



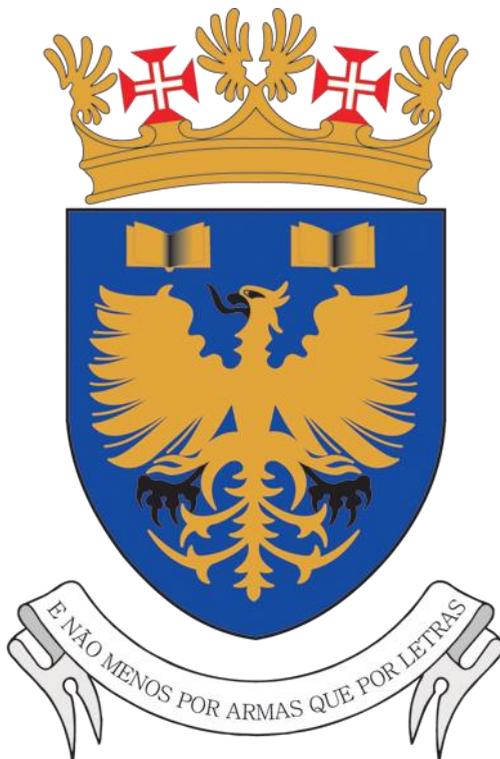
Revista Científica Academia da Força Aérea

“E não menos por Armas que por Letras”



N.º 10, publicação anual, 2020

Revista Científica Academia da Força Aérea



Publicada anualmente com textos em português e em inglês, a Revista Científica da Academia da Força Aérea é uma publicação da Força Aérea.

Destina-se a divulgar a atividade da Academia da Força Aérea, no domínio da investigação científica, designadamente Teses de Mestrado, Doutoramento e Trabalhos de Final de Curso.

As opiniões expressas nesta revista pertencem aos respetivos autores.



Mensagem De Abertura



De forma consolidada, a nossa Revista foi-se afirmando, junto das suas congéneres, enquanto repositório de conhecimento científico de comprovado valor, sempre assente na inquestionável valia dos trabalhos apresentados.

Tal como os demais números já publicados, este periódico científico procura dar resposta a dois distintos propósitos. Por um lado, reforçar o papel da nossa Academia enquanto centro de estímulo e produção de conhecimento e cultura, assente numa base de reflexão teórica e empírica consentânea com os seus valores tanto militares quanto científicos. Por outro, assegurar a difusão do conhecimento científico aqui produzido para os mais diversos quadrantes, dando digna resposta às estatutárias atribuições da Academia da Força Aérea enquanto Estabelecimento de Ensino Superior Público Universitário Militar.

Quanto às temáticas abordadas este ano, duas motivações maiores justificam a realização dos dez temas apresentados. Primariamente, contribuir para o preenchimento de lacunas no âmbito de temáticas relacionadas com a Causa do Ar, ou com estas diretamente relacionadas, sejam de índole tecnológica, logístico-financeira ou humana. Em segundo, conciliar a reflexão teórica com a aplicação prática de desafios concretos com os quais a Força Aérea é confrontada, procurando criar mecanismos que transfiram o conhecimento produzido para estas áreas de atuação.

Aqui chegados, cabe-me por último saudar todos quantos contribuíram, com o empenho e espírito livre da sua pena, ou da sua lente, para que pudéssemos hoje celebrar, fundamentadamente, esta primeira década de existência da nossa Revista Científica.

Joaquim Manuel Nunes Borrego, General
Chefe do Estado-Maior da Força Aérea



Editorial



Enquanto instituição de Ensino Superior Público Universitário Militar, a Academia da Força Aérea (AFA) tem vindo a prosseguir um desígnio próprio, razão maior da sua essência e existência, consolidado num conjunto de valores que amparam e conferem expressão prática à visão estratégica que define e orienta o rumo do seu percurso.

Sensível a um mundo em acelerada mudança, o ensino na AFA também tem sido alvo de várias transformações ao longo do tempo, acompanhando as tendências em que se foi forjando o desenvolvimento da sociedade, mas sempre firmemente alicerçado em ideias próprias, decorrentes de uma reflexão séria, sustentada numa base científica sólida, de modo a conferir-lhe modernidade sem nunca pôr em risco a preservação da sua identidade.

Uma destas ideias surgiu há precisamente dez anos com a necessidade de dar expressão pública aos melhores trabalhos dos nossos alunos. Uma "odisseia" feita de ambições e de zelo, que acabou por ter na Granja do Marquês ancorada a sua Ítaca.

Hoje, ao lançarmos a décima edição da Revista Científica da AFA, no difícil contexto em que vivemos, é oportuno assinalar este aniversário para lembrar que a noite mais longa é, ao mesmo tempo, o solstício. Ao lançarmos pela primeira vez uma edição exclusivamente em formato digital acomodamos, assim, o nosso interesse à atualidade e passamos deliberadamente para esse outro patamar, menos físico e mais digital, que será, a partir de agora, não só uma forma diferente de ensinar e de aprender, mas também de dar a conhecer o que de bom fazemos.

A AFA, apesar das suas particularidades, não deixa de contribuir para que o Ensino Superior Militar se afirme cada vez mais como uma referência, quer através do escrutínio da sua missão diária no ar, no mar ou em terra, no solo pátrio ou além-fronteiras, quer, em particular, no âmbito académico e da produção científica.

Paulo José Reis Mateus, Major-General Piloto Aviador
Comandante da Academia da Força Aérea

Introdução



A Revista Científica da Academia da Força Aérea (AFA) ocupa um lugar primordial na divulgação dos resultados da investigação da AFA, constituindo um dos meios privilegiados do canal formal de comunicação da ciência na Força Aérea.

A Revista Científica da AFA é uma publicação anual, destinada a promover os trabalhos científicos e de investigação elaborados pelos alunos do ensino superior militar dos cursos ministrados na AFA.

A publicação da Revista Científica da AFA rege-se por padrões de excelência e pressupõe a capacidade de oferecer uma contribuição para acrescentar valor ao ensino superior militar.

Nesta décima edição da publicação anual da Revista Científica da AFA, para além do valor intrínseco das dissertações de mestrado, dos trabalhos científicos e de investigação realizados na AFA, foram elaborados pelos alunos (autores) e selecionados os artigos abaixo que vão ao encontro dos padrões de qualidade científica desta publicação e representam as diferentes Áreas Científicas do ensino na AFA.

Na Área Científica de Pilotagem Aeronáutica, enquadrado com as linhas de investigação do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), é apresentado um artigo de um autor da especialidade Piloto Aviador, referente à elaboração de um projeto conceptual de uma aeronave de asa fixa com descolagem vertical, com um peso máximo à descolagem máximo de 15 kg, e voar na horizontal a 20 m/s e a 1000 ft de altitude.

Na Área Científica de Engenharia Eletrotécnica, enquadrado com as linhas de investigação do CIAFA, é apresentado um artigo, de um autor da especialidade Engenharia Eletrotécnica sobre o desenvolvimento de uma ferramenta computacional para ajuste automático de controladores de veículos aéreos não-tripulados, contribuindo assim para a sistematização dos processos associados ao ajuste dos ganhos dos controladores do Piccolo.

Na Área Científica de Engenharia Aeronáutica é apresentado um artigo, de um autor da especialidade Engenharia Aeronáutica, sobre um Project and manufacturing of an electric and modular unmanned aircraft, no qual descreve os primeiros passos no desenvolvimento de um

veículo aéreo não tripulado modular, totalmente elétrico, adaptável a cada tarefa específica de maneira prática e rápida, reconfigurável e capaz de cumprir diferentes tipos de missões.

Ainda de um autor da especialidade Piloto Aviador, enquadrado com as linhas de investigação do CIAFA, é apresentado um artigo relativo à caracterização do escoamento do túnel aerodinâmico da Academia da Força Aérea, e com uma ferramenta desenvolvida neste projeto, foi possível determinar o volume de uniformidade de pressão deste túnel.

