quadrado (Coutinho G., 1922, p. 311).

Logo para obter o desvio, temos que:

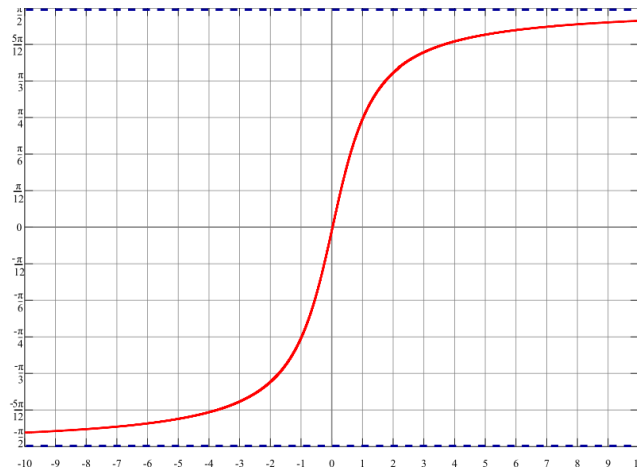
$$\Delta = \tan^{-1} \left( \sin a \times \left( \frac{V^2}{g \times r} \right) \right)$$

Posto isto o objetivo é calcular o desvio máximo que se poderá obter, isto é o maior valor do erro possível. A função arco tangente é uma função crescente, como podemos verificar pela figura abaixo apresentada, logo para calcular o valor máximo de  $\Delta$  é necessário verificar qual o valor máximo que o argumento  $\sin a \times \left( \frac{V^2}{g \times r} \right)$  pode tomar.

---

<sup>40</sup> Em astronomia é a distância angular medida horizontalmente a partir do ponto cardeal sul, para oeste, ao longo do horizonte, até ao círculo vertical de um mastro, de 0° a 360°

Figura 68 - Função da arctan x.



Fonte: Retirado de [https://pt.wikipedia.org/wiki/Fun%C3%A7%C3%B5es\\_trigon%C3%A9tricas\\_inversas](https://pt.wikipedia.org/wiki/Fun%C3%A7%C3%B5es_trigon%C3%A9tricas_inversas) no dia 27/05/2018 às 22:48.

#### Explica o Almirante Gago Coutinho:

A fórmula diz-nos que o desvio da vertical é máximo com o astro no través; e admitindo que na prática esses raios instantâneos de rotação podem descer até à milha marítima, o desvio atingirá nesse caso os seguintes valores (Coutinho, 1922, pp. 311-312).

Navio a 10 milhas por hora ----- 5'

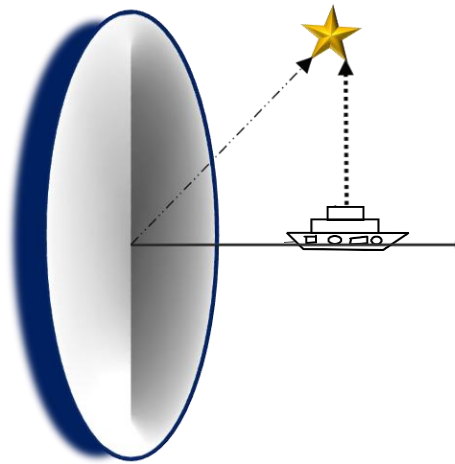
Navio a 20 milhas por hora ----- 19'

Navio a 60 milhas por hora ----- 3°

Significa isto que quando o astro é observado pelo través do corpo em rotação, o ângulo formado entre o azimute medido e o rumo praticado será de 90°, assim teremos que  $\sin a$  será máximo quando tivermos  $\sin 90^\circ$ , que é igual a 1. Relativamente ao raio, sendo  $g$  uma constante invariável, para que a equação tenha o maior valor terá que ser no mínimo 1 milha marítima, ou seja, 1852 metros. Posto isto, temos que o desvio máximo apenas depende da velocidade da aeronave:

$$\sin a \times \left( \frac{V^2}{g \times r} \right) \leq 1 \times \left( \frac{V^2}{g \times 1852} \right)$$

Figura 69 - Ângulo formado com o astro no através de uma embarcação.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Recordemos o exemplo transcrito à dois parágrafos atrás, e vejamos então resolução matemática do mesmo a seguir.

Antes de avançar, importa referir e realçar que para serem efetuados os cálculos do desvio é estritamente necessário que todas as grandezas estejam escritas nas mesmas unidades. Na resolução apresentada já a seguir foram utilizados o metro e o segundo como unidades de distância e tempo, respetivamente, por forma a facilitar as operações, já que  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ .

Tabela 2 - Tabela de cálculo de desvios.

DADOS:	Unidades			
Velocidade de deslocamento	MN <sup>41</sup> /h	10	20	60
Velocidade de deslocamento	m/s	5,144	10,289	30,867
Constante de aceleração (g)	m/s <sup>2</sup>	9,8	9,8	9,8
Valor do raio (r)	MN	1852	1852	1852
RESULTADOS:				
Valor de $\Delta$ em graus	°	0,0835	0,3342	3,0049
Valor de $\Delta$ em minutos	'	5,01	20,05	180,30

Fonte: Elaborado pelo autor.

<sup>41</sup> Unidade de medida de distâncias, milha náutica.

Realizando agora uma análise dos resultados apresentados na Tabela 2, podemos averiguar que à medida que a velocidade do movimento do corpo aumenta, o desvio também se torna cada vez maior, e sendo a velocidade de cruzeiro de uma aeronave por volta das 50 a 70 milhas náuticas, 3 graus de desvio não é um valor aceitável na navegação astronómica.

Deste modo, podemos afirmar que, sendo o avião um meio que se desloca a elevadas velocidades, ocorrerão sempre desvios elevados, porque “o plano de referência fundamental para a medição das alturas dos astros, a bordo do avião, é independente da perfeição dos instrumentos empregados” (Coutinho, 1922, p. 312), isto é, mesmo no caso de serem usados instrumentos fiáveis e se determinem as alturas dos astros de forma totalmente correta.

Assim, a solução para que as observações tenham o menor erro possível, passa por, em vez de ter o astro pelo través, situação mais desfavorável, efetuar um cuidadoso e preciso governo em direção ao astro a observar, isto é, aproar a ele, e nesse rumo realizar a medição de alturas. No entanto, outras ações são necessárias que deverão ser realizadas no momento mais oportuno, como menciona Gago Coutinho: “A observação (...) será feita ao *critério do observador*, cuja prática lhe permitirá escolher o momento em que a vertical está sendo menos afetada pela força centrífuga” (Coutinho, 1922, p. 312).

A ação descrita no início do parágrafo anterior, bem como a responsabilidade do observador em determinar o momento referido são os fatores a ter em conta para que o erro seja o menor possível, obtendo-se assim um resultado mais próximo do correto.

Por conseguinte, após todo o estudo aprofundado da inovação, verificamos que Gago Coutinho alterou a sua linha de pensamento, como podemos ver pelas declarações do mesmo a seguir transcritas:

“a solução mais conveniente, quando se pretendam observações de mais confiança, será, baixar o aeroplano até se tornar suficiente nítida a linha do horizonte de mar (o que em geral se consegue a cem metros de altitude), e observar sobre ela, sujeitando-nos aos êrros, menos importantes, da depressão, por causa da incerteza da nossa altitude” (Coutinho, 1922, p. 314).

Desta forma, sendo o navegador um observador experiente com prática adquirida nos navios e nos trabalhos geodésicos desenvolvidos e considerando Gago Coutinho o facto de:

- Nas altitudes mais baixas as alterações das características do vento serem rapidamente mais perceptíveis;
- A imprescindível observação das bombas de fumo na água para calcular o abatimento do avião;
- A experiência que fora recolhendo ao longo dos testes ao sextante de horizonte artificial (Coutinho, 1922, p. 322).

Gago Coutinho constatou que era preferível usar o horizonte verdadeiro, já que o sextante de horizonte artificial pode ter erros substancialmente elevados, numa plataforma que se desloque a velocidade elevada, como é o caso do avião.

Contudo para se observar o horizonte de mar bem definido, os voos terão que ser a altitudes mais baixas e reunindo todos os fatores necessários a uma melhor condução da navegação, Gago Coutinho afirma que:

“Em tempo regular o horizonte de mar já se vê bem a 30 metros e, geralmente, não há inconveniente em descer até essa altitude durante o pouco tempo indispensável para se observar alturas de astros” (Coutinho, 1923, pp. 2-4).

Porém, pelas suas palavras no *Relatório Técnico sobre a Navegação*, apercebemos que não era frequente a prática dessa altura acima do nível do mar pelos aviadores “*Quando se voa sobre o mar há toda a vantagem em fazê-lo a pequena altura, parecendo-nos que uma altitude de cerca de 200 metros será talvez a mais vantajosa*” (Coutinho, 1923, pp. 2-4).

Entretanto a observação realizada através do horizonte de mar suscita um novo problema no âmbito da determinação rigorosa da altitude de voo, a qual não era necessária pelo método do horizonte artificial. Esta imposição decorre do facto de a linha do horizonte não ser verdadeiro, mas sim o designado de horizonte aparente, ou seja, a altura observada é também uma altura aparente<sup>42</sup> (Canas, no prelo, p. 11). Declara o Comandante Costa Canas:

“Para converter esta em altura verdadeira torna-se necessário aplicar algumas correções. Não importa estar aqui a explicar todas essas correções, bastando apenas referir a depressão, que é aquela que tem a ver com a altitude.” (Canas, no prelo, p. 11)

---

<sup>42</sup> Altura que tem de ser corrigida. Esta altura está afetada pelos erros do instrumento e pelos fenómenos que afetam a observação em horizonte de mar.

A determinação da correção de depressão decorre da Terra ter uma superfície esférica e não retilínea e, por isso, a altura a que o observador se encontra é importante, pois que quanto mais alto estiver o observador, maior será o alcance de visibilidade (Canas, no prelo, p. 11). Explica o Comandante Costa Canas:

“De modo a que todos os observadores usem o mesmo referencial, é necessário aplicar uma correção que permita reduzir todas as alturas aparentes ao nível do mar. Essa correção é a depressão e surge geralmente tabelada, em função da elevação do observador. O seu valor é sempre negativo, assumindo que o observador está sempre acima do nível do mar, crescendo o valor absoluto da correção conforme a altura vai crescendo. Portanto, o uso do horizonte de mar implicava a determinação, mais ou menos correta, da altitude de voo, conforme se referiu anteriormente.” (Canas, no prelo, p. 11)

Para que a correção da depressão fosse a menos significativa possível era assim necessário praticar medições a baixas altitudes, pois quanto maior essa for, maior será a correção. Contudo era ainda necessário encontrar uma solução para determinar a altitude de voo de forma suficientemente rigorosa. Uma solução poderia ser o seu cálculo através do valor da pressão atmosférica dada pelo barómetro, porém o resultado não seria o mais preciso devido à informação duvidosa fornecida pelo mesmo que apenas é retificado no início da viagem (Pereira, 2015, p. 281). Esclarece Gago Coutinho a resolução por ele arquitetada:

“Gago Coutinho pondera então uma solução: Com ceu claro, e com o sol a mais de 30 graus de altura, a sombra do avião sobre a superfície do mar é suficientemente nítida para ser medida a sextante ou a binóculo telemétrico. E é elementar ter, como nós fizemos para o *Lusitânia*, uma pequena tabela, calculada com o comprimento das azas do avião, que dá o coeficiente K da fórmula.

$$\textit{Altitude} = K \times \textit{ctg} (\textit{ângulo da sombra})$$

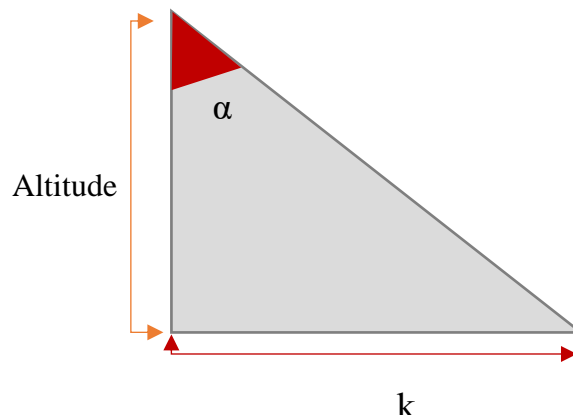
Fórmula que nos dará a altitude com um erro de poucos metros, correspondente a um erro de menos de um minuto de depressão.” (Coutinho, 1922, p. 314)

Note-se que Gago Coutinho refere que para ser efetuada a medição da envergadura do avião através da própria sombra, o sol terá que estar a mais de 30° de altura. Este requisito não surge em vão, esse advém do facto de o sol aquando abaixo da altura preconizada fará com que a sombra do avião seja estendida pelo oceano, deformando-se. Não apresentando assim as mesmas dimensões do mesmo e o facto de ser projetada muito longe torna a sua medição extremamente difícil e grosseira.

Retomemos a fórmula anterior, para Gago Coutinho chegar a essa, várias deduções e aproximações tiveram que ser realizadas.