Na Área Científica de Economia e Gestão, quatro autores da especialidade de Administração Aeronáutica, apresentam quatro artigos. Um destes artigos é referente à opinião pública e decisores políticos, no qual se pretende perceber de que forma a opinião pública e as ações dos decisores políticos se relacionam nos diferentes programas do orçamento de estado. Um segundo artigo refere-se aos constrangimentos orçamentais, o impacto financeiro e operacional na Força Aérea, tanto na execução orçamental como na capacidade operacional da Força Aérea, através da análise dos dados recolhidos entre os anos de 2008 a 2018. Um terceiro artigo refere-se ao custo do envolvimento da Força Aérea no combate a incêndios, cujo o objetivo é contribuir para um sistema de recolha e apuramento dos custos da missão global de gestão e comando centralizado dos meios aéreos, contratados na prevenção e combate a incêndios. Um quarto artigo, ainda da Área Científica de Economia e Gestão, tem por objetivo escolher uma possível arma para a substituição da HK G3 na Força Aérea, através da aplicação da análise multicritério da metodologia Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Thecnique (MACBETH).

Por último, resultante do Estágio Técnico-Militar incluem-se dois artigos da especialidade de Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo. Um desses artigos visa as novas técnicas de recrutamento e sua aplicação na Força Aérea, no qual são analisadas as técnicas de recrutamento mais recentes e práticas de organizações civis, de outros ramos das Forças Armadas e de Segurança portuguesas e de alguns membros da Organização do Tratado do Atlântico Norte. O outro artigo pretende perceber se os militares presentemente a prestar serviço em Regime de Contrato na Força Aérea têm intenção, ou não, de concorrer ao Regime de Contrato Especial, e se este se poderá constituir como um mecanismo de atração e retenção de recursos humanos na Força Aérea.

Ficha Técnica

Diretor	Comandante da Academia da Força Aérea Major-General Piloto Aviador Paulo José Reis Mateus
Conselho Editorial	Diretor de Ensino da Academia da Força Aérea Coronel Engenheiro Aeronáutico, Luís Pessanha Chefe do Gabinete de Avaliação e Qualidade Coronel Técnico de Manutenção de Infraestruturas, Florindo Canas Comandante do Corpo de Alunos Coronel Piloto Aviador, Natalino Pereira Chefe do Gabinete de Estudos e Planeamento Tenente-Coronel Técnico de Manutenção de Material Aéreo, Aurélio Santos Diretor do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea Major Engenheiro Aeronáutico, Luís Félix
Conselho Consultivo	Major Engenheiro Aeronáutico, Luís Félix Doutor em Engenharia Aeroespacial, pelo Instituto Superior Técnico Major Engenheiro de Aeródromos, Luís Pereira Doutor em Engenharia Civil pela Universidade de Tecnologia de Delft Major Engenheiro Aeronáutico, João Caetano Doutor em Engenharia Aeroespacial, pela Universidade de Tecnologia de Delft Major Técnico de Meteorologia, Pedro Guerreiro Doutorando em Ciências Geofísicas e da Geoinformação, pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa Capitão Engenheiro Eletrotécnico, Tiago Oliveira Doutor em Engenharia Eletrotécnica, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto Capitão de Administração Aeronáutica, Bruno Coimbra Mestre em Administração Aeronáutica pela Academia da Força Aérea. Capitão Engenheiro Eletrotécnico, Gonçalo Cruz Doutor em Engenharia Eletrotécnica, pelo Instituto Superior Técnico. Capitão Psicóloga, Ana Gomes Doutoranda em Gestão, Especialização em Métodos Quantitativos Aplicados à Gestão pelo ISCTE, do Instituto Universitário de Lisboa.

Propriedade: Academia da Força Aérea

Título: Revista Científica da Academia da Força Aérea

Periodicidade: Anual, Número 10, 2020

ISSN: 2182-2182

Depósito legal: 328295/11

Morada: Academia da Força Aérea, Granja do Marquês, 2715-021 Pêro Pinheiro, Portugal

Correio eletrónico: gabcmd@academiafa.edu.pt



Índice

Projeto conceptual aeronave de asa fixa com descolagem vertical	9
Fábio José Pereira dos Santos Ferreira, Aspirante Aluno do Mestrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador	
Desenvolvimento de ferramenta computacional para ajuste automático de controladores em veículos aéreos não tripulados	23
Fernando Roque Dias Ferreira, Alferes Aluno do Mestrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Engenharia Eletrotécnica	
Project and manufacturing of an electric and modular unmanned aircraft	44
Luís Filipe Fraga Eusébio, Alferes Aluno do Mestrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Engenharia Aeronáutica	
Caracterização do túnel aerodinâmico da Academia da Força Aérea	67
Miguel Maria Cordeiro de Sousa Wemans, Aspirante Aluno do Mestrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador	
Opinião pública e decisores políticos - impacto no orçamento de defesa	81
Catarina Soares do Vale, Alferes Aluna do Mestrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Administração Aeronáutica	
Constrangimentos orçamentais - o impacto financeiro e operacional na Força Aérea Portuguesa	96
Nuno Barros Monteiro, Alferes Aluno do Mestrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Administração Aeronáutica	
Custo do envolvimento da Força Aérea Portuguesa no combate a incêndios	117
André Miguel dos Reis Rocha Pereira, Alferes Aluno do Mestrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Administração Aeronáutica	
Proposta de substituição da HK-G3 aplicação da metodologia MACBETH	130
Patrick Pires, Alferes Aluno do Mestrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Administração Aeronáutica	
Novas técnicas de recrutamento e sua aplicação na Força Aérea	150
Marta Sofia Barros Lobo da Fonseca, Tenente Aluna do Estágio Técnico-Militar na especialidade de Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo	
Serviço militar em regime de contrato especial - um mecanismo de atração, retenção e promoção da gestão estratégica de recursos humanos na Força Aérea	167
Pedro Miguel Dias Cardoso, Tenente Aluno do Estágio Técnico-Militar na especialidade de Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo	

PROJETO CONCEPTUAL AERONAVE DE ASA FIXA COM DESCOLAGEM VERTICAL



Autor

Fábio José Pereira dos Santos Ferreira, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Luís Félix, Major Engenheiro Aeronáutico
Academia da Força Aérea, Sintra.

Coorientadores

Tiago Oliveira, Capitão Engenheiro Eletrotécnico
Academia da Força Aérea, Sintra.

Vasco Franco, Tenente Engenheiro Aeronáutico
Direção de Engenharia e Programas, Alfragide.

Resumo: Ao longo dos últimos anos, o Centro de Investigação da Academia da Força Aérea tem vindo a investir em veículos aéreos não tripulados. Este projeto reforça esse mesmo trabalho que vem sendo feito, abrindo uma nova página na abrangência de operação destes veículos aéreos.

A capacidade de descolagem e aterragem vertical não é recente, e já existem diversas aeronaves, tripuladas e não tripuladas, com esta valência. No entanto, esta é uma característica que tem demonstrado vantagens para quem a domina. Este trabalho começa por descrever os conceitos chave de projeto de aeronaves e de aeronaves não tripuladas com aterragem e descolagem vertical, indispensáveis para a compreensão do tema.

Posteriormente, é elaborado o projeto conceptual de uma aeronave com um peso máximo à descolagem de 15 kg, que se pretende descolar e aterrar verticalmente, bem como voar na horizontal a 20 m/s e a 1000 ft de altitude. Para alcançar o objetivo, é feito um dimensionamento inicial da carga alar associada, e determina-se a potência dos motores para as diversas fases de operação. De seguida são definidas as características da asa, da fuselagem e dos estabilizadores horizontal e vertical, calculando-se de seguida a resistência total que uma aeronave com essas características acarreta. Finalmente, é determinada a sua margem estática para efeitos de estabilidade estática.

Realizado o projeto conceptual, provou-se o conceito de descolagem e aterragem vertical. Este conceito foi comprovado recorrendo a um aeromodelo de dimensões e massa inferiores ao projetado. Para o efeito, programou-se e instalou-se um piloto automático que controla cinco motores e quatro servos. Realizaram-se vários testes e ensaios em voo, em que, no último deles, a aeronave executou uma descolagem e uma aterragem à vertical e efetuou um voo de nível.

Palavras chave: projeto aeronáutico; veículo aéreo não tripulado; asa fixa; descolagem e aterragem vertical; prova de conceito.

1. INTRODUÇÃO

A grande maioria dos quadros de atuação da aviação no séc. XX foram garantidos por aeronaves tripuladas, estando ainda os sistemas aéreos não tripulados (UAS, do inglês *Unmanned Aerial Systems*) num estado subdesenvolvido, quando comparadas com as anteriores. Uma força armada com credibilidade é detentora de sistemas de armas do tipo UAS, ou projetos para a sua aquisição. São mais de 40, os países que operam um número superior a 80 tipos de UAS (MFA 500-12, 2013).

Existem muitas vantagens na utilização de aeronaves não tripuladas, face às tripuladas. A principal delas é a sua operação não representar perigo para os tripulantes. Tal como defende

Austin (2010), às aeronaves não tripuladas podem ser atribuídas missões dentro do conceito 3D, *dull, dirty & dangerous*. As missões *dull*, são missões de longa duração. As missões *dirty* são aquelas onde há a possibilidade de exposição a contaminantes nucleares, radiológicos, químicos ou biológicos e as missões *dangerous* apresentam um perigo acrescido, como por exemplo as realizadas em território hostil. Todas elas, quando realizadas por aeronaves tripuladas, representariam um risco acrescido às tripulações. Desta forma, os UAS assumem-se como uma vantajosa alternativa.

Durante os últimos anos, o Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA) tem desenvolvido diversas plataformas aéreas não tripuladas de modo a satisfazer um conjunto de missões de interesse militar para a Força Aérea Portuguesa (FAP). Estas missões são essencialmente de vigilância e reconhecimento em ambiente marítimo, sendo executadas por aeronaves de asa fixa, que, quando comparadas com aeronaves de asa rotativa, oferecem melhor autonomia, maior velocidade de cruzeiro e maior capacidade de carga. Apesar das vantagens, é necessária uma pista devidamente adequada para as decolagens e aterragens deste tipo de aeronaves, bem como toda a logística associada. Essas infraestruturas acabam por encarecer a sua operação.

Por outro lado, as aeronaves de asa rotativa, como os helicópteros ou multi-rotores detêm a capacidade de decolagem vertical, de voar em estacionário sobre um determinado alvo ou a velocidades mais baixas, sendo uma mais valia em missões de vigilância e reconhecimento.

O objetivo deste trabalho consiste na elaboração um projeto de uma aeronave de asa fixa com decolagem vertical (VTOL, do inglês *Vertical Take-Off and Landing*) que reúna as vantagens da utilização de aeronaves de asa fixa e de aeronaves de asa rotativa. Este estudo traduz-se num projeto conceptual de uma aeronave de asa fixa com decolagem vertical e numa prova de conceito do modelo projetado.

Os requisitos inicialmente estipulados são de uma aeronave não tripulada com um peso máximo à decolagem de 15 kg com capacidade para decolar na vertical, voar horizontalmente a uma velocidade de 20 m/s, a uma altitude de, aproximadamente, 304 metros e aterrar na vertical. A velocidade máxima pretendida é de 25 m/s.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Na fase de projeto conceptual respondem-se às questões básicas de configuração, como as especificidades das asas, o comprimento e envergadura, o peso vazio e máximo, a sua performance, velocidade máxima pretendida, teto de serviço, entre outros. Analisar os requisitos de operação – e partir deles – é um ponto importante nesta etapa do projeto (Raymer, 1989). Esta metodologia aplica-se não só a sistemas tripulados, como a sistemas não tripulados.

Um UAS não é mais do que um sistema e deve ser considerado como tal. Como qualquer sistema, um UAS compreende uma série de subsistemas que, em conjunto, contribuem para a sua operação. Um desses subsistemas é a própria aeronave, conhecido como *Unmanned Air Vehicle* (UAV). Outros subsistemas são, por exemplo, a estação de controlo, o mecanismo de lançamento e recolha e os sistemas de guiamento e controlo da aeronave (Austin, 2010).

A nível nacional, e nas missões que envolvem mais perigo e/ou mais monotonia, a utilização de plataformas UAS revela-se proveitosa, não só para reduzir custos, como aumentar a segurança e qualidade de trabalho das tripulações. Nesta perspectiva Portugal, mais concretamente a FAP, deverá definir requisitos técnicos e operacionais, bem como estudar a implementação desta nova estratégia de operação de UAS. Deve procurar-se uma exploração das capacidades dos UAS que se adequem não só a missões militares bem como outras missões de interesse público, em ligação com a *North Atlantic Treaty Organization* e com a União Europeia como o reconhecimento e vigilância aérea (MFA 500-12, 2013).

A capacidade VTOL, em oposição à decolagem e aterragem convencional (CTOL, do inglês *Conventional Take-Off and Landing*) (Raymer, 1989) consiste numa aeronave de asa fixa com capacidade para descolar e aterrar na vertical, além de voar em linha de voo e conseguir pairar sobre um local específico. Os seus motores geram sustentação e força propulsora nas fases de decolagem e aterragem, enquanto que na fase de voo a sustentação é assegurada pelas asas (*Unmanned Systems Technology*, 2018).

Para além de alguns exemplos de aeronaves tripuladas com tecnologia VTOL, realizou-se uma pesquisa sobre o estado de arte para UAV VTOL, de onde se retiraram diferentes configurações de decolagem e aterragem, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Configurações VTOL retiradas da revisão bibliográfica

<i>Nº</i>	<i>Aeronave</i>	<i>Descrição</i>
1	Agusta-Westland GL-10	Asa móvel, que roda 90°, com 6 motores fixos, que rodam solidários com a asa (Tielin et al., 2018).
2	HQ-60 UAV	Propulsão para VTOL independente da utilizada em linha de voo horizontal. Quatro motores na disposição de <i>quadcopter</i> para VTOL e um motor traseiro para propulsão em linha de voo horizontal (Tielin et al., 2018).
3	Asa voadora com quatro motores	Asa voadora com quatro motores dispostos na configuração de <i>quadcopter</i> , que rodam 90° na fase de transição e que contribuem para a propulsão em linha de voo horizontal (Malang, 2016).
4	Delftcopter	Dupla asa voadora, do tipo <i>tailsitter</i> (MAVLab TU Delft, 2018).
5	Quantum Tron F9	Quatro motores na configuração de <i>quadcopter</i> , em que na fase de transição rodam os dois dianteiros e se desativam os traseiros. A propulsão em linha de voo horizontal é garantida pelos motores dianteiros (Quantum Systems, 2019).
6	Quantum Trinity F9	Três motores – dois em frente ao bordo de ataque das asas e um no estabilizador vertical – que na fase de transição rodam 90° para a frente, e se desativam os dois dianteiros, ficando a propulsão em linha de voo horizontal a cargo do motor traseiro (Quantum-Systems, 2019).
7	Joby Lotus Multifunctional Rotor VTOL UAV	Três motores – dois nas pontas da asa e um no estabilizador vertical – em que na fase de transição os das pontas da asa defletem as pás de modo a prolongar a envergadura da aeronave, e conjuntamente o motor traseiro roda 90° para garantir a propulsão em linha de voo horizontal (Press, 2017).
8	E-Flite Convergence VTOL	Três motores – dois em frente ao bordo de ataque das asas e um integrado no estabilizador horizontal – em que na fase de transição os dois frontais rodam 90° para a frente, assegurando a propulsão em linha de voo horizontal (FliteTest, 2017).
9	RC VTOL do tipo homebuilt	Dois motores colocados nas extremidades da asa que geram força propulsora e sustentação na fase VTOL, e que rodam 90° para a frente na fase de transição, assegurando igualmente a propulsão em linha de voo horizontal (Stanton, 2018).

3. PROJETO CONCEPTUAL

3.1. Escolha da configuração VTOL

Para escolher qual a configuração VTOL a aplicar no projeto conceptual, utilizou-se o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Para que exista organização na tomada de decisão, este método sugere que a mesma seja decomposta num conjunto de comparações, avaliadas pela equipa de projeto, em que se atribuí a cada termo de comparação um “peso” para a decisão. Os mesmos termos, ou critérios, são avaliados numa determinada escala. Do conjunto das avaliações e em função dos pesos atribuídos, resulta a decisão final (Franco & Committee, 2018).