Primeiramente, para uma melhor compreensão, atente-se no triângulo retângulo seguinte:

Figura 70 - Triângulo Retângulo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

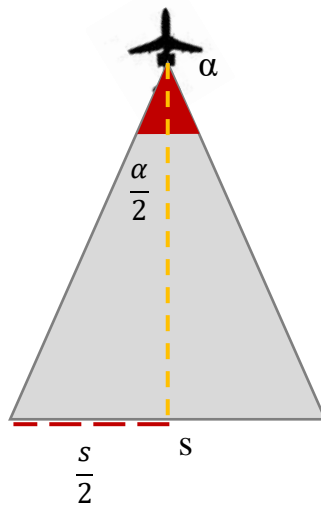
Para este triângulo retângulo têm-se:

$$\tan \alpha = \frac{k}{\text{altitude}} \Leftrightarrow \text{altitude} = \frac{k}{\tan \alpha} \Leftrightarrow \text{altitude} = k \times \cot \alpha$$

Contudo, esta não é a situação que pretendemos estudar, mas sim um exemplo prático aplicado ao objeto em análise, isto é, o cálculo da altitude do avião em pleno voo. Para tal Gago Coutinho arquiteta uma forma para alcançar esse objetivo. Inicialmente, mede o ângulo  $\alpha$  com o sextante, ângulo este que representa a sombra das asas do avião no mar e  $s$ , que representa a sombra total da envergadura da aeronave na superfície do mar.

Para melhor compreensão do problema em mãos, veja-se o caso mais simples em que  $\alpha = 90^\circ$ , o que significa que o sol se encontra na vertical em relação à aeronave.

Figura 71 - Cálculo da altitude com ângulo ao sol de 90°.



Fonte: Elaborado pelo autor.

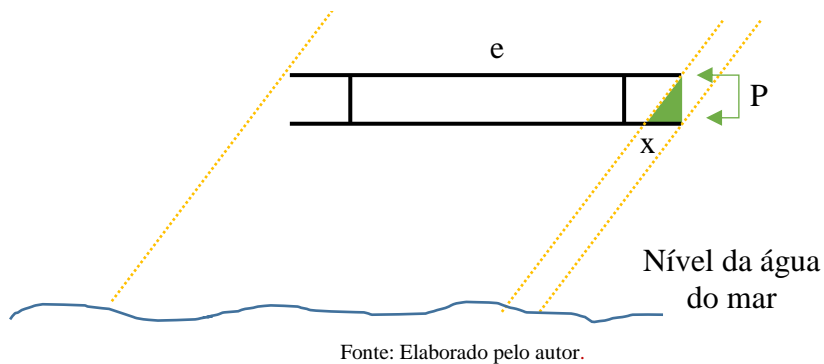
Assim sendo, temos que a altitude do avião é igual a:

$$altitude = \frac{s}{2} \times \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Realça-se que, apesar de esta ser a situação mais favorável e prática ao cálculo da altitude, esta apenas ocorria apenas uma vez por dia, que era aquando o sol estava na sua passagem meridiana no lugar, daqui resulta a necessidade por parte de Gago Coutinho em alcançar uma forma de calcular, para ângulos do sol diferentes, a altitude correspondente. Para tal o mesmo avançou com a construção de uma tabela com valores pré-calculados em terra, à exceção daqueles que careciam de dados em tempo real. Dito isto, seguem as considerações que estão na base dessas tabelas:

1. Sabendo que a aeronave da viagem era um hidroavião biplano é necessário calcular o comprimento total da sombra do avião na superfície do mar. De facto, por estarmos na presença de um biplano, a sombra da aeronave na superfície do mar irá ser incrementada por um fator que depende somente da distância entre as asas e da altura do sol;

Figura 72 - Incremento da sombra.



Sendo  $x$  o incremento a adicionar ao comprimento da sombra das asas do avião e tendo em conta que  $P$  representa a diferença de altura das duas asas, é agora possível chegada ao valor do total da sombra  $s$ . Assim, pela regra dos triângulos retângulos, temos que:

$$\text{Incremento da sombra} \rightarrow x = P \times \cot(\alpha)$$

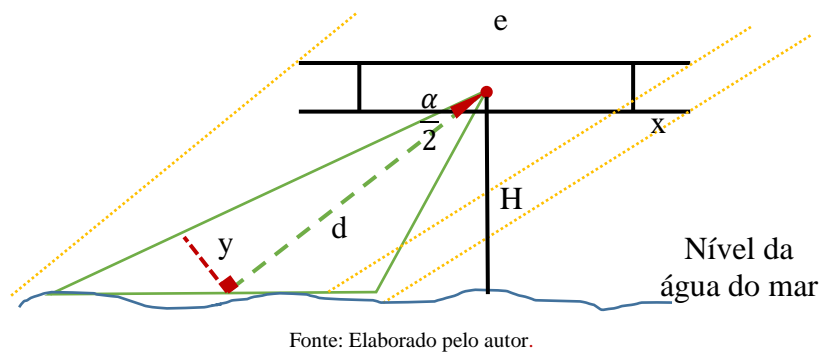
Assim, o comprimento total da sombra do avião na superfície do mar é dado pela fórmula:

$$\rightarrow s = e + x$$

Em que  $e$  representa a envergadura da aeronave.

2. O próximo passo será o cálculo de  $d$ , sendo  $d$  o comprimento do lado do triângulo representado no esquema da Figura 73. Note-se que o objetivo é a determinação da altitude do avião,  $H$ ;

Figura 73 - Determinação da variável  $d$ .



Para conseguirmos calcular a distância **d** é necessário considerar o triângulo retângulo com catetos **y** e **d** e o ângulo  $\frac{\alpha}{2}$ , como está representado na Figura 74. Posto isto, obtiveram-se os seguintes resultados:

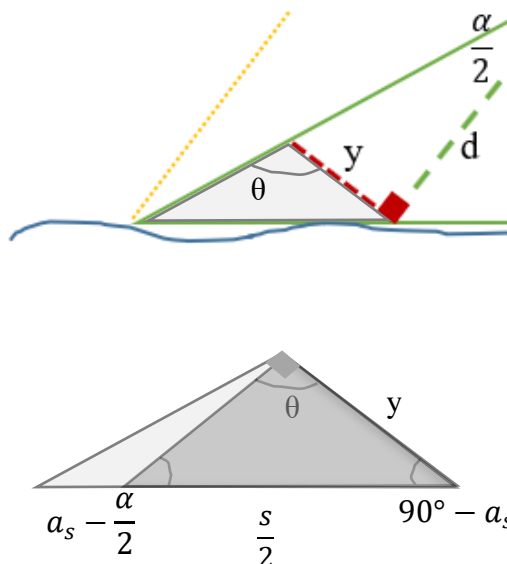
$$d = y \times \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

Tendo em conta que  $\alpha$  é o ângulo da sombra da aeronave na superfície do mar, o seu valor não será muito elevado. Para o estudo em causa podemos considerar que o seu valor será no máximo 15°, ou seja, é muito pequeno. Logo  $\cot\left(\frac{\alpha}{2}\right) \approx 2\cot(\alpha)$ , deduzindo-se deste modo que:

$$d = y \times \cot\left(\frac{\alpha}{2}\right) \Leftrightarrow d \approx 2y \times \cot(\alpha)$$

No seguimento da resolução do problema, resultou agora o aparecimento de uma outra incógnita, **y**, a qual terá que ser determinada através do pequeno triângulo evidenciado na Figura 74.

Figura 74 - Cálculo do comprimento **y**.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observemos em primeiro lugar  $\theta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} \approx 90^\circ$ , ou seja, se tivermos em conta que o ângulo  $\alpha$  é pequeno, então, podemos considerar que  $\theta$  é um ângulo reto e, como consequência, neste contexto, considerando as fórmulas trigonométricas de um ângulo retângulo, podemos deduzir que:

$$\cos(90^\circ - a_s) = \frac{y}{\frac{s}{2}} \Leftrightarrow y = \frac{s}{2} \cos(90^\circ - a_s) \Leftrightarrow y = \frac{s}{2} \sin a_s$$

Neste contexto, determinada a variável  $y$  e pegando na equação da variável  $d$ , proceda-se à substituição das seguintes parcelas pelos resultados obtidos, isto é:

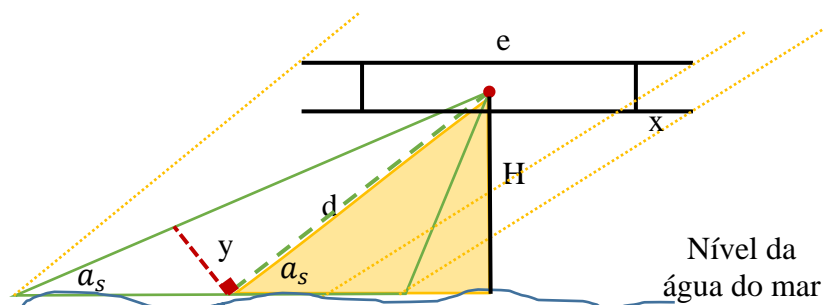
- I.  $d \approx 2y \times \cot(\alpha)$
- II.  $y = \frac{s}{2} \sin a_s$
- III.  $s = e + x$
- IV.  $x = P \times \cot(a_s)$

$$d \approx 2y \times \cot(\alpha) \Leftrightarrow d \approx 2 \times \left(\frac{s}{2} \sin \alpha\right) \cot(\alpha) \Leftrightarrow d = s \times \sin(a_s) \cot(\alpha)$$

$$\Leftrightarrow d = (e + x) \sin(a_s) \cot(\alpha) \Leftrightarrow d = (e + P \times \cot(a_s)) \sin a_s \cot(\alpha)$$

3. Estando a chegar ao fim a resolução da altitude de voo do avião, **H**, atente-se no triângulo a seguir definido.

Figura 75 - Determinação da altitude de voo da aeronave.



Fonte: Elaborado pelo autor.

\*Nota: No cálculo da altitude estimamos a altura cerca de 80/100 metros.

Assim, temos que:

$$\sin(a_s) = \frac{H}{d}$$

→ Logo,  $H = d \sin a_s$

$$H = \underbrace{[(e + P \times \cot(a_s)) \sin(a_s) \cot(\alpha)]}_{k} \sin a_s \Leftrightarrow H = K \times \cot \alpha$$

Relembrando a fórmula da determinação da altitude enunciada por Gago Coutinho, torna-se agora possível observar que a função inerente à variável **H**, foi a mesma que o navegador utilizou nos seus cálculos na viagem. Porém, a única diferença advém do facto de Gago Coutinho não considerar as aproximações e igualdades, no entanto, ele tem noção de que a “Fórmula que nos dará a altitude com um erro de poucos metros, correspondente a um erro de menos de um minuto de depressão” (Coutinho, 1922, p. 314). Nesta investigação, todas as aproximações foram de certa forma “descobertas”, explicadas e consideradas nos cálculos e, portanto, deduzida a existência desse mesmo erro pelo mesmo mencionado.

A partir da análise das tábuas construídas por Gago Coutinho, nota-se que foi esta a fórmula usada para a sua materialização, através do pré-cálculo do valor de **k**, pois ele tinha conhecimento que o comprimento das asas era 19,20 metros e a altura entre as duas asas de 1,60 metros, ou seja, na fórmula anterior temos  $e = 19,2$  e  $p = 1,6$ .

Figura 76 - Tábuas do cálculo da altitude de Gago Coutinho.

em metros altitude = [K] et  $\alpha$  19,20 x 1,60  
(F.400)

ALTA [K]	ALTA [K]	ALTA [K]
90° 1.283	58° 1.162	38° 0.906
85 1.283	56 1.144	36 0.869
80 1.276	54 1.125	34 0.829
75 1.263	52 1.104	32 0.786
70° 1.242	50° 1.081	30° 0.739
68 1.232	48 1.057	28 0.690
66 1.221	46 1.031	26 0.635
64 1.208	44 1.003	24 0.576
62 1.194	42 0.973	22 0.412
60° 1.179	40° 0.941	20° 0.441

Fonte: Retirada de (Pereira, 2015, p. 312)

Tendo em conta que para os devidos cálculos foram usadas as tabelas de Hotiél, observe-se o seguinte exemplo de cálculo da altitude de voo da aeronave:

Ângulo da altura do sol  $a_s = 50^\circ$ .