Neste sentido, a escolha da configuração VTOL a aplicar na aeronave deste projeto conceptual foi dividida em três principais critérios: operação, construção e adaptabilidade ao CIAFA e consequentes subcritérios com respetivos pesos atribuídos, apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Critérios usados na AHP e respetiva ponderação

<u>OPERAÇÃO</u>	40%	Espaço para decolagem	20%
		Aerodinâmica	20%
		Força Propulsiva	20%
		Estabilidade e Controlo	20%
		Peso acrescentado	20%
<u>CONSTRUÇÃO</u>	30%	Custo	55%
		Complexidade	45%
<u>INTERESSE PARA A FAP</u>	30%	Adaptabilidade ao CIAFA	100%

Com isto, o estudo da configuração VTOL a aplicar, resulta na Tabela 3 . Os números na linha superior representam as configurações enumeradas na Tabela 1 do ponto 2.

Tabela 3 - Resultado do estudo AHP para a escolha da configuração VTOL a aplicar

<u>Critério/Configuração</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
OPERAÇÃO	6,6	6,6	7,2	7	7	6,8	6,8	6,8	6,8
Espaço p/descolar	7	8	8	8	8	8	8	8	6
Aerodinâmica	8	6	7	8	7	7	7	6	8
Força Propulsiva	8	6	8	6	7	6	6	7	7
Estabilidade e Controlo	5	8	8	5	8	7	7	7	6
Peso acrescentado	5	5	5	8	5	6	6	6	7
CONSTRUÇÃO	5	6	6,25	8	6,25	6	6	6	7,5
Custo	5	5	5	8	5	6	6	6	7
Complexidade	5	7	5	8	7,5	6	6	6	8
INTERESSE PARA A FAP	6	8	6	1	7,5	6	3	1	6
Adaptabilidade ao CIAFA	6	8	6	1	7,5	6	3	1	6
TOTAL	5,94	6,84	6,56	5,5	6,93	6,32	5,42	4,82	6,77

Pelo resultado obtido da tabela anterior a configuração mais favorável, e que será aplicada, é a nº 5. Esta consiste em quatro motores na configuração de *quadcopter*, em que na fase de transição rodam os dois dianteiros e se desativam os traseiros. A propulsão em linha de voo horizontal é garantida pelos motores dianteiros.

3.2. Dimensionamento inicial

É pretendido que a aeronave deste projeto voe dentro de um espectro de operação completo, em que a mesma se revele útil. Como tal é necessário realizar um dimensionamento inicial adequado. Se se tiver em conta a velocidade de voo horizontal, uma aeronave com capacidade VTOL preenche todo o leque de velocidades, desde a velocidade horizontal nula (quando está a decolar ou a aterrar) até à sua velocidade horizontal máxima. Para tal, é necessário dimensionar o sistema propulsivo de modo a que este opere em todas as fases do voo: decolagem e aterragem (voo vertical), transição (passagem de voo vertical para voo horizontal) e linha de voo (voo horizontal).

Para a fase horizontal, e no seguimento da metodologia proposta, o primeiro objetivo é obter um valor de referência para o quociente entre o peso da aeronave (W , do inglês *Weight*) e a área alar (S , do inglês *Surface*), designando-se este de carga alar (W/S). Utilizaram-se dois métodos: i) através da média das cargas alares das aeronaves da revisão bibliográfica; e ii) pelo cálculo direto da carga alar para três condições de operação: velocidade de perda, alcance e autonomia. Com base nos resultados de W/S , obtidos pelos dois métodos, o valor que é tido

como referência para a área alar da asa deste projeto conceptual é $W/S = 149,007 \text{ N/m}^2$, pois não só foi obtido pelo parâmetro do alcance, – o mais relevante para o CIAFA numa aeronave com estas características, de entre os três calculados no segundo método – , como também é o termo que mais se aproxima da média de W/S , calculada no primeiro método. Assim, para um *Maximum Take-Off Weight* de 15 kg, e um peso $W = 147,150 \text{ N}$, obtém-se $S = 0,988 \text{ m}^2$, que corresponde à área alar da asa projetada.

Existe um outro parâmetro importante no dimensionamento inicial designado de *power loading* (W/P), sendo este correspondente à razão entre o peso (expressa em Newton) e uma potência (expressa em watts). Encontrado o valor de W/P para uma determinada fase do voo chega-se à potência necessária para cumprir essa mesma fase, que é objetivo último da dimensionalização inicial do sistema propulsivo. Este parâmetro foi calculado para as fases de voo horizontal, vertical e de transição, e para diferentes regimes em cada uma delas. Os resultados são apresentados na Figura 1.

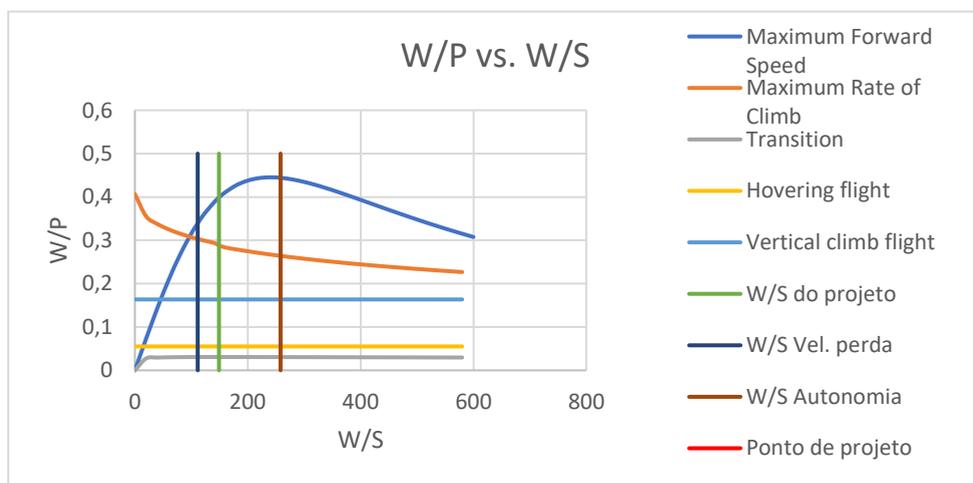


Figura 1 - Gráfico W/P vs. W/S

Assim, conclui-se, do dimensionamento inicial para esta aeronave, que teremos um *power loading* $W/P = 0,031 \text{ N/W}$ e uma carga alar $W/S = 149,007 \text{ N/m}^2$. Em consequência do valor de *power loading*, resulta o valor da potência necessária para os motores que é de 5617,742 W.

3.3. Projeto

Neste ponto projetaram-se os principais componentes da aeronave, nomeadamente: asa, fuselagem e estabilizadores horizontal e vertical. Primeiramente começou-se por encontrar o coeficiente de sustentação (C_L) para o voo cruzeiro para uma velocidade de 20 m/s e altitude de 304,8 metros ($\rho = 1,19 \text{ kg/m}^3$), $C_L = 0,626$. Seguidamente analisaram-se no *software* XFLR5 nove perfis alares, adequados a um número de Reynolds baixo e escolheu-se o CLARK-Y para aplicar na asa.

Terminada a fase de projeto conceptual da asa, seguiu-se o projeto da fuselagem. É utilizada a aeronave ANTEX X-02 Alfa para obter uma referência para a área de secção da fuselagem, que é igual a $0,033 \text{ m}^2$. Considerando um círculo de igual área, o mesmo tem um diâmetro $d = 0,206 \text{ m}$ e uma vez obtido este valor, a próxima etapa foi definir qual o comprimento da fuselagem (l , do inglês *Length*). A razão entre o diâmetro e o comprimento da fuselagem (d/l) assume um papel importante na resistência aerodinâmica criada pela fuselagem da aeronave. Tendo em consideração o diâmetro e o valor de d/l que minimiza a resistência aerodinâmica criada, determina-se o comprimento da fuselagem. Para encontrar o melhor rácio entre o diâmetro e o comprimento da fuselagem partiu-se de $d/l = 0,3$ (Corke, 2003) e do diâmetro do Alfa. O comprimento correspondente foi dividido em 10 segmentos iguais de modo a calcular a resistência em cada um deles, e obter um valor total mais realista, uma vez que a área de secção varia ao longo da fuselagem. Obteve-se $d/l = 0,15$ como o melhor valor que minimiza a resistência. Assim, para um diâmetro equivalente $d = 0,206 \text{ m}$ e $d/l = 0,15$, o comprimento total da fuselagem a projetar é $l = 1,374 \text{ m}$.

O ponto seguinte do projeto centra-se nos estabilizadores horizontal e vertical. O perfil alar NACA 0010 foi escolhido, por cumprir duas condições importantes: i) ter um ângulo de ataque crítico superior ao da asa, para desta forma garantir que entra em perda depois da mesma, caso contrário, após o ângulo de ataque crítico, a aeronave poderia entrar no fenómeno de perda agravada; e ii) ser um perfil simétrico e assim permitir gerar forças negativas e positivas de modo a equilibrar a aeronave.

Definiu-se o afilamento, calculou-se a área alar, a envergadura e a corda seguindo a metodologia sugerida por Corke (2003), com base nos resultados obtidos para a asa, e calculando-se, por fim, a resistência aerodinâmica. Destes cálculos foram obtidos os valores que a seguir se indicam:

- Estabilizador horizontal:
 - Área alar (S): 0,140 m²;
 - Envergadura (b): 0,827 m;
 - Corda (c): 0,169 m;
 - Coeficiente de resistência em voo de cruzeiro (C_D): 0,010
 - Resistência total (D): 0,329 N.
- Estabilizador vertical:
 - Área alar (S): 0,109 m²;
 - Envergadura (b): 0,670 m;
 - Afilamento (λ): 0,5
 - Corda na raiz (c_r): 0,217 m;
 - Corda média (c): 0,169 m;
 - Corda na ponta de asa (c_t): 0,109 m;
 - Coeficiente de resistência em voo de cruzeiro (C_D): 0,010
 - Resistência total (D): 0,329 N.

A aeronave deste projeto, não carece de uma pista para decolar e aterrar e por isso não necessita de rodas, podendo eventualmente utilizar apoios; por sua vez, também o trem de aterragem não necessita de ser estruturalmente resistente aos esforços que, normalmente um trem convencional suporta, especialmente aquando da aterragem, pois a aterragem de uma aeronave VTOL dá-se a uma velocidade bastante inferior. Acrescido a isto está o facto de não transportar *payload* na parte inferior, logo não exige que a fuselagem esteja afastada do solo para proteção da carga. Por estas razões projetou-se conceptualmente esta aeronave desprovida de trem de aterragem.

Ainda no projeto conceptual calculou-se a resistência de todas as frações da aeronave, previamente projetadas de modo a aferir se os motores conseguem gerar propulsão suficiente para superar a resistência total (Corke, 2003). A resistência aerodinâmica total corresponde à soma da resistência de todas as partes constituintes e resulta em:

$$D_{TOTAL} = D_{asa} + D_{fuselagem} + D_{est.horizontal} + D_{est.vertical}$$

$$D_{TOTAL} = 5,957 + 0,318 + 0,329 + 0,257 = 6,861 \text{ N}$$

4. PROVA DE CONCEITO

Para operar um UAV é necessário um conjunto de configurações de software e hardware, não só para controlar a aeronave em voo, como também para recolha de dados. O foco principal da aeronave, nesta prova de conceito, está relacionado com o seu controlo em voo. Foi por isso necessário configurar uma estação de controlo terrestre (GCS, do inglês *Ground Control Station*) e um piloto automático (AP, do inglês *Auto Pilot*) para voo autónomo, tendo em conta o conceito de descolagem e aterragem vertical e voo horizontal. Para configurar a aeronave, da prova de conceito desta dissertação, optou-se pelo software *Mission Planner*, por ser largamente utilizado por outros utilizadores, e assim ser mais fácil obter informação sobre o seu funcionamento. Para o *hardware* a ser instalado a bordo da aeronave e que tem a função de piloto automático selecionou-se o *hardware Pixhawk* por questões logísticas do próprio CIAFA, uma vez que já foi utilizado noutros projetos, e, portanto, não foi necessário adquirir um equipamento novo. A aeronave utilizada para a prova de conceito é do tipo *skywalker* construído em poliestireno expandido (comummente conhecido como esferovite).

Numa primeira abordagem, o aeromodelo foi equipado com cinco motores, aproveitando assim o motor que já possuía originalmente adicionando-se quatro motores que formam o *quadplane* (termo utilizado para definir uma aeronave de asa fixa com VTOL).

Quanto ao sistema elétrico do aeromodelo, foi alimentado por uma bateria de 5200 mAh, com 3 células, ligada aos 5 controladores eletrónicos de velocidade dos motores, e a um *Power Module*, que alimenta o *Pixhawk*.

Antes dos ensaios em voo foram executados diversos testes para verificar o correto funcionamento da montagem efetuada, nomeadamente:

- Os servos, confirmando se respondiam de forma correta aos comandos enviados pelo controlo rádio (RC, do inglês *Radio Control*);
- Os motores, de modo a calibrar os mesmos e verificar se funcionavam uniformemente;
- A compensação do piloto automático a perturbações externas.

Por fim foram executados 4 conjuntos de ensaios em voo (2 no interior e 2 no exterior), onde se pôde verificar uma correta resposta em voo aos comandos do RC, bem como uma adequada compensação ao vento. No último bloco a aeronave descolou na vertical, voou horizontalmente no modo de asa fixa e aterrou também na vertical, tal como descrito na trajetória

de voo apresentada na Figura 2. A principal conclusão retirada destes resultados foi a influência do vento de cauda no voo da aeronave. Quando a aeronave, influenciada pelo vento de cauda, tinha uma velocidade horizontal superior, começava a perder altitude, uma vez que os motores do *quadplane* eram desativados e por isso, o motor traseiro, isoladamente, não era suficiente para manter a mesma linha de voo, como se pode observar pelo gráfico Figura 3.

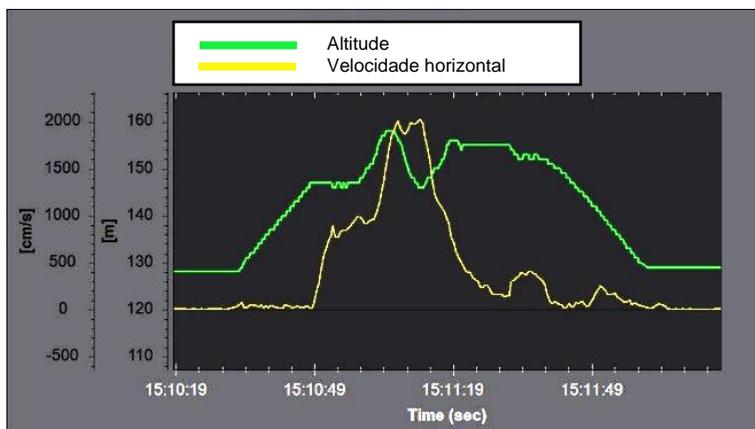


Figura 2 - Trajetória de voo do último ensaio



Figura 3 - Gráfico da altitude e velocidade em função do tempo, relativo ao último voo

5. CONCLUSÕES

Este trabalho teve como objetivo a realização de um projeto conceptual de uma aeronave de asa fixa com descolagem e aterragem verticais. Apesar de ser um tema que já vem sendo desenvolvido, quer de modo amador ou por empresas do setor aeronáutico, foi possível constatar que se trata de um tema extraordinariamente complexo, que pode ser explorado de diversas formas, objetivos ou gostos particulares.

Os objetivos deste estudo foram atingidos, não só na parte de projeto conceptual, de onde se obtiveram as medidas iniciais da asa, fuselagem e lemes horizontal e vertical, como os respetivos coeficientes. Igualmente, na prova de conceito, conseguiu-se adaptar uma aeronave de asa fixa, preparada apenas para CTOL, para descolar e aterrar na vertical e efetuar uma transição entre voo vertical e horizontal com sucesso. Assim, considera-se que se alcançou o objetivo pretendido com este trabalho, nomeadamente quanto à confirmação da exequibilidade deste tipo de conceito de aeronave e comprovada a capacidade VTOL para uma aeronave não tripulada.