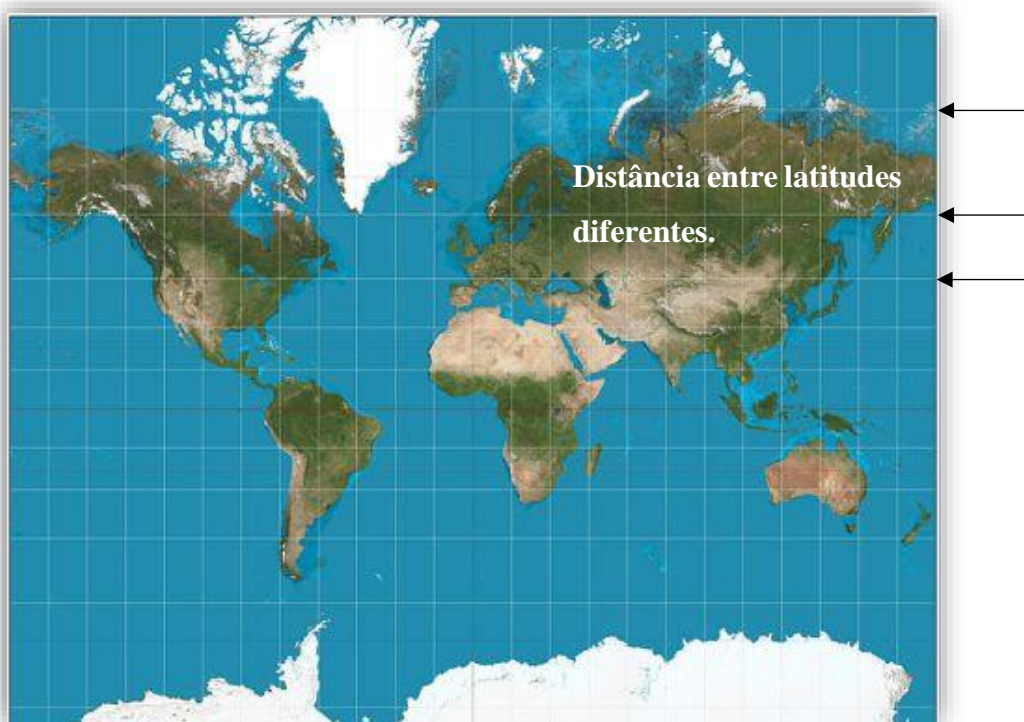
$$\rightarrow k = (19,2 + 1,6 \times \cot(50^\circ)) \sin(50^\circ) \cot(50^\circ) \sin 50^\circ \Leftrightarrow \log k = \log(19,2 + 1,6 \times \cot(50^\circ)) \sin(50^\circ) \cot(50^\circ) \sin 50^\circ \Leftrightarrow \log k = 1.081162$$

Tal como se encontra na Figura 76 evidenciado a cor verde. Daqui resulta que Gago Coutinho, durante o seu trabalho preparatório em terra, constrói esta tabela para as várias alturas do sol, tendo em conta que  $k$  não sofria alterações, pois o seu valor não depende do ângulo da sombra.

Finalmente, resolvidas as dificuldades dos instrumentos de navegação era agora primordial reunir os requisitos essenciais ao cálculo rápido e preciso das posições geográficas da aeronave através da navegação astronómica, sendo que para a sua determinação era necessário efetuar procedimentos com um certo grau de dificuldade. A complexidade exigida pelos cálculos aliada ao facto de que a aeronave se desloca a elevada velocidade e, portanto, a necessidade do conhecimento da posição do avião o mais rápido possível para se poder fazer a correção de rumo necessária, não permitia que todos os cálculos fossem efetuados a bordo. Por forma a resolver esta questão, Gago Coutinho realizou uma preparação em terra importantíssima desenvolvendo métodos com o intuito de agilizar e facilitar o processo de cálculo do ponto e condução da navegação.

Primeiramente, “uma das questões que teve de ser adaptada foi a projeção usada nas cartas” (Canas, no prelo, p. 12). Gago Coutinho teve que desenhar as suas próprias cartas com escalas constantes, pois que, naquela época, apenas eram utilizadas cartas náuticas com a projeção de Mercator (Canas, no prelo, p. 12), a qual para a navegação aérea não era prática por apresentar uma escala diferente ao longo da carta, variando em função da latitude, como podemos verificar na imagem em seguida.

Figura 77 - Exemplo de uma projeção de Mercator.



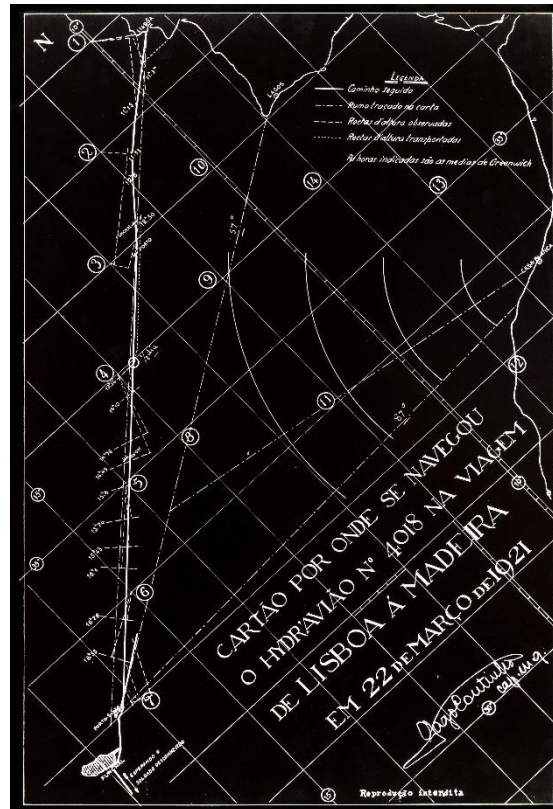
Fonte: Adaptado de <https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2008/02/projecao-mercator1.jpg> dia 01/06/2018 às 16:10.

Passo agora a expor a transcrição da explicação do Almirante Gago Coutinho no âmbito da construção das suas cartas:

“Com o fim de evitar os inconvenientes do emprego das cartas de escala variável, como as de Mercator usadas a bordo dos navios, a navegação fazia-se por uma carta especial, desenhada expressamente em cartão, na qual se usou a projeção cónica secante, e cuja *escala constante* era meio milímetro por milha. A linha de navegação que devíamos seguir, ia traçada a vermelho, e, para riscar as retas de altura, serviamo-nos de um transferidor, cujo lado estava graduado em milímetros, isto é, duplas milhas.

Esta carta estava dividida em retangulos, cujos lados eram meridianos e paralelos, traçados de grau em grau. Ao longo da linha a navegar, escolheram-se alguns dos cruzamentos de meridianos e paralelos, as quaes tinham uma letra indicativa, e eram aceites sucessivamente como ponto estimado, que servia no cálculo, enquanto viajávamos nas proximidades de cada um d’esses ponto” (Coutinho, 1923, p. 11).

Figura 78 - Carta de navegação concebida pelo Almirante Gago Coutinho.



Fonte: Imagem cedida pelo Sr. Comandante António Costa Canas.

Seguidamente, tornava-se necessária a simplificação dos cálculos logarítmicos usados para o cálculo das retas de altura. Para tal Gago Coutinho construiu tabelas com resultados pré-calculados em terra, deixando de fora apenas variáveis que dependiam do seu valor em tempo real.

A investigação científica realizada na presente dissertação, não visa abordar as deduções matemáticas obtidas por Gago Coutinho (construção detalhada das tabelas com resultados pré-calculados), mas sim a aplicabilidade destas nos métodos usados pelo mesmo aquando a consumação da 1ª Travessia Aérea do Atlântico Sul.

Inicialmente, o navegador começou “por prever, ao longo da linha sobre que pretendemos navegar, alguns *pontos de referência*, de latitude e longitude conhecidas, e afastados entre si de cerca de 100 milhas” (Coutinho, 1922, p. 315). Esses traçados eram acompanhados pela hora provável da passagem do avião, a qual era calculada antes do início da viagem através do regime de velocidade a praticar e distância percorrida.

Seguidamente, era então imprescindível encontrar um método para saber de forma suficientemente precisa a posição da aeronave. Para a obtenção dessa, afirmou Gago Coutinho que, durante a travessia Lisboa-Rio de Janeiro, conciliou a utilização do sextante, o qual lhe dava a altura do astro, e o método de Marcq de Saint-Hilaire<sup>43</sup> (Coutinho, 1922, p. 318), com o qual obtinha a altura estimada. No entanto o mesmo deixa bem claro que não se devem rejeitar os restantes processos de cálculo<sup>44</sup> existentes, mas sim escolher um “processo tão automático, que possa mesmo ser empregado por observadores sem preparação astronómica” (Coutinho, 1922, p. 322).

O processo de cálculo empregue pelo navegador, afirma o Comandante Costa Canas:

“Baseia-se na comparação entre a altura de um determinado astro, observada normalmente com um sextante, e a altura que aquele mesmo astro teria se o observador estivesse numa determinada posição estimada. A comparação destas duas alturas permite traçar uma linha de posição, designada reta de altura, e implica o cálculo da altura para a posição estimada, usando trigonometria esférica”. (Canas, no prelo, p. 13).

Significa isto que Gago Coutinho calculava duas alturas diferentes, conforme indicado há dois parágrafos atrás. Uma delas era a altura estimada, a qual era prevista em terra, na fase de planeamento da viagem, trata-se do valor esperado da altura do astro nas posições de referência marcadas na carta de navegação, sendo calculada através da função de trigonometria esférica:

$$\sin A = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos P$$
$$\rightarrow \sin A = \sin 1 \sin \delta + \cos 1 \cos \delta \cos P$$

Onde  $A$  representa o resultado que se pretende obter a altura estimada,  $\varphi$  é a latitude estimada do observador,  $\delta$  é a declinação do astro e  $P$  é o valor do ângulo

---

<sup>43</sup> Oficial da Marinha francesa, que, na segunda metade do século XIX, desenvolveu o método que ficou conhecido pelo nome do seu proponente.

<sup>44</sup> Processo Japonês, mecânico de João Capelo, diagramas, régua logarítmica de grande comprimento e em hélice (Coutinho, 1922, p. 321/322).

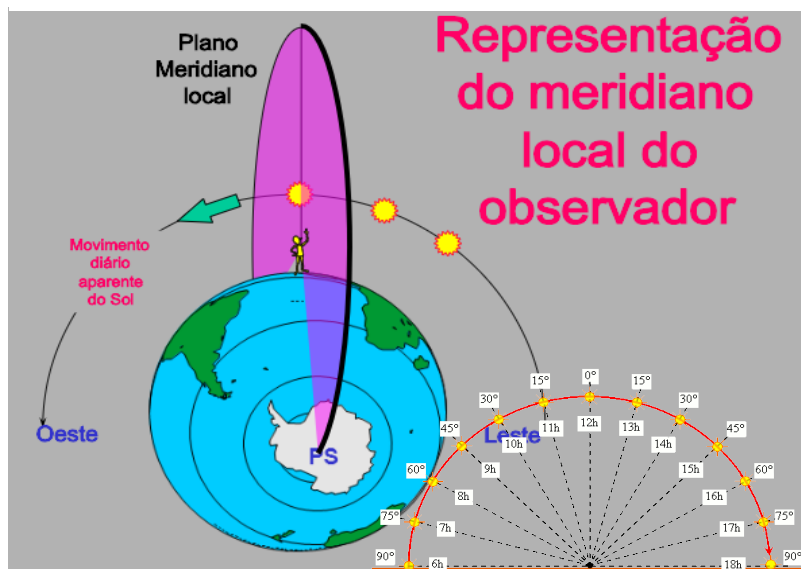
horário<sup>45</sup> do astro<sup>46</sup>. Este último depende da hora e da longitude, neste caso, longitude estimada do observador. A sua determinação era feita através da comparação do pré-cálculo das horas de passagem do astro nos meridianos correspondentes às diferentes longitudes por onde, teoricamente, o avião passaria (pontos de referência), com a hora assinalada no cronómetro aquando a execução da viagem, explica Gago Coutinho:

“O cálculo do angulo horário estimado, era tambem simplificado, calculando-se de véspera (com o estado e marcha prevista para o cronómetro, e com a equação do tempo provavel) a hora que o cronómetro devia indicar na ocasião da passagem do astro no meridiano dos pontos estimados, e designados pelas suas letras na tabela” (Canas, no prelo, pp. 14-15).

Assim, “*a simples diferença para a hora do cronómetro no instante da observação, dava imediatamente o angulo horário*” (Canas, no prelo, p. 15). A altura estimada não podia ser obtida em terra, pois era crucial saber o ângulo horário em tempo real, ou seja, em voo. No entanto, todas as demais variáveis poderiam ser calculadas em terra tendo em conta os pontos de referência da carta de navegação, como veremos adiante.

Para demonstrar este princípio de forma simplificada, tomemos como exemplo o Sol e vejamos a imagem a seguir a título exemplificativo.

Figura 79 - Passagem Meridiana do Sol.



Fonte: Retirado de <http://slideplayer.com.br/slide/3392965/> no dia 01/06/2018 às 18:56.

<sup>45</sup> O ângulo horário de um objeto celeste é uma indicação de quanto tempo sideral passou desde o momento em que o objeto cruzou o meridiano local. Expressa a distância angular entre o astro e o meridiano, medida em horas.

<sup>46</sup> Usualmente designado por ângulo no polo.

O sol tendo a sua passagem meridiana às 1200 em Greenwich, é possível saber-se qual a sua posição em relação a esse após ter decorrido algum tempo. Para isso e usando a equação de tempo terá que se transformar o tempo (em horas) para um ângulo (em graus).

Depois de obtido o arco de tempo da diferença da hora a que se realizou a observação e da hora pré-calculada podemos aplicar a fórmula, transcrita em cima, calculada em terra para cada um dos pontos de referência, pois apenas teremos uma incógnita, a qual será o valor do ângulo horário do astro, estando os demais valores tabelados.

Evocando a fórmula anteriormente transcrita, Gago Coutinho efetuou algumas modificações por forma a obter uma simplificação dos cálculos. O objetivo era “pré-calcular todos os valores que viessem a ser utilizados na computação dos pontos astronómicos e cujo cálculo pudesse ser feito previamente” (Canas, no prelo, p. 14). Assim, afirma o Comandante Silva Soares:

“Baseando-se na adopção de valores constantes, pré-determinados, de certos parâmetros que são variáveis nas equações trigonométricas clássicas do triângulo de posição, designadamente a latitude estimada do observador, a declinação e o ângulo horário do astro” (Soares, 1992, p. 36).

Então, temos que:

$$\begin{aligned} S &= \sin \varphi \sin \delta \\ &\rightarrow \sin A = S \left( \frac{C}{\sec P} \mp 1 \right) \\ C &= \cot \varphi \cot \delta \end{aligned}$$

Sendo que para calcular  $S$  e  $C$ , como já referido, são utilizadas as latitudes,  $\varphi$ , dos pontos de referência e os valores estimados de véspera  $P$  para esses mesmos pontos. O que significa que este critério de simplificação apenas se torna aplicável a “um caso específico de voo determinado, isto é, em que são definidas previamente as datas e horas de passagem em posições pré-estabelecidas ao longo da rota” (Soares, 1992, p. 36), tal como explica Gago Coutinho:

“Na véspera da viagem calculávam-se para o dia seguinte, os valores de  $S$  e  $T$ , para cada um dos referidos pontos estimados, fazendo-se uma pequena tabela, que i pregada na frente do

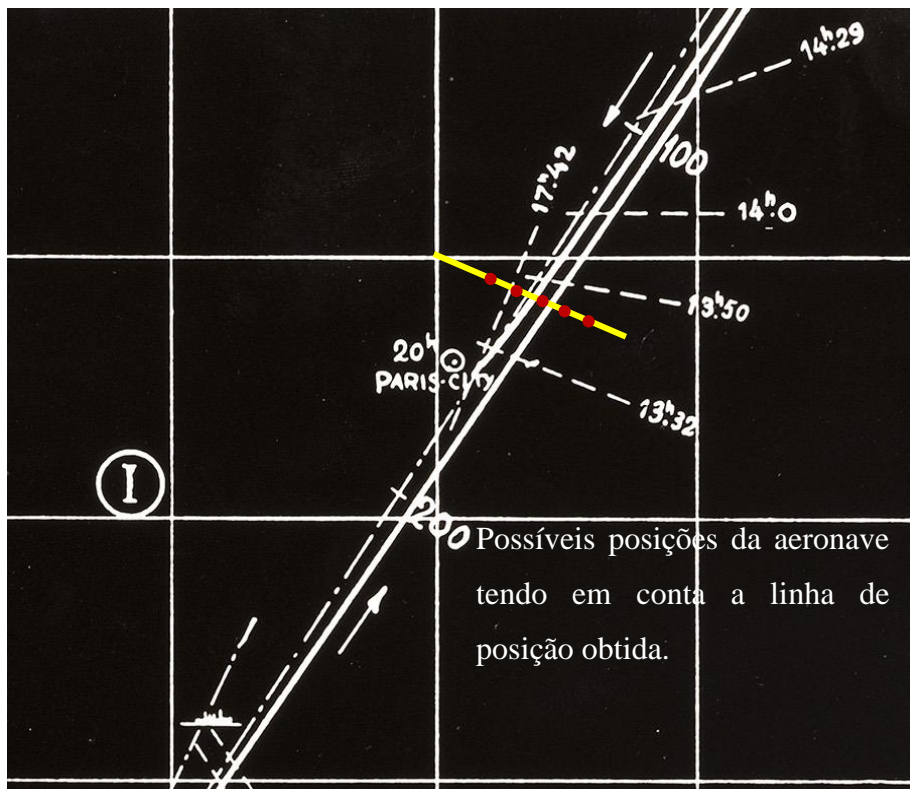
observador, e que continha igualmente o valor de  $\sec d$ , que havia de servir no cálculo do azimute.” (Canas, no prelo, p. 14)

Relativamente à segunda altura necessária ao cálculo da reta de posição, trata-se da altura verdadeira do astro, ou seja, com o auxílio do sextante adaptado por Gago Coutinho obtínhamos a altura observada<sup>47</sup>, que através da aplicação de correções como paralaxe, refração e depressão, esta última não aplicável aquando observação realizada com horizonte artificial, conseguíamos determinar a altura verdadeira do astro. A determinação do ângulo horário já foi previamente explicada.

Neste momento, conseguidas a altura verdadeira do astro e a altura prevista do astro para a posição de referência, falta então determinar o azimute a que o astro se encontra no momento da observação<sup>48</sup> para se poder traçar a linha de posição.

Realça-se que uma só observação não permite obter uma posição geográfica, mas sim uma linha de posição com várias posições possíveis, sendo que somente com o cruzamento de duas ou mais linhas de posição é que se conseguirá determinar a posição do observador.

Figura 80 - Cartão de Gago Coutinho com o estudo da viagem.



Fonte: Adaptado das figuras cedidas pelo Sr. Comandante António Costa Canas.

<sup>47</sup> Também designada por altura instrumental.

<sup>48</sup> Em vez de calculado poderia ser observado da aeronave. Contudo, essa observação poderia ser complicada, pois o astro poder-se-ia encontrar afastado do horizonte (Canas, no prelo, p. 14).

Posto isto, segue a fórmula sugerida pelo Almirante Gago Coutinho para a determinação do azimute do astro:

$$\text{csc } Az = \text{sec } \delta \text{ csc } P \cos A$$

Onde  $Az$  é o azimute que se pretende determinar e as demais variáveis já foram identificadas anteriormente. Observe-se que para fazer uso desta fórmula a altura estimada já teria que ser conhecida.

Para a utilização rápida destas duas equações, Gago Coutinho construiu tabelas com as grandezas  $S$  e  $C$ , de tal forma que a variável de entrada nestas era o valor de  $P$ . De seguida, explica o navegador:

“pelo emprego das tábuas de somar e subtrahir de Gauss, que vem na coleção de tábuas de Höüel, se resolvia rapidamente o cálculo da altura estimada, e do azimute para o ponto de referencia, que se escolhera no cartão de navegar” (Canas, no prelo, p. 15).

Desta forma, Gago Coutinho, com a maior parte dos valores calculados e com os processos simplificados, conseguia “despender apenas 3 e 5 minutos desde a observação do astro (...) até traçar a recta na carta” (Soares, 1992, p. 37). A razão principal para essa vantagem de tempo é sem dúvida o reduzido dispêndio de tempo nos cálculos, no entanto, outro motivo contribui para esse desempenho que é o facto de todo o material se encontrar acessível e organizado, declara Gago Coutinho:

“As tábuas de logaritmos, que eram as de Höüel, tinham sido preparadas de modo a poderem ser abertas imediatamente na folha necessária, para o que lhe foram coladas chamadas á margem, como usam os índices dos livros comerciais” (Canas, no prelo, p. 15).

Finalmente, conseguidos todos os resultados essenciais podia-se agora efetuar a marcação das retas de altura na carta de navegação, no entanto realça-se que Gago Coutinho nunca efetuou cruzamento de retas de altura para obter posições geográficas. À parte esta carta não exigia o emprego do compasso, já que a escala nela presente permitia o uso de régua, neste caso “transferidor, sendo muito rápido o traçado do azimute e da recta de altura na carta de navegação” (Coutinho, 1922, p. 322).

#### 4.3. Como foi efetuada a navegação aérea na primeira travessia do Atlântico Sul.

As dificuldades que esta viagem apresentava eram bastantes e, portanto, não poderia haver espaço para erros. Sacadura Cabral, o piloto-aviador, e Gago Coutinho, o navegador, tinham perfeito conhecimento das limitações que os acompanhariam durante esta enorme jornada, nomeadamente, a baixa autonomia das aeronaves e o governo pela bússola, que com a experiência de navegação aérea se revela pouco fiável (Coutinho, 1922, p. 322). Aliados a estes dois fatores apresentam-se a seguir as restantes insuficiências:

- 1 - A navegação astronómica por via do sextante de horizonte artificial promove o aparecimento de erros não desprezáveis;
- 2 - Para que se obtivessem resultados suficientemente satisfatórios era crucial realizar observações com horizonte de mar e, para tal, tendo por base a poupança de combustível, a aeronave tinha que voar a baixas altitudes, limitando deste modo o alcance de visibilidade.
- 3 - A utilização do sextante com horizonte de mar exigia que o observador expusesse a cabeça e, conseqüentemente, o instrumento ao forte vento provocado pela aeronave em voo (Coutinho, 1919, p. 4);
- 4 - A elevada velocidade de seguimento da aeronave não permitia que fosse realizado o cruzamento de retas para cálculo da posição.

Tendo em conta todas as circunstâncias indicadas era essencial que o meio caminho<sup>49</sup> previsto fosse cumprido o melhor possível para não ocorrerem afastamentos e, conseqüentemente, gastos de combustível desnecessários que poderiam originar a não chegada do avião ao destino.

Para contrabalançar essas adversidades, Gago Coutinho durante a navegação Lisboa-Rio de Janeiro, procurou efetuar observações com grande frequência para “sossêgo de espírito dos aviadores” (Coutinho, 1922, p. 322), isto é, retificação da posição. Como referido anteriormente, não era realizado nenhum cruzamento de retas,

---

<sup>49</sup> Em linguagem náutica significa rota.

pois que uma observação somente concebe uma linha de posição isolada, a qual era traçada na carta.

Esta reta de altura fornecia-nos as várias posições possíveis, não fornecendo assim a posição precisa da aeronave. Porém a navegação astronómica aliada à navegação estimada, permitia, tendo em conta o rumo e a velocidade, estimar uma posição grosseira do avião (Coutinho, 1922, p. 323).

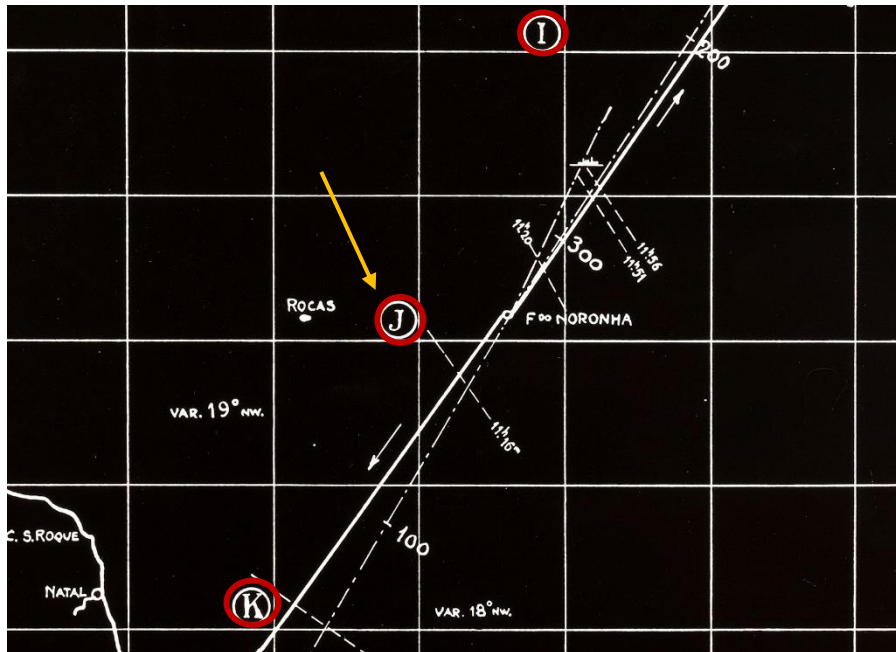
Um breve parêntese para se perceber a razão pela qual o cruzamento de linhas de posição não era eficaz na navegação aérea. Na navegação marítima, para que se poder calcular a posição do navio no mar é necessário calcular pelo menos duas linhas de posição através de duas observações a horas diferentes, sendo uma delas transportada. Isto decorre do facto de as retas terem de fazer entre si um ângulo de pelo menos 30 graus. Como a velocidade de um navio é deveras inferior à de uma aeronave, esse método é exequível e preciso, apresentando um erro de poucas jardas ou milhas, no caso do avião “o navegador aéreo não se deverá admirar de errar cinco milhas por hora na sua estima” (Coutinho, 1922, p. 323). Portanto, é de esperar que uma única reta nos dê resultados mais assertivos que diferentes retas, a diferentes horas, a um mesmo astro.

Prosseguindo, para o cálculo das retas Gago Coutinho construiu tabelas não só para o sol, mas também para algumas estrelas e planetas, necessárias a etapas noturnas da viagem, nomeadamente, Lisboa-Cabo Verde, terras separadas por 1250 milhas, o que representava 16 horas seguidas de voo (Coutinho, 1922, p. 325) “que exigia observações astronómicas durante a noite” (Coutinho, 1922, p. 325). Assim, atentemos a imagem a seguir.

Todas as letras rodeadas com o círculo de cor vermelha designavam os pontos de referência que Gago Coutinho marcara.