Para trabalhos futuros, e numa primeira instância, o projeto da aeronave pode ser terminado, pois ficaram a faltar ainda as fases de projeto preliminar e detalhado. Também o projeto concetual pode ser refinado, recorrendo a ferramentas computacionais adequadas. Além disso, pode ser testado novamente o conceito com a mesma aeronave, mas desta vez com a configuração escolhida na fase conceptual com os motores *tilt-rotor*. Pode também ser instalado um sensor de pressão barométrica para validação em voo dos parâmetros escolhidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Austin, R. (2010). *Unmanned Aircraft Systems - UAVS Design, Development and Deployment*. (Willey, Ed.) (1st ed.). Wiltshire.
- [2] Corke. (2003). *Design of Aircraft*. (Pearson Education, Ed.). New Jersey.
- [3] FliteTest. (2017). E-Flite Convergence VTOL Overview. Retrieved April 14, 2019, from <https://www.flitetest.com/articles/e-flite-convergence-vtol-overview>
- [4] Franco, V., & Committee, E. (2018). *Design of a Class I Remotely Piloted Aircraft for Maritime Surveillance*. Academia da Força Aérea.
- [5] Guedes, N. (2014). *Desenvolvimento de uma plataforma de baixo custo H- Quad para prototipagem rápida de algoritmos de controlo*. Academia da Força Aérea.
- [6] Malang, Y. (2016). *Design and Control of a Vertical Takeoff and Landing Fixed-Wing Unmanned Aerial Vehicle*. University of Toronto.
- [7] MAVLab TU Delft. (2018). DELFTACOPTER – Delta-wing Electric Longrange Transitioning Autonomous Helicopter. Retrieved April 13, 2019, from <http://www.delftacofter.nl/delftacofter/>
- [8] MFA 500-12. (2013). *MFA 500-12 Visão Estratégica Sistemas UAV*. Ministério da Defesa Nacional, Força Aérea, Estado Maior.
- [9] Press. (2017). Under contract with NASA, Joby has developed a truly novel VTOL configuration: the Lotus. - sUAS News - The Business of Drones. Retrieved April 14, 2019, from <https://www.suasnews.com/2017/07/contract-nasa-joby-developed-truly-novel-vtol-configuration-lotus/>
- [10] Quantum-Systems. (2019). Trinity F9 - The mapping drone for professionals. Retrieved April 14, 2019, from <https://www.quantum-systems.com/trinity-f9/>
- [11] Quantum Systems. (2019). Tron F9 - The high payload long-range UAV. Retrieved April 14, 2019, from <https://www.quantum-systems.com/tron-f9/>
- [12] Raymer, D. P. (1989). *Aircraft Design: A Conceptual Approach*. (I. American Institute of Aeronautics and Astronautics, Ed.) (2a). Washington, DC.
- [13] Stanton, T. (2018). RC VTOL by TomStanton. Retrieved April 14, 2019, from <https://www.thingiverse.com/thing:3191118>
- [14] Tielin, M., Chuanguang, Y., Wenbiao, G., Zihan, X., Qinling, Z., & Xiaou, Z. (2018). Analysis of technical characteristics of fixed-wing VTOL UAV. *Proceedings of 2017 IEEE International Conference on Unmanned Systems, ICUS 2017, 2018-Janua*, 293–297. <https://doi.org/10.1109/ICUS.2017.8278357>
- [15] Unmanned Systems Technology. (2018). VTOL UAV - Multirotor Manufacturers. Retrieved June 28, 2018, from <https://www.unmannedsystemstechnology.com/category/supplier-directory/platforms/vtoluav/>

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA AJUSTE AUTOMÁTICO DE CONTROLADORES EM VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS



Autor

Fernando Roque Dias Ferreira, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Engenharia Eletrotécnica
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Tiago Oliveira, Capitão Engenheiro Eletrotécnico
Academia da Força Aérea, Sintra.

Coorientador

Professora Doutora Sílvia Chá
Academia da Força Aérea, Sintra.

Resumo: Este trabalho está enquadrado na missão do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea e tem como objetivo desenvolver uma ferramenta computacional, para o ajuste dos ganhos do piloto automático Piccolo. Em particular, esta ferramenta visa contribuir para a sistematização dos processos associados ao ajuste dos ganhos dos controladores do Piccolo, com vista ao aperfeiçoamento do desempenho dos *Unmanned Aerial Vehicle* do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea, no seguimento de comandos de referência.

Inicialmente, foram analisadas as leis de controlo do Piccolo, no que respeita ao controlo do movimento lateral das aeronaves, identificando-se quais os ganhos e parâmetros que permitem modificar o comportamento das mesmas. De seguida, foi desenvolvido um modelo computacional da dinâmica lateral do *Unmanned Aerial Vehicle* ANTEX-X02 Alfa 07, procedendo-se posteriormente à implementação do método de ajuste dos ganhos. O método implementado é o *Root Locus*, fazendo uso do *Simulink®* e da *Toolbox Control System Designer* do MATLAB®, que irá estimar o conjunto dos valores dos ganhos, para obter uma resposta criticamente amortecida.

Finalmente, demonstra-se a coerência entre a resposta estimada pelo modelo computacional e a resposta da aeronave, apresentando-se resultados obtidos em ensaios em voo, realizados no Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea, para diferentes tipologias de voo.

Palavras Chave: Piccolo, ajuste dos ganhos, UAV, leis de controlo, modelo computacional, *Root Locus*.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

Desde 1997, a Academia da Força Aérea (AFA) vem acumulando experiência e *know-how* relevantes na área de projeto, fabrico, operação e otimização de *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Em 2009, a AFA e a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto propuseram, ao Ministério da Defesa Nacional, o Projeto de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Não-Tripulados (PITVANT), tratando-se de um projeto inovador e de grande dimensão, envolvendo instituições nacionais e internacionais (ver [2]). O projeto PITVANT já se encontra terminado, tendo estado na base da criação de um *know-how* relevante nesta área e servindo de base na missão diária do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA) (ver [1]). Atualmente, estão em curso três projetos de investigação que usam UAVs como ferramenta de

recolha de dados, ou instrumento de demonstração de novas capacidades, nomeadamente o TROANTE, o VOAMAIIS e o FIREFRONT (ver [6]).

O CIAFA possui diversos UAVs, como o ANTEX-X02 Alfa 07, utilizados em missões de diferentes naturezas, como a instrução de operadores de UAVs e o acompanhamento de trabalhos de investigação de mestrado e de doutoramento. Além disso, o CIAFA exerce missões em conjunto com outras entidades, nomeadamente no patrulhamento florestal na prevenção de incêndios, como foi o caso da operação na Lousã, juntamente com a empresa UAVISION, no ano de 2019 (ver [7]).

Este trabalho está inserido na missão do CIAFA e visa contribuir para o desempenho dos pilotos automáticos instalados a bordo dos UAVs.

1.2. Motivação e objetivo

Tipicamente, o voo autónomo de um UAV é realizado recorrendo a um piloto automático. O UAV, equipado com um piloto automático recebe inputs de referência de um operador (e.g., planos de voo, comandos de altitude, velocidade), enviados através de uma estação de controlo terrestre (*Ground Station*). Por sua vez, a aeronave possui sensores que indicam a sua posição e o seu movimento atual. Consequentemente, através da lógica de controlo, inserida no piloto automático, este vai controlar as superfícies de controlo da aeronave, de forma a seguir a referência introduzida. Porém, em determinadas situações, verifica-se que a aeronave não assume o comportamento desejado, sendo necessário realizar ajustes na estrutura de controlo do piloto automático. Estes ajustes são realizados em parâmetros denominados por ganhos.

As aeronaves do CIAFA utilizam o piloto automático Piccolo, fabricado pela empresa Cloud Cap Technology. Esta empresa não fornece a estrutura de controlo implementada no Piccolo, impossibilitando assim, perceber de que forma os valores dos ganhos podem ser alterados, de modo a melhorar o seguimento das aeronaves, e, consequentemente, aumentar a autonomia e a estabilidade das mesmas. Desta maneira, sentiu-se a necessidade de desenvolver um método científico, para a definição dos valores dos ganhos, uma vez que, até ao momento, estes são definidos de forma empírica e iterativa.