Esses pontos de referência eram preparados em terra, como podemos verificar pela Tabela 3, sendo assim conhecida a latitude estimada (isto é, a latitude de cada ponto por onde se tencionava passar) e a declinação do astro, já que a sua variação ao longo do dia é lenta e não tão significativa, podia-se então calcular todos os logaritmos e funções trigonométricas associados ao cálculo do ponto.

Figura 81 - Carta de Navegação usada por Gago Coutinho com pontos de referência.



Fonte: Adaptado das figuras cedidas pelo Sr. Comandante António Costa Canas.

Vejamos e acompanhemos o seguinte exercício prático:

Tabela 3 - Cálculos previstos em terra para o ponto de referência J.

Letra designativa da carta	J	
Posição Geográfica	$\varphi = 4^\circ S$	
	$L = 33^\circ W$	
Longitude em tempo	$2^h 12^m 00^s$	33° convertidos em tempo, sabendo que $1^h = 15^\circ$ .
Equação de tempo	$-1^m 50^s$	
Estado do cronómetro	$0^s$	Erro do cronómetro
Hora da PM	$14^h 10^m 10^s$	

Fonte: Elaborado pelo autor.

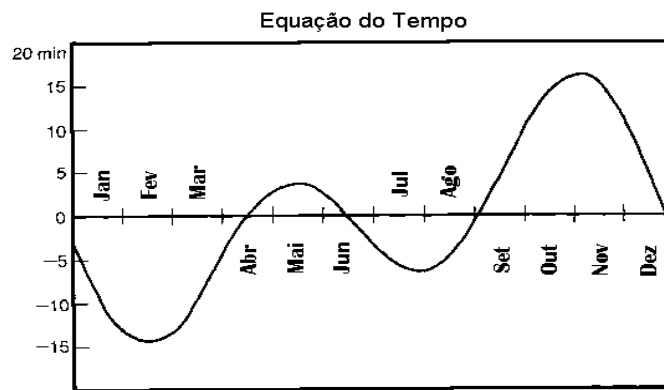
O tempo solar verdadeiro é o ângulo horário medido sobre o equador, desde o meridiano local até ao meridiano do astro, estes não são iguais entre si e têm velocidades angulares variáveis. O tempo solar médio é um sol “fictício” que se move ao longo do

equador celeste, com velocidade constante, de modo que os dias solares são iguais entre si.

Apesar do movimento do sol verdadeiro ser variável ele, também é periódico, o que significa que o ano solar médio será igual ao ano solar verdadeiro. Assim, temos que a equação do tempo é a diferença entre o tempo solar verdadeiro e o médio.

Tendo em conta o gráfico apresentado e a altura do ano em que o ponto de referência J será cruzado, mês de junho, podemos observar que o movimento do sol verdadeiro está adiantado em relação ao sol médio, sendo assim, a equação do tempo será negativa.

Figura 82 - Gráfico da diferença de tempo entre o Sol verdadeiro e o Médio ao longo do ano.



Fonte: Retirado de <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2005/arquivos/eqtempo.htm> no dia 16/06/2018 às 11:11.

Sendo já conhecidos os valores base para o cálculo dos logaritmos, passemos à próxima fase: obtenção dos logaritmos associados à latitude e declinação a partir das tábuas de logaritmos de somar e subtrair de Gauss, que vêm na coleção de tábuas de Hötel.

Figura 83 - Tábuas de Hoüel.

The image shows two pages of a trigonometric table. The top page is for 4 degrees, and the bottom page is for 22 degrees. The columns are labeled Sinus, D., Coséc., Tang., D., Cot., Séc., and Cosin. The values are listed in columns, with some cells highlighted in colored boxes. A yellow box highlights '4 deg.' and a red box highlights '22 deg.'. Other highlighted values include 1,15642 (blue), 1,15536 (yellow), 0,41716 (green), 0,38278 (red), and 0,03438 (red).

Fonte: Adaptado de (Hoüel, 1864, p. 98 e 116)

Tabela 4 - Cálculo dos Logaritmos.

Cotangente da latitude $\varphi$	1,15536	+
Cotangente da declinação ( $\delta = 22^{\circ}30'N$ )	0,38278	
$C = \text{ctg } \varphi \text{ ctg } \delta^{50}$	1,53814	←
Coeficiente C simplificado*	1,53856	
Cosecante da latitude $\varphi$	1,15642	+
Cosecante da declinação $\delta$	0,41716	
$S^{-1} = \text{cosec } \varphi \text{ cosec } \delta$	1,57358	←
$S^{-1}$ simplificado a 4 casas*	1,574	
Secante da declinação	0,034	

\*NOTA: Para simplificação de cálculos sem influência prática no resultado final, os coeficientes S e C foram igualmente corrigidos de 42 unidades a partir da última casa decimal. Para esse arredondamento, tanto se pode subtrair como somar um dado valor, o objetivo é que ele fique com 4 algarismos significativos, pois são os necessários para as operações a realizar. Porém, esta simplificação é válida somente se se somar ou subtrair o mesmo valor tanto em C como em S.

<sup>50</sup> Tendo em conta as propriedades dos logaritmos,  $\log C = \log(\cot \varphi \times \cot \delta)$ .

Calculados os logaritmos arredondados a cinco casas decimais, através das tábuas de Höuel e as constantes  $S^{-1}$  e  $C$ , estão assim preparados todos os cálculos que são possíveis de realizar em terra, isto é, antes do início da viagem. Neste momento, para resolvermos a fórmula da altura estimada apenas falta o valor do ângulo horário,  $P$ , o qual não se conhece, pois, apesar de ser conhecida a longitude (era a dos pontos de referência previstos) e de terem sido efetuados todos os cálculos a ela associados em terra não era sabida a hora da qual o cálculo também depende. Essa somente se saberia no ar, aquando a observação do astro. Assim, em pleno voo apenas teria que ser feita uma conta simples que daria de forma imediata o ângulo horário necessário aos cálculos da altura estimada.

Atentemos a tabela a seguir.

Tabela 5 – Dados das alturas observadas em voo no dia 5 de junho de 1922.

Observa 3 alturas do Sol		
	Horas do cronómetro	Alturas do Sol
	12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 00 <sup>s</sup>	54°58'
	12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>	55°06'
	12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 50 <sup>s</sup>	55°10'
Média	12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup>	55°05'
Hora da PM	14 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>	-

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 - Cálculo do ângulo horário P.

PONTO DE REFERÊNCIA	J	
Hora do cronómetro média	12 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> 27 <sup>s</sup>	
Hora da PM	14 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup>	
Diferença de tempo	1 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup> 43 <sup>s</sup>	
Ângulo horário P	19° 55' 45"	Conversão em arco-tempo.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A conversão de tempo para ângulos era realizada através de regras de 3 simples, tendo em conta que:

- I. 15 graus = 1 hora (60 minutos de tempo);

- II. 1 grau = (4 minutos de tempo);
- III. 15 minutos de arco = 1 minuto de tempo;
- IV. 1 minuto de arco = 4 segundos de tempo.

Obtido o valor de  $P$ , é então necessário proceder ao cálculo da  $\sec P$ , vejamos a explicação de Gago Coutinho:

“Começa-se por escrever o logaritmo  $C$ . A seguir, extrai-se das tábuas de Höuel o logaritmo da secante de  $P$ , e escreve-se por baixo de  $C$ , do qual se subtrai. Entra-se com o resultado nas tábuas de somar, e o logaritmo correspondente é escrito por baixo, juntamente com a constante  $S$ . A soma dos três números é já o logaritmo do seno da altura” (Coutinho, 1922, pp. 319-320).

Um pequeno parêntese para lembrar a fórmula usada para o cálculo da altura estimada apresentada no anterior subcapítulo:

$$\sin A = S\left(\frac{C}{\sec P} \mp 1\right)$$

Ainda, realça-se que o valor numérico 1, em nada tem a ver com a soma ou subtração da unidade à fração  $\frac{C}{\sec P}$ . Gago Coutinho, como veremos adiante, irá usar a subtração de logaritmos para resolver esta divisão e, portanto, o que irá obter será um logaritmo que não poderá ser somado ou subtraído com o valor 1, já que o resultado final que se pretende da operação  $\left(\frac{C}{\sec P} \mp 1\right)$  é igualmente um logaritmo. Dito isto, o que ele irá usar para somar ou subtrair serão os valores obtidos nas tabelas de soma e subtração das tábuas de Gauss.

Voltando a debruçarmo-nos na praticabilidade das palavras de Gago Coutinho, temos então que:

Figura 84 - Tábua de Hoüel e tabela de subtração de Gauss.

**19 deg.**

	Sinus.	D	Coséc.	Tang.	D	Cot.	Séc.	D	Cosin.	
55	9,53231	35	0,46769	9,55910	39	0,44090	0,02678	5	9,97322	5
56	9,53266	35	0,46734	9,55949	40	0,44051	0,02683	5	9,97317	4
57	9,53301	35	0,46699	9,55989	39	0,44011	0,02688	4	9,97312	3
58	9,53336	34	0,46664	9,56028	39	0,43972	0,02692	5	9,97308	2
59	9,53370	35	0,46630	9,56067	40	0,43933	0,02697	4	9,97303	1
60	9,53405		0,46595	9,56107		0,43893	0,02701		9,97299	0
	Cosin.	D	Séc.	Cot.	D	Tang.	Coséc.	D	Sinus.	

**SOUSTRACTION.**

R.	L. s.	D	R.	L. s.	D	R.	L. s.	D	R.	L. s.	D	R.	L. s.	D
	0,		0,			0,			0,			0,		
1,380	01849		1,440	01606		1,500	01363		2,10	00346		2,70	00087	
1,381	01845	4	1,441	01602	4	1,51	01363	33	2,11	00338	8	2,71	00085	2
1,382	01841	4	1,442	01599	3	1,52	01332	31	2,12	00331	7	2,72	00083	2
1,383	01836	5	1,443	01595	4	1,53	01301	30	2,13	00323	8	2,73	00081	2
1,384	01832	4	1,444	01591	4	1,54	01271	29	2,14	00316	7	2,74	00079	2

Fonte: Adaptado de (Hoüel, 1864, p. 113 e 156).

Valor de entrada: 1,51173

Tabela 7 - Tabela de Interpolação.

Interpolação do Logaritmo de Subtração		
1,51	0	0,01363
1,51173	0,00173	0,01357637
1,52	0,00031	0,01332

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 8 - Cálculo da altura estimada.

Altura Estimada	
Coefficiente C simplificado	1,53856
Logaritmo da Secante de P	0,02683
Valor da parcela $\frac{C}{\sec P}$	1,51173
Coefficiente S simplificado	-1,574 <sup>51</sup>
Logaritmo da subtração	-0,01358
Logaritmo do seno da altura	-0,07585
Logaritmo positivo	9,92415

Como a operação será uma subtração, devido ao sinal do coeficiente S, usaremos as tábuas de subtração e não de soma.

Valor de entrada nas tábuas de subtração de Gauss.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O logaritmo de 1 é igual a 0 (zero), para números superiores a 1, o logaritmo é positivo e para valores superiores a zero e inferiores a um, o logaritmo é negativo e para o nosso caso, em que o logaritmo do seno da altura é negativo. Assim, os logaritmos de funções trigonométricas, nomeadamente, senos e cossenos, serão sempre negativos, já que o valor máximo que podem ter é 1 e trabalhar com valores negativos não é muito prático.

Daqui resulta o uso de uma estratégia que se usa diversas vezes, este consiste na soma de 10 a um logaritmo negativo, tornando-o deste modo um resultado positivo. Tendo por base o nosso exercício, passa-se à sua exemplificação:  $10 - 0,07585 = 9,92415$ . Este estratagema é utilizado por Gago Coutinho quando não consegue trabalhar com o inverso de alguma função, como podemos verificar pelos valores dos senos e cossenos nas tabelas de Hoüel, que apenas têm o valor da soma de 10 com o logaritmo.

É nesta fase que vemos a importância de calcular a altura verdadeira do sol, pois o valor obtido do logaritmo permite-nos saber qual a altura, no entanto em tantas páginas de tabelas, não se pode simplesmente “adivinhar” em qual estará o correspondente ao logaritmo do seno da altura estimada. Prossigamos assim para o cálculo da altura observada do astro. Primeiramente, comecemos por recordar o impresso respetivo a esse cálculo e o seu manuseamento.

<sup>51</sup>  $\log S^{-1} = \log \frac{1}{S} = \log 1 - \log S = 0 - 1,574 = -1,574$

Na época de Gago Coutinho as tabelas designadas por HO229 ainda não tinham sido construídas. No entanto todos os valores dados por essas são baseados nos mesmos cálculos que Gago Coutinho apresenta para a obtenção desses resultados.

Tabela 9 - Processo de cálculo da altura de um astro.

Média das alturas observadas ao Sol	55° 05'
Correções de alturas:	
Depressão 100metros	-13'
Refração	-1'
Semidiâmetro	+16'
Altura verdadeira do Sol	55°07'
Altura estimada do Sol	<u>-57°07'</u>
Diferença	-2°

Figura 85 - Processo de cálculo da altura verdadeira de um astro.

a <sub>1</sub>	Altura do sextante
e <sub>1</sub>	
a <sub>2</sub>	
(AN ou TN) dp (DIP)	Depressão
a <sub>3</sub>	
Corr: AN - A 2/3 TN - 10/11	
Corr: AN - 11 TN - 11	
Corr: AN - A4 TN - 12	
ALTURA VERD. a <sub>4</sub>	Altura verdadeira
→ ALTURA ADOP. a <sub>5</sub>	Altura estimada
	Diferença de alturas z
	Azimute
TRANSPORTE	mi à P <sub>1</sub>
POSIÇÃO	Hleg =

Fonte: Digitalização de impresso cedida pelo Comandante Costa Canas e adaptado pelo autor.

Sabendo agora a altura verdadeira do sol, podemos então consultar as tabelas de Höuel através do valor da altura verdadeira e agora procurar o valor da altura estimada. Ou seja, procurava-se o ângulo na tabela dos 55°, depois observavam-se quais os valores do seno, como neste caso, variam de forma crescente, apenas tínhamos que para a próxima página com valores superiores até encontrarmos a dos 57°.

Figura 86 - Obtenção da altura estimada.

50	9,73416	0,26584	9,80975	28	0,19025	0,07559	8	9,92441	10
51	9,73425	0,26565	9,81003	27	0,18997	0,07567	8	9,92433	9
52	9,73435	0,26545	9,81030	26	0,18970	0,07575	8	9,92425	8
53	9,73474	0,26526	9,81058	25	0,18942	0,07584	8	9,92416	7
54	9,73494	0,26506	9,81086	24	0,18914	0,07592	8	9,92408	6
55	9,73513	0,26487	9,81113	23	0,18887	0,07600	8	9,92400	5
56	9,73533	0,26467	9,81141	22	0,18859	0,07608	8	9,92392	4
57	9,73552	0,26448	9,81169	21	0,18831	0,07616	8	9,92384	3
58	9,73572	0,26428	9,81196	20	0,18804	0,07624	8	9,92376	2
59	9,73591	0,26409	9,81224	19	0,18776	0,07633	8	9,92367	1
60	9,73611	0,26389	9,81252	18	0,18748	0,07641	8	9,92359	0
	Cosin.	D	Séc.	Cot.	D	Tang.	Cosc.	D	Sinus.

57 deg. →

Fonte: Adaptado de (Höuel, 1864, p. 126).

Desta forma, resulta que a altura estimada do astro será 57°07'. Apresentando uma diferença de 2°, isto é 120', em relação à altura verdadeira do sol 55°55'.

Conseguidas as alturas estimada e verdadeira, relembremos agora a fórmula para o cálculo do azimute ao astro:

$$\text{csc } Az = \text{sec } \delta \text{ csc } P \text{ cos } A$$

Para proceder ao cálculo do azimute, era necessário encontrar tanto o valor do logaritmo da  $\text{csc } P$  bem como do  $\text{cos } A$ , através, mais uma vez, das tabelas de Höuel. Assim obteríamos que:

Tabela 10 - Cálculo do azimute do astro.

Secante da $\delta$	0.034
Logaritmo da cossecante de P	0,467
Logaritmo do cosseno de A	9,735 - 10 = -0.265
Logaritmo da cossecante de Az	0,236
Az	35° NE <sup>52</sup>

Com a entrada nas tábuas de Höuler, obtém-se Az

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 87 - Obtenção do valor da Cossecante de P e do Az.

	Sinus.	D	Coséc.	Tang.	D	Cot.	Séc.	D	Cosin.	
55	9,53231	35	0,46760	9,55910	39	0,44090	0,02678	5	9,97322	5
56	9,53266	35	0,46734	9,55949	40	0,44051	0,02683	5	9,97317	4
57	9,53301	35	0,46699	9,55989	39	0,44011	0,02688	4	9,97312	3
58	9,53336	34	0,46664	9,56028	39	0,43972	0,02692	5	9,97308	2
59	9,53370	35	0,46630	9,56067	40	0,43933	0,02697	4	9,97303	1
60	9,53405		0,46595	9,56107		0,43893	0,02701		9,97299	0
	Cosin.	D	Séc.	Cot.	D	Tang.	Coséc.	D	Sinus.	

<sup>52</sup> Direção do azimute do astro, ponto cardeal Nordeste. Para saber a sua direção tinha-se que ter em conta a hora da meridiana do lugar e a hora a que foi feita a observação. Assim, se a hora da altura observada fosse antes da sua meridiana o azimute seria dos quadrantes de E, caso a hora fosse após a meridiana, o sol encontrar-se-ia nos quadrantes de W.

	Sinus	D	Coséc.	Tang.	D	Cot.	Séc.	D	Cosin.	
25	9,76307	17	0,23693	9,85193	27	0,14807	0,08886	9	9,91114	35
26	9,76324	18	0,23676	9,85220	27	0,14780	0,08895	9	9,91105	34
27	9,76342	18	0,23658	9,85247	26	0,14753	0,08904	9	9,91096	33
28	9,76360	18	0,23640	9,85273	27	0,14727	0,08913	9	9,91087	32
29	9,76378	17	0,23622	9,85300	27	0,14700	0,08922	9	9,91078	31
30	9,76395	18	0,23605	9,85327	27	0,14673	0,08931	9	9,91069	30

Fonte: Adaptado de (Hoüel, 1864, p. 113/126/129)

Breve explicação da obtenção do valor do logaritmo do cosseno de A. Observando atentamente a Figura 88, a seguir apresentada, podemos notar que ostenta várias funções trigonométricas incluindo as próprias complementares, como por exemplo, numa das colunas tem “Sinus” e na mesma em baixo tem “Cosin”, tal como também contém tanto no início como no fim o ângulo correspondente aos diversos logaritmos, bem como o seu inverso.

Neste caso, 32° na parte superior e 57° na parte superior da mesma. Esta organização deve-se ao facto de  $\cos a = \sin 90^\circ - a$ , que nos permite numa única página ter todos os valores tanto para  $a$  como para  $90^\circ - a$ , o que resulta numa poupança de papel e para além disso, tempo de procura. Desta disposição resulta a existência de duas colunas diferente com o tempo em minutos, a da esquerda contém os valores em ordem crescente (de cima para baixo), aplicando-se ao grau que se encontra no topo da tabela, no lado direito ocorre o inverso, a coluna da direita cresce de baixo para cima e tem por base o grau que se encontra em baixo da tabela.

No caso indicado, temos então que  $\cos 57^\circ 07' = \sin 32^\circ 53'$ . Assim, o valor de entrada será o 32°53' na coluna dos senos e crescente.

Figura 88 - Obtenção do logaritmo do Cosseno de A.

	Sinus.	D	Coséc.	Tang.	D	Cot.	Séc.	D	Cosin.		Part. prop.
0	9,72421	20	0,27579	9,79579	28	0,20421	0,07158	8	9,92842	60	20 28 8
1	9,72441	20	0,27559	9,79607	28	0,20393	0,07166	8	9,92837	59	6 2 3 1
2	9,72461	21	0,27539	9,79635	28	0,20365	0,07174	8	9,92826	58	8 3 4 1
3	9,72482	21	0,27518	9,79663	28	0,20337	0,07182	8	9,92818	57	9 3 4 1
4	9,72502	20	0,27498	9,79691	28	0,20309	0,07190	7	9,92810	56	10 2 5 1
50	9,73416	19	0,26584	9,80975	28	0,19025	0,07559	8	9,92491	10	20 28 8
51	9,73435	19	0,26565	9,81003	27	0,18997	0,07567	8	9,92483	9	6 2 3 1
52	9,73455	19	0,26545	9,81030	27	0,18970	0,07575	8	9,92475	8	8 3 4 1
53	9,73474	19	0,26526	9,81058	28	0,18942	0,07584	9	9,92466	7	9 3 4 1
54	9,73493	19	0,26506	9,81086	27	0,18914	0,07592	8	9,92458	6	10 2 5 1
55	9,73513	19	0,26487	9,81113	28	0,18887	0,07600	8	9,92450	5	20 28 8
56	9,73533	20	0,26467	9,81141	28	0,18859	0,07608	8	9,92442	4	6 2 3 1
57	9,73552	19	0,26448	9,81169	27	0,18831	0,07616	8	9,92434	3	8 3 4 1
58	9,73572	20	0,26428	9,81196	28	0,18804	0,07624	8	9,92426	2	9 3 4 1
59	9,73591	19	0,26409	9,81224	28	0,18776	0,07633	9	9,92417	1	10 2 5 1
60	9,73611	20	0,26389	9,81252	28	0,18748	0,07641	8	9,92409	0	20 28 8
	Cosin.	D	Séc.	Cot.	D	Tang.	Coséc.	D	Sinus.		Part. prop.

Fonte: Adaptado de (Höiél, 1864, p. 129)

Gago Coutinho realça que “esta fórmula é duvidosa nos casos em que a declinação do astro é inferior à nossa latitude” (Coutinho, 1922, p. 320) ainda, podemos verificar que para azimutes de 90 graus, será também difícil o reconhecimento do respetivo quadrante, “contudo, Gago Coutinho utilizou-a com êxito” (Pereira, 2015, p. 285).

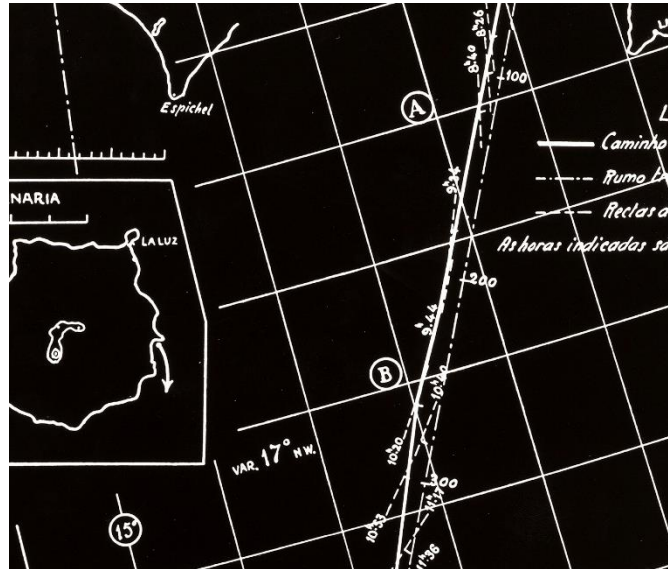
Obtidos, finalmente, todos os resultados essenciais, passemos agora à marcação desses na carta de navegação idealizada por Gago Coutinho. Como já foi referido no subcapítulo anterior, o navegador nunca marcou uma posição, no entanto apenas traçava retas de altura isoladas que lhe “permitiam perceber se estava, ou não sobre o rumo previsto, nalguns casos, e qual o seu avanço, ou atraso, em relação ao planeado” (Canas, no prelo, p. 15).

No início da viagem, aquando a saída de Lisboa em direção a Cabo-Verde, Gago Coutinho foi realizando várias observações ao Sol com alguma frequência. Estas, tendo em conta a afirmação de Coutinho “o sol marcava-se pelo quadrante de Sueste” (Coutinho, 1922, p. 323) e o azimute calculado anteriormente, apenas davam o afastamento lateral ao meio caminho, ou seja, quando o astro se encontrava pelo través de bombordo ou estibordo apenas era possível “saber quanto estávamos afastados da linha directa de navegação que pretendemos seguir” (Coutinho, 1922, p. 323). Ainda, com a

informação cedida por estas linhas de posição, Gago Coutinho podia efetuar correções no seu rumo e assim recuperar o meio caminho.

Apresenta-se em seguida a situação descrita na Figura 89.

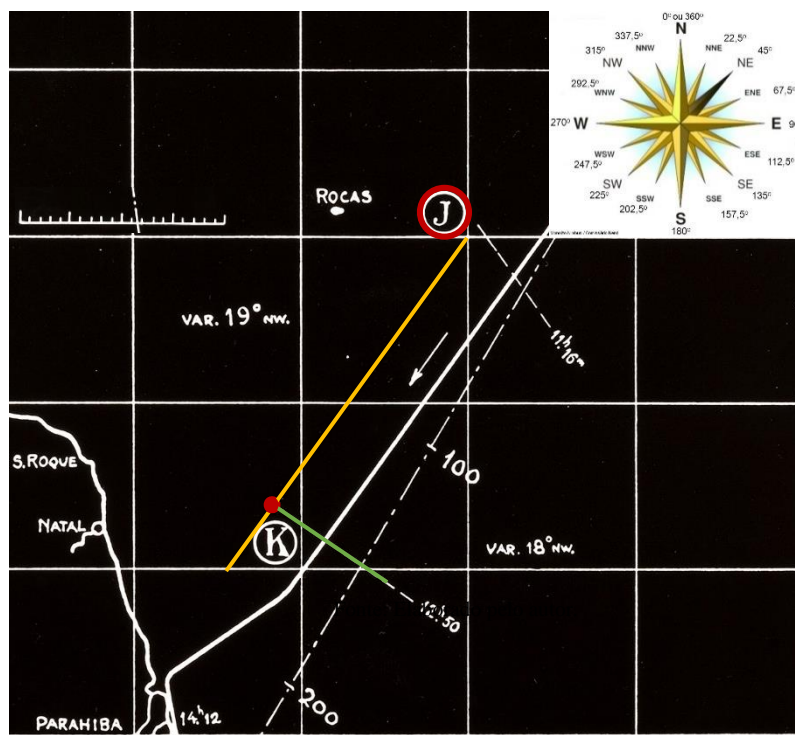
Figura 89 - Cartão com a chegada a Las Palmas.