Por conseguinte, este projeto tem como objetivo desenvolver uma ferramenta de ajuste dos ganhos na estrutura de controlo do Piccolo, contribuindo para o incremento do desempenho do comportamento das aeronaves do CIAFA.

1.3. Contribuições

A principal contribuição deste trabalho é a demonstração do desenvolvimento de uma ferramenta computacional, para o ajuste dos ganhos do piloto automático Piccolo. Assim, para o desenvolvimento da ferramenta computacional, irão promover-se as seguintes etapas:

- Avaliação da estrutura de controlo implementada no piloto automático Piccolo;
- Desenvolvimento de um modelo da dinâmica do UAV Alfa 07, tendo por base os resultados do simulador de voo e também ensaios em voo reais;
- Implementação de um modelo computacional, em Simulink®, da lei de controlo e da dinâmica lateral do UAV Alfa 07 com realimentação de estados, validado com base em resultados de ensaios em voo;
- Definição de um procedimento que permitirá a sistematização dos processos associados ao ajuste dos ganhos dos controladores do piloto automático Piccolo, com vista ao aperfeiçoamento do desempenho do respetivo UAV no controlo da sua trajetória. Este procedimento é válido tanto para o Piccolo como para outros pilotos automáticos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Identificação de sistemas

A Identificação de Sistemas é uma área de investigação que surgiu na década de sessenta (ver [13]), devido à necessidade de desenvolver modelos no controlo automático. O modelo é a representação matemática de um sistema físico, que permite relacionar a entrada com a saída do mesmo, sendo, no âmbito do controlo, nomeado por Função de Transferência (FT). Atualmente, existem várias ferramentas computacionais para a identificação de sistemas, como, por exemplo, a toolbox System Identification do MATLAB ®. Na base desta ferramenta estão técnicas de estimação, como é o caso do Método dos Mínimos Quadrados (ver [13] e [11]) e o Método da Máxima Verosimilhança (ver [9] e [10]).

2.2. Modelos da dinâmica lateral de uma aeronave

Os modelos da dinâmica lateral de uma aeronave permitem relacionar os seus estados laterais – o ângulo de rolamento (Φ), a velocidade de pranchamento (p), a razão de guinada (r) e o ângulo de derrapagem (β) – com as superfícies de controlo do movimento lateral – os *ailerons*

(δa) e o *rudder* (δr). Segundo a referência [4] os modelos laterais de uma aeronave apresentam as seguintes estruturas convencionais:

$$p(s) = \frac{a_{\phi 2}}{s+a_{\phi 1}} \delta_a(s) \quad (1) \quad \phi(s) = \frac{g}{U_0} \phi(s) \quad (3)$$

$$\phi(s) = \frac{p(s)}{s} \quad (2) \quad \beta(s) = \frac{a_{\beta 2}}{s+a_{\beta 1}} \delta_r(s) \quad (4)$$

onde $a_{\phi 2}$, $a_{\phi 1}$, $a_{\beta 1}$ e $a_{\beta 2}$ são derivadas de estabilidade, g é a aceleração da gravidade e U_0 é o *True Air Speed*. Sucintamente, os modelos das expressões (1) e (4) são FT de primeira ordem, a expressão (2) é o integral puro da expressão (1) e, por último, o modelo da expressão (3) é linearmente dependente da expressão (1), com um fator de $(\frac{g}{U_0})$.

2.3. Controlo de sistemas

O comportamento da resposta de um sistema controlado é definido com base nos seguintes parâmetros: o tempo de subida (t_r); o tempo de estabelecimento (t_s); o tempo de pico (t_p); e a sobrelevação (S), apresentados graficamente na Figura 1. Porém, em muitas situações, após se ter identificado e determinado o modelo do sistema, verifica-se que a sua resposta não é a desejada, ou seja, a saída não segue exatamente a entrada de referência, sendo necessário fazer alguns ajustes. Estes ajustes, ao nível do controlo, são realizados através da implementação de controladores ao sistema.

Deste modo, existem três tipos básicos de controladores: proporcional (P), derivativo (D) e integrador (I), que podem atuar isoladamente ou em conjunto (controlador proporcional-integrador-derivativo (PID)) (ver [8] e [5]). Cada controlador terá uma ação diferente no desempenho do seguimento da resposta do sistema. Sucintamente, a ação proporcional integral (PI) melhora o seguimento em regime permanente do sistema e, por outro lado, a ação proporcional derivativa (PD) permite satisfazer as especificações da dinâmica. Na Figura 2 observa-se que o sistema com o controlador PID segue perfeitamente a entrada e com uma sobrelevação reduzida, que pode ser ajustada modificando os ganhos do controlador, mediante a resposta desejada do sistema. Note-se que o controlador PID abrange as vantagens dos três controladores básicos.

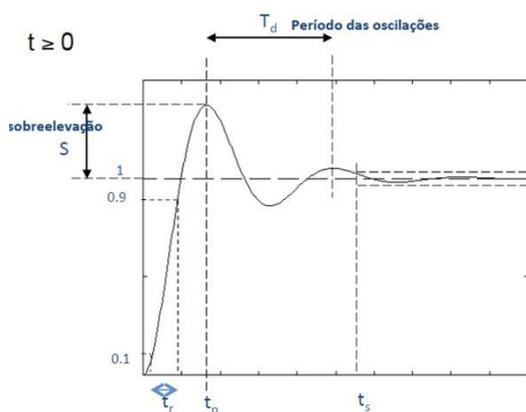


Figura 1 - Parâmetros do comportamento do sistema de controle (ver [14]).

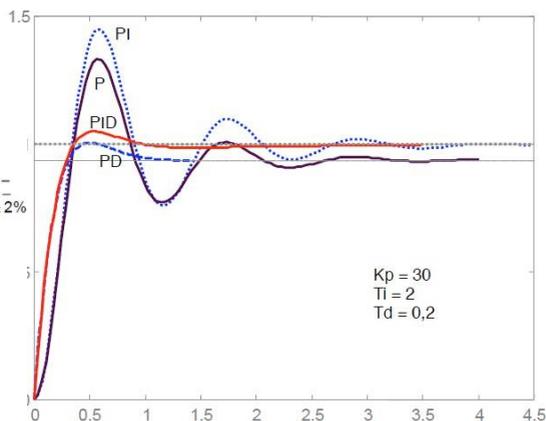


Figura 2: Resposta, no tempo, de um sistema para vários controladores.

2.4. Estrutura de controlo do piloto automático Piccolo

O fabricante do piloto automático Piccolo, a Cloud Cap Technology, não publica a estrutura de controlo que está implementada neste sistema. Assim, recorreu-se à estrutura desenvolvida no estudo académico “A Practical Guide To The Piccolo Autopilot” [12], como base de partida deste trabalho.

A estrutura de controlo do Piccolo é apresentada, esquematicamente, na Figura 3. Com base nesta figura, é perceptível a existência de quatro componentes: as entradas de comando, o ciclo de controlo, a lei de controlo e os sensores ou o modelo da aeronave. As entradas de comando são os *inputs* de referência (u_{cmd}) dos estados da aeronave. Estes *inputs* são introduzidos pelo utilizador no *software* Piccolo Command Center (PCC). O PCC é o *software* que permite operar UAVs equipados com o piloto automático Piccolo (ver [3] e [15]). Posteriormente, estas entradas são processadas nos ciclos de controlo do piloto automático, até se obter a deflexão das superfícies de controlo, de modo a que aeronave possa seguir a referência comandada. Sucintamente, o *input* do ciclo de comando (u_{cmd}) é comparado com o valor atual do estado (u_{real}), obtendo-se o erro de seguimento do sistema. De seguida, o erro do sistema vai ser tido em conta pela lei de controlo. Note-se que as leis de controlo são funções matemáticas, que para um dado erro de entrada, determinam qual a deflexão da superfície de controlo (δ). Consequentemente, essa deflexão irá modificar o estado verdadeiro da aeronave

(u_{real}), o qual é medido através dos sensores ou do modelo da mesma. Por fim, o objetivo final da estrutura de controlo do Piccolo, da Figura 3, é tornar o erro de seguimento do sistema nulo.