Fonte: Adaptado das figuras cedidas pelo Sr. Comandante António Costa Canas.

Analisemos agora a imagem apresentada a seguir.

Figura 90 - Marcação das linhas de posição na carta de navegação, realizado à escala.



Fonte: Adaptado das figuras cedidas pelo Sr. Comandante António Costa Canas.

Note-se que a escala que Gago Coutinho adotou foi de meio milímetro por milha marítima (Coutinho, 1922, p. 322), sendo usado para a medição de distâncias um transferidor com uma escala vulgar.

A figura anterior materializa o exemplo ao longo deste capítulo estudado, prossigamos assim com a sua explicação. A partir da posição estimada, o ponto previamente marcado no cartão, neste caso o ponto de referência J, marcamos uma reta a amarelo que representa o azimute do astro,  $36^\circ$  NE. De seguida, sobre este azimute e a partir do ponto J, marcou-se com uma régua a distância entre as duas alturas,  $2^\circ = 120' = 120$  milhas, obtendo-se assim a posição a vermelho, na qual se traçou uma linha perpendicular ao azimute marcado, resultando a reta desenhada a verde a qual representa a linha de posição do avião obtida.

Nesta situação Gago Coutinho afirma que “ao meio dia, a recta de altura indicava-nos a latitude, e pouco depois o sol marcava-se pela prôa, dando-nos uma ideia perfeita da distância navegada” (Coutinho, 1922, p. 323). Significa isto que temos então duas situações distintas de navegação aérea praticada pelos dois aviadores. A primeira, já indicada no parágrafo anterior, e agora esta que permite ter conhecimento somente da distância percorrida, isto é, se o avião está atrasado ou adiantado em relação ao planeamento. Esta situação apenas é possível quando o Sol se apresenta nos setores da proa ou da popa da aeronave, dando-nos assim a ideia de distância percorrida e, conseqüentemente, o consumo de combustível.

No entanto, Gago Coutinho não efetuou apenas observações ao Sol tendo também realizado observações a outros astros. Particularmente, pelo facto de uma das tiradas executadas, nomeadamente, Cabo-Verde para os Penedos Fernando de Noronha, exigir 16 horas de voo para percorrer 1250 milhas (Coutinho, 1922, p. 325), o que evidentemente iria incluir uma parte do voo em meio noturno.

Por esse motivo, Gago Coutinho para facilitar e tornar mais material o emprego das estrelas e planetas, desenhou uma carta do céu noturno em cartão, com a posição de cada astro a ser utilizado (Coutinho, 1922, p. 327). Este instrumento atualmente é designado por star-finder. Adicionalmente, nas costas do mesmo cartão desenhou “um gráfico com curvas que mostravam, de hora em hora, os azimutes correspondentes às diferentes declinações e ângulos horários, para uma latitude média, 6 graus Norte” (Coutinho, 1922, p. 327).

O processo apesar de ser semelhante para estrelas e planetas, variando apenas os pontos de referência que se podiam utilizar para cada estrela, o cálculo de linhas de posição através de planetas, exigia um grau de dificuldade maior, sendo mais trabalhoso, pois que como estes se encontram mais próximos e em constante movimento, as coordenadas variavam ao longo de todo o mês (Coutinho, 1922, p. 327).

Figura 91 - Tabela referente à estrela Sirius.

PONTO DE REFERÊNCIA	A	B	C	D	E	F
Latitude . . .	14° N	12°	10°	8°	6°	4°
Longitude . . .	24° w Gw	25°	26°	27°	28°	29°
Dita em tempo.	1h.36m	1h.40m	1h.44m	1h.48m	1h.52m	1h.56m
AR Sirius . . .	6h.41m.43s					
H. P. Meridiana.	8h.17m 43s	8h 21m 43s	8h 25m 43s	8h 20m 43s	8h 33m 43s	8h 37m 43s
ctg latitude . . .	0.60323	0.67253	0.75368	0.85220	0.97838	1.15536
ctg D . . . . .	0.52516					
Soma . . . . .	1.12839	1.19769	1.27884	1.37736	1.50354	1.68052
Coefficiente C. . .	1.12839	1.19789	1.27883	1.37724	1.50309	1.68042
cossec. lat. . . .	0.61632	0.68212	0.76033	0.85614	0.98077	1.15642
cossec. D. . . . .	0.54368					
Soma . . . . .	1.16000	1.22580	1.30401	1.40012	1.52445	1.70010
Coefficiente S. . .	1.160	1.226	1.304	1.400	1.524	1.700

Fonte: Adaptado de (Revista Polytechnica, [s.d], p. 408)

Para finalizar o presente capítulo, é de realçar que Gago Coutinho durante toda a travessia, combinou a navegação astronómica com a navegação estimada, nomeadamente em alturas da viagem que o sol se encontrava pela zona do través. O mesmo refere que conseguiu obter uma navegação precisa “com o sol a 280°, (...) as observações de alturas permitiram-nos grande precisão no rumo” (Coutinho, 1922, p. 324), porém “como nada é perfeito, e não se pode ter tudo” essa observação era incapaz de fornecer informação acerca da distância. Neste momento a navegação estimada era importante, pois mesmo que os resultados tivessem alguns erros, eram de certo mais aproximados da realidade e permitiam que os aviadores tivessem uma noção do caminho percorrido:

“A distância navegada, cujo conhecimento dependia exclusivamente da estima, isto é, das indicações do Badin, combinadas com o abatimento devido ao vento, por meio de corrector de rumos, no qual se applicavam os abatimentos obtidos pelas observações a taquímetro das boias de fumo” (Coutinho, 1922, p. 324).

## Conclusão

No decorrer desta investigação científica, como se pode deduzir da sua estrutura de desenvolvimento, foram analisados e abordados todos os conceitos necessários para a realização de um estudo, dos métodos de navegação aérea usados por Gago Coutinho e Sacadura Cabral, dos instrumentos utilizados, em que se analisou o seu funcionamento e aplicabilidade, bem como as suas limitações e inconvenientes e formas para os ultrapassar ou então minimizar. Vale a pena referir que, para a concretização dos aspetos mencionados anteriormente, fora crucial a realização de uma contextualização conceptual e histórica, permitindo assim analisar e aplicar tanto os instrumentos como testar o próprio método do cálculo do ponto.

O estudo deste tema providenciou uma útil orientação a nível bibliográfico, já que foi a partir do cruzamento e da sequência de consulta de diversos autores que foi possível conceber algumas conclusões, nomeadamente ao nível da vida pessoal de Gago Coutinho e Sacadura Cabral. Sendo assim, foram referenciados alguns autores mais preponderantes no domínio da navegação, história e biografia.

A primeira conclusão a retirar desta investigação científica é que ao longo do percurso da aviação, todos os envolvidos, indicados no primeiro capítulo, tiveram um papel importante para o desenvolvimento da mesma e para o seu arquivo histórico. Muitas vezes revela-se uma espécie de “interajuda” pelo facto de serem escritas algumas obras e estudos, como por exemplo, Leonardo Da Vinci, com o intuito de “nada se perder” e mais tarde, haver alguém que se interesse e dê continuidade ao trabalho conseguido até ao momento.

A segunda conclusão está ligada ao grande desafio desta dissertação, o qual revelou de forma mais abrangente ser a metodologia aplicada aos dois instrumentos, devido ao processo de cálculos complexos direta ou indiretamente a eles associados. Particularizando para o instrumento corretor de rumos, a sua construção foi estudada de forma detalhada e explicada ao pormenor.

Através dos cálculos efetuados e da materialização das suas funções tanto em rosas de manobra como na réplica do corretor de rumos (cedida pelo Sr. Comandante António Costa Canas), foi possível comprovar a sua eficácia e praticabilidade, tanto ao nível do cálculo do vento verdadeiro como da correção do abatimento, dados

imprescindíveis à navegação estimada. Contudo, julga-se necessário evidenciar algumas das suas limitações mais importantes.

- O facto da aeronave ter que voar em baixas altitudes para poder observar as boias de fumo, o que poderá eventualmente trazer alguns inconvenientes ao nível da navegação marítima na existência de contactos naquelas águas;
- O facto da aeronave em movimento criar um vento relativo que resulta com que a boia de fumo quando lançada seja ligeiramente desviada, não caindo na água de forma vertical.

Contudo, para a navegação desejada os resultados obtidos apresentam a precisão desejada para o objetivo proposto.

No âmbito do astrolábio de precisão (conhecido por sextante de horizonte artificial), existem também defeitos que devem ser mencionados.

- Primeiramente, realça-se a utilidade da visualização de um horizonte artificial durante voos noturnos, porém, é pouco preciso como foi evidenciado no quarto capítulo da presente dissertação, uma vez que para realizar a viagem com o maior rigor, o melhor será utilizar o horizonte verdadeiro, já que a aeronave terá que voar a altitudes mais baixas devido às boias de fumo aproveitando assim para tirar o máximo de pontos possíveis com o horizonte verdadeiro visível. Caso este não o seja, ou devido à escuridão da noite ou da nebulosidade do dia, poderá ser obviamente usado em último recurso o horizonte artificial do sextante.
- A outra grande desvantagem à observação de alturas pelo sextante, está associada ao facto de aquando a observação de um astro, o navegador ter que se expor à força do vento fora do avião, levando à ocorrência de instabilidades aliadas a oscilações não sendo as alturas as mais fiáveis. Contudo por forma a minimizar esta limitação são observadas mais que uma altura, para depois se utilizar o valor da sua média.

Para ultimar as conclusões desenvolvidas relativamente ao instrumento do presente parágrafo é de notar que este possuía uma escala aumentada por Gago Coutinho e com um sistema de iluminação, para que a visualização da altura ao astro fosse instantânea tanto de dia como de noite.

Relativamente ao cálculo do ponto, apesar das funções associadas a esse serem complexas e com certo grau de dificuldade, Gago Coutinho torna-as simples e práticas. Para tal, utiliza logaritmos transformando assim operações de multiplicar em somas aritméticas, facilitando assim o cálculo das funções trigonométricas.

Nesta etapa o sucesso está simplesmente na organização, uma vez que, à data do voo, o piloto deverá conhecer as tábuas de Gauss, as tabelas de Hoüel e as suas anotações, perdendo o menor tempo possível no ato de folhear em busca de algo, devendo também apresentar certo treino na resolução rápida das fórmulas e no traçar das linhas de posição. De certa forma, todos estes meios de navegação desenvolvidos pelos dois oficiais de Marinha, despoletaram o interesse a nível internacional para o desenvolvimento e melhorias de métodos de navegação aérea.

Adicionalmente, os valores pré-calculados em terra por Gago Coutinho, que permitiam a poupança de cálculos e, conseqüentemente, tempo durante a navegação, deram aso ao aparecimento de tabelas com o mesmo conceito, como por exemplo, as designadas HO 229.

Desta forma, exorta-se que os objetivos propostos para esta dissertação se consideram atingidos, havendo, contudo sempre espaço para melhorias, como por exemplo, o estudo da construção do sextante de horizonte artificial, nomeadamente, ao nível da sua configuração e a ótica associada ao mesmo. Denote-se que a aplicabilidade dos instrumentos e processos aos mesmos inerentes foram comprovados. No entanto, como sugestão para a realização de um outro trabalho prático futuro, recomenda-se uma análise, teste e efetivação, da sua aplicação em voo e a bordo de uma aeronave.



## Bibliografia

- A História e Importância da Aviação*, CEAB - Escola de Aviação, <https://ceabbrasil.com.br/blog/7219>, [s.d.], acessido em 8 de Janeiro de 2018.
- AERO CLUBE DE PORTUGAL [s.d], *Viagens Aéreas dos Portugues 1909-195*, Lisboa, Bertrand.
- ANUNCIACÃO, Paulo (2015), *O Balão de gusmão*, London Calling, 4 de janeiro, <https://tinyurl.com/yda2alsn>, acessido em 3 de novembro de 2017.
- Aviação Naval*, Momentos de História, <https://tinyurl.com/y9q82e3d>. (2013), acessido em 6 de dezembro de 2017.
- Aviação: A Conquista do Ar*, Correio da Manhã, 16 de novembro, <https://tinyurl.com/y8ykfoat>. (2003), acessido em 17 de dezembro de 2017.
- BETTENCOURT, Manuel O. (1928), "Aviação. Escolas", *Anais do Clube Militar Naval*, vol. 3 e 4, ano LIX, Lisboa, pp. 91 a 103.
- BOLÉO, José (1972), *Gago Coutinho e Sacadura Cabral no Cinquentenário da Primeira Travessia Aérea do Atlântico (1922-1972)*, Lisboa, Comissão Nacional das Comemorações.
- BONAFIM, Rodolfo (2013), "Bolha de sabão inspirou a invenção do aerostato!", *Apolo 11 Notícias*, 30 de março, <https://tinyurl.com/y8jrsuxr>, acessido em 23 de novembro de 2017.
- BONATTO, Silvia P. (2009), *O Futuro dos Sistemas de Posicionamento por Satélites*, Esteio, 3 de maio, <https://tinyurl.com/y9qjgubs>, acessido em 24 de maio de 2018.
- BROWN, Arthur. (1920), *Flying The Atlantic in Sixteen Hours*, Frederick A. Stokes Company.
- CABRAL, Baptista. [s.d.], *1º Centenário da Aviação Naval. Texto datilografado, amavelmente cedido pelo autor*.
- CABRAL, Sacadura. (1921), "Raid Lisboa-Madeira - Plaqué do abatimento", *Anais do Clube Militar Naval*, vol. 10 a 12, ano LII, Lisboa, pp. 288 a 294.
- CABRAL, Sacadura. (1922), *"Relatório do Capitão de Fragata Arthur de Sacadura Cabral"*, Lisboa, Arquivo Geral da Marinha.
- CANAS, António C. (2007), "Vice-Almirante Gago Coutinho (1869-1959), Patrono do Curso 1973", Em *Patronos dos cursos tradicionais da Escola Naval 1936-2007*, Alfeite, Escola Naval, pp. 263–268.

- CANAS, António. C. (no prelo), *Travessia Aérea do Atlântico Sul*.
- CARDOSO, Adelino (2009), *Aeronaves Militares Portuguesas*, Lisboa, [s.n.]
- CIDADE, Hernâni (1973), *Bartolomeu Lourenço de Gusmão*, O Portal da História - Biografias, <https://tinyurl.com/yc2prksp>, acessado em 5 de novembro de 2017.
- COMISSÃO NACIONAL PARA AS COMEMORAÇÕES DOS DESCOBRIMENTOS PORTUGUESES (1997), *Viagens Aeronáuticas dos Portugueses*, Lisboa, Museu do Ar.
- CORRÊA, Pinheiro (1964), *Sacadura Cabral, Homem e Aviador*, Lisboa, Edição do Autor.
- CORRÊA, Pinheiro (1965), *Gago Coutinho - Precursor da Navegação Aérea*, Lisboa, Edição do Autor.
- CORREIA, Mário [s.d], *Aviadores Portugueses, a Aventura dos Pioneiros (1920-1934)*, A esfera dos livros.
- CORREIA, Mário (2016), *Quem inventou o avião, os irmãos Wright ou Santos Dumont?*, 7 de agosto, <https://tinyurl.com/ydfflb2u>, acessado em 5 de fevereiro de 2018.
- COUTINHO, Gago (1922), "A Navegação Aérea", *Anais do Clube Militar Naval*, vol. 10 a 12, ano LIII, Lisboa, pp. 301 a 422.
- COUTINHO, Gago (1923), *Relatório Técnico sobre a Navegação*.
- COUTINHO, Gago (1919), "Novo Sextante com Horizonte Artificial", *Anais do Clube Militar Naval*, vol 8 e 9, ano L, Lisboa, pp. 364 a 374.
- COUTINHO, Gago (1920), "Algumas considerações sobre navegação astronómica aérea". *Anais do Clube Militar Naval*, vol. 11 e 12, ano LI, Lisboa, pp. 277 a 290.
- COUTINHO, Gago (1924), "Sacadura Cabral", *Anais do Clube Militar Naval*, vol. 10 a 12, ano LV, Lisboa, pp. 355 a 361.
- Curtiss NC-4*, Wikiwand, [http://www.wikiwand.com/en/Curtiss\\_NC-4](http://www.wikiwand.com/en/Curtiss_NC-4). [s.d], acessado em 23 de agosto de 2018.
- DA REDAÇÃO (2013), "Alberto Santos-Dumont", *Super Interessante*, 8 de março, <https://tinyurl.com/ycnnzhsz>, acessado em 12 de janeiro de 2018.
- DEGARDIN, Alain [s.d], *Os irmãos Montgolfier*, Fondation La main à la pâte, <https://tinyurl.com/yantqt4z>, acessado em 27 de maio de 2018.
- FARIA, Fernando [s.d.], *Retalhos da nossa história – CLXXIII - O Faial e a primeira travessia aérea do Atlântico*, Tribuna das Ilhas Online, <https://tinyurl.com/ybzj5fng>.
- FIOLHAIS, Carlos (2011), *Bartolomeu de Gusmão e o seu balão*, DE RERUM NATURA, 20 de agosto, <https://tinyurl.com/y9s4ldww>, acessado em 2 de novembro de 2017.

- FIOLHAIS, Carlos (2016), *O intrépido capitão Lunardi*, Universidade de Coimbra, <https://tinyurl.com/y7nz5urt>, acessado em 20 de dezembro de 2018.
- FONSECA, Branquinho [s.d.], *As Grandes Viagens Portuguesas*, Portugal.
- FORÇA AÉREA (2007), *História da Força Aérea Portuguesa (1952-1959)*, Lisboa, F.A.P.
- GAMEIRO, Silva (1972), *A Viagem Aérea Lisboa - Funchal em 1921*, Lisboa, Centro de Estudos de Marinha.
- GOMES, Álvaro Reis (1959), *Almirante Gago Coutinho - A sua figura e méritos*, Lisboa, [s.n].
- GUEDES, Serra (1922), "A Travessia Aérea do Atlântico", *Anais do Clube Militar Naval*, vol. 4 a 6, ano LIII, Lisboa, pp. 167 a 180.
- HENRIQUES, J. d'Almeida (1924), "A acção da Marinha de Guerra Portuguesa na Grande Guerra", *Anais do Clube Militar Naval*, vol. 10 a 12, ano LV, Lisboa, pp. 305 a 352.
- História da Aviação Portuguesa*, Aeronáutica, <https://tinyurl.com/y83xxdky>, [s.d], acessado em 1 de fevereiro de 2018.
- History Net (2002), *The NC-4, First Across the Atlantic*, History Net, <https://tinyurl.com/ybynvne4>, acessado em 11 de novembro de 2017.
- HOÜEL, J. (1864), *Tables de Logarithmes a Cinq Décimales pour Les Nombres et les Lignes Trigonométriques*, Paris, Gauthier-Villars.
- INSTITUTO CAMÕES (2003), *Bartolomeu de Gusmão (1685-1724)*, Ciência em Portugal, <https://tinyurl.com/y7bdfxw>, acessado em 11 de dezembro de 2017.
- JACKSON, Donald et al [s.d.], *The Aeronauts*, Virginia: Time-Life Books, Alexandria, Virginia.
- LAU, Fernando (2015), *História da Aviação: Das Primeiras Ideias à Primeira Guerra Mundial*, Lisboa, Técnico Lisboa .
- LOPES, Norberto (1978), *A Magnífica Aventura de Gago Coutinho e Sacadura Cabral*, Lisboa, Centro de Estudos de Marinha.
- LUPI, Vasco Blanc (1972), A 1ª Travessia aérea do Atlântico-Sul. *Separata do Boletim Cultural da Guiné Portuguesa*, vol. 106, ano XXVII, Bissau, pp. 240-241.
- MACHADO, Álvaro (1944), *Sextante: Descoberta de Newton. Modificação de Coutinho*, Coimbra Editora.

- MACHADO, Roberta (2014), *Asas à imaginação: conheça o trabalho de Leonarda da Vinci na aviação*, Correio Braziliense Tecnologia, 26 de dezembro, <https://tinyurl.com/ycbgw29p>, acedido em 2 de novembro de 2017.
- MINISTÉRIO DO ULTRAMAR (1974), *Cinquentenário da Primeira Travessia Aérea Lisboa-Rio de Janeiro Realizada em 1922 por Gago Coutinho e Sacadura Cabral*, Lisboa, Direção-Geral de Obras Públicas e Comunicações.
- MIYAURA, Junji (2016), *Books google*, Sua Missão é Vencer, <https://tinyurl.com/ydxmzhu7>, acedido em 3 de fevereiro de 2018.
- MOTA, A. Teixeira da (1972), *Obras Completas de Gago Coutinho*, vol. I, Lisboa, Junta de Investigações do Ultramar.
- NAPOLEÃO, Aluizio (1997), *Santos-Dumont - Conquest of the Air*, Brasil, Associação Brasileira de Ultraleves.
- NEVES, Bruno G. (1972), "Comandante Sacadura Cabral (1881-1924), Patrono do curso de 1972", Em *Patronos dos cursos tradicionais da Escola Naval 1936-2007*, Alfeite, Escola Naval, pp. 257–262.
- NEVIN, David. et al [s.d], *The Pathfinders*, Alexandria, Virginia: Time-Life Books.
- OLIVEIRA, Fernando (2009), *O Primeiro Voo Transatlântico da História da Aviação*, Clube Filatélico de Portugal, 17 de setembro, <https://tinyurl.com/y972eaej>, acedido em 10 de abril de 2018.
- OLIVEIRA, Fernando A. (1972), *Investigação e previsão tecnológica na 1.ª travessia aérea do Atlântico-Sul*, Lisboa, Academia das Ciências de Lisboa.
- OLIVEIRA, Maurício (1972), *A Grande Epopeia de Há Meio Século*, Lisboa, [s.n.].
- PEREIRA, E. Costa [s.d], *História da Força Aérea Portuguesa*, vol. I, Lisboa, Cromocolor.
- PEREIRA, E. Costa (1981), *História da Força Aérea Portuguesa*, vol. II, Lisboa, Cromocolor.
- PEREIRA, J. Malhão (2015), Os Céus de Gago Coutinho e Sacadura Cabral, *Memórias 2012*, vol. XLII, Lisboa, Academia de Marinha, pp. 263 a 321.
- PINTO, Basílio A. (1972), *1922 - O começo da navegação aérea*, Porto, [s.n.].
- PINTO, Maria José (2010), "Bartolomeu de Gusmão: O Construtor de Sonhos", *E-topia: Revista Electrónica de Estudos sobre a Utopia*,

<http://ler.letras.up.pt/site/default.aspx?qry=id05id164&sum=sim>, acessido em 7 de novembro de 2017.

PINTO, Rui Miguel (2014), *Gago Coutinho - O último grande Aventureiro Português*, Novembro 2014, Eranos.

PORTAS, Paulo (1997), "Aspetos da Vida de Sacadura Cabral", *Comemorações dos 75 anos da travessia aérea Lisboa-Rio de Janeiro por Gago Coutinho e Sacadura Cabral*, Lisboa, Academia de Marinha, pp. IX-7 a IX-13.

POZZEBOM, Rafaela (2015), *A História da Aviação*, Oficina da Net, 25 de junho, <https://tinyurl.com/ycxgswc7>, acessido em 4 de Janeiro de 2018.

PRENDERGAST, Curtis et al [s.d], *The first Aviators*, Alexandria, Virginia: Time-Life Books.

SOUSA, Botelho de (1922), "A travessia aérea do atlântico", *Empresa da revista Militar*, 9 maio, Lisboa, pp. 233-242.

REVISTA POLYTECHNICA [s.d], "A Navegação Aérea", *Revista Polytechnica*, pp. 384 a 410.

RODRIGUES, M. Sarmiento (1972), *Memórias da Academia das Ciências de Lisboa*, Lisboa, Academia das Ciências de Lisboa.

ROSA, José Fernandes (2015), *História da Aviação: Das Primeiras ideias à Primeira Guerra Mundial*, Lisboa, [s.n.].

SANTOS, João Carlos [s.d.], *Desaparecidos Para Sempre No Mar Do Norte*, <https://tinyurl.com/yd82fv42>, acessido em 28 de abril de 2018.

SCHUTZMARKE, Eingetragene (1928), *Metodos Rapidos de Navegação Aerea: O Sextante - Gago Coutinho*, Separatas da SCIENCIA E INDUSTRIA, vol. 32 e 33, Lisboa, pp. 7 a 27.

SILVA, André et al (2016), "First Flight from Europe to the South Atlantic", *Open Journal of Applied Sciences*, Covilhã, junho 2016, Aerospace Sciences Department, Universidade da Beira Interior, pp. 696-713.

SOARES, Jorge da Silva (1992), *Gago Coutinho... E o Sistema Português de Navegação Aérea*, *Memórias*, vol. XXII, Lisboa, pp. 29 a 41.

SOARES, Jorge da Silva (1992), *70º Aniversário da 1ª Trvessia Aéres do Atlântico Sul realizada por Sacadura Cabral e Gago Coutinho em 182.*, Lisboa, Academia de Marinha.

TADEU, Viriato (1984), *Quando a Marinha tinha Asas... Anotações para a História da Aviação Naval Portuguesa (1916-1952)*, Lisboa, Edições Culturais da Marinha.

TAVARES, Luís Nozes [s.d], *O Comandante Gago Coutinho na travessia Lisboa-Rio e o Realatório de Sacadura Cabral*, Braga, Nozes tavares.

TAYLOR, John [s.d], *Pioneiros da Aviação*, Porto, Livraria Civilização.

TOROSSIM, Gregório (2017), "Nasce o avião. Avião?", *SP Norte - O seu jornal diário na rede*, 19 de julho, <https://tinyurl.com/y72hf8o2>, acedido em 16 de junho de 2018.