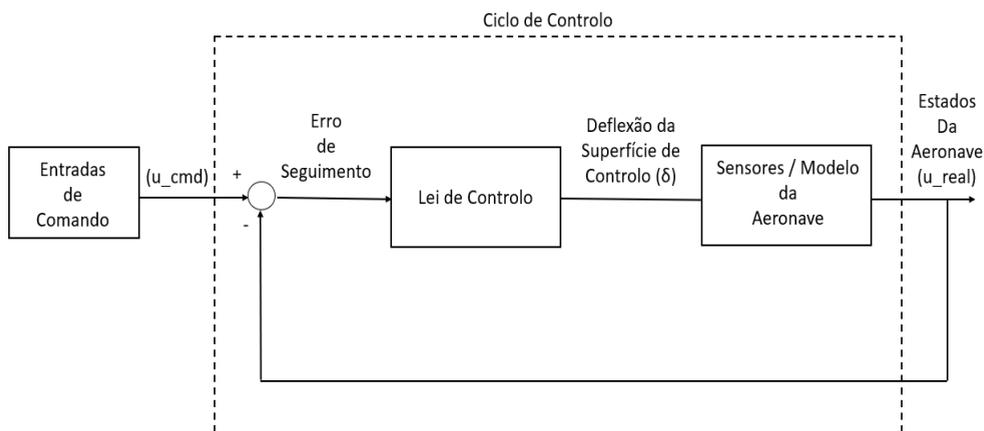


Figura 3: Estrutura de controlo do Piccolo.

3. VALIDAÇÃO DAS LEIS DE CONTROLO DOS AILERONS DO RUDDER

Esta secção é dedicada à validação das leis de controlo dos *aileron*s e do *rudder*, do Piccolo, desenvolvidas no estudo académico [12], que servem de ponto de partida a este trabalho. Genericamente, irá validar-se a componente da estrutura do Piccolo, entre os erros de seguimento e as deflexões das superfícies de controlo (δ) da aeronave, dada uma entrada de comando (u_{cmd}), esquematicamente:

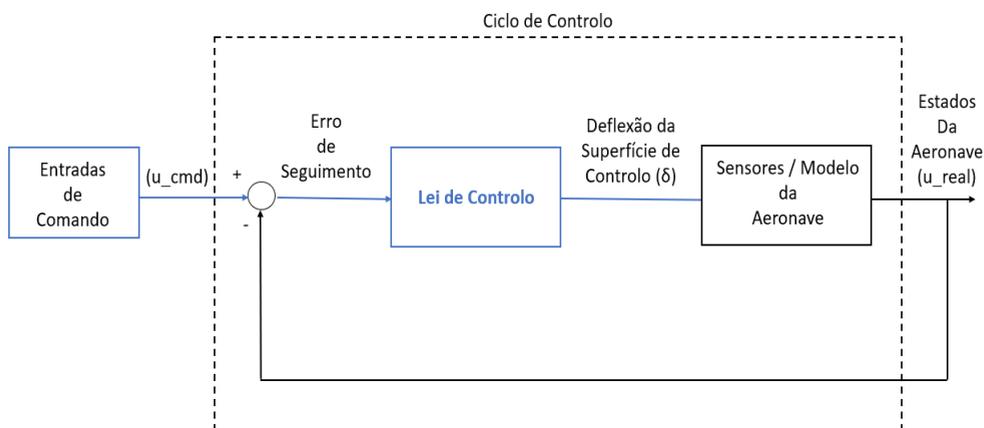


Figura 4: Esquema da estrutura de controlo do Piccolo para a validação das leis de controlo.

Na Figura 4, a cor azul corresponde às componentes da estrutura do Piccolo que se irá desenvolver. A lei de controlo dos *aileron*s é a expressão matemática que relaciona o *Roll* err (Φ_{error}) com a deflexão dos *aileron*s (δ_a), de modo a que aeronave siga o sinal de entrada de *Roll* Cmd (Φ_{cmd}). Deste modo, esta encontra-se inserida no ciclo do Roll Control do Piccolo, apresentado em [12]. Com base na estrutura do Roll Control deduziu-se a expressão da lei de controlo dos *aileron*s, sendo dada por:

$$\delta_a = \frac{[K_{P2}\Phi_{error} + p_{error}K_{p3} + K_1 \int p_{error} dt]b}{2TAS AE} \quad (5)$$

onde K_{P2} e K_{P3} são ganhos proporcionais; K_i é um ganho integrador e (Φ_{error}) e (p_{error}) são os erros de seguimento dos estados do ângulo de rolamento e da velocidade de pranchamento, respetivamente; b é o *Wingspan*, TAS é o *True Air Speed* da aeronave e AE é o *Aileron Effect*.

Relativamente à lei de controlo do *Rudder*, esta é a componente do *Yaw Control Loop* (ver [12]) responsável pela deflexão do *rudder*. A sua expressão é dada por:

$$\delta_r = \frac{r_{cmd} l_v}{RE TAS} + \frac{r_{error} K_p I_z}{R P \bar{q} S_w b} \quad (6)$$

onde K_P é um ganho proporcional, r_{cmd} é o comando da razão de guinada, r_{error} é o erro de seguimento do estado da razão de guinada, l_v é o vertical tail arm, S_w é a área da asa da aeronave, q é a pressão dinâmica, I_z é o momento de inércia do eixo z , o RP é o *Rudder Power* e o RE é o *Rudder Effect*. Dada a importância destas expressões para este estudo, considerou-se relevante realizar uma validação formal das mesmas.

Posto isto, as expressões (5) e (6) foram implementadas num modelo computacional, em Simulink®, tendo de seguida realizado-se uma simulação de voo, no software fornecido pelo fabricante do Piccolo para esse efeito. Com base na telemetria recolhida, em particular nos inputs de referência de *Bank* Cmd, nos estados do ângulo de rolamento e da velocidade de pranchamento da aeronave, na deflexão dos *aileron*s e do *rudder*, é possível validar as leis de controlo das expressões (5) e (6), recorrendo ao modelo em Simulink®.

Por conseguinte, a validação é composta por duas fases. Em primeiro lugar, recorreu-se ao Método dos Mínimos Quadrados, para estimar os parâmetros das leis de controlo, que melhor ajustam os dados registados, de input e de output. Os valores obtidos correspondem aos ganhos das respetivas leis de controlo. Finalmente, estes ganhos estimados serão comparados com os

ganhos verdadeiros (introduzidos na consola de configuração do simulador de voo, designada por PCC, de forma manual). Em segundo lugar, procedeu-se à validação formal das leis de controlo, calculando o *Root Mean Square Error* (RMSE) entre as deflexões das superfícies de voo, determinadas pelas leis de controlo no modelo Simulink®, e as deflexões registadas pela telemetria, para o mesmo sinal de entrada. Esta validação é apresentada exaustivamente na dissertação em estudo, sendo primeiro as leis de controlo validadas parcialmente (impondo-se o valor zero em alguns ganhos), com dados registados em simulação de voo, e depois validadas para as amostras registadas em ensaios em voo.

Neste trabalho apenas se irá ilustrar os resultados obtidos para a situação dos ensaios em voo que foram realizados no CFMTFA, com apoio da equipada de operações do CIAFA, sendo a aeronave utilizada o ANTEX-X02 Alfa 07, apresentado na Figura 5. Foi registada uma amostra de dados, durante um plano de voo e compararam-se as deflexões verdadeiras com as obtidas pelas leis de controlo. Os valores dos ganhos introduzidos no piloto automático da aeronave da Figura 5, durante o ensaio, foram os valores que existem por defeito, da sua configuração, ou seja, ($KP2 = 1$, $KI = 1$, $KP3 = 0$, $AE = 0:5$, $KP = 0:5$ e $RE = 1$).

Assim, o gráfico seguinte apresenta as deflexões verdadeiras dos ailerons (linha vermelha) e as determinadas pela lei de controlo da expressão (5) (linha azul), implementada em Simulink®, considerando a mesma entrada de referência e realimentação de estados:



Figura 5 - UAV ANTEX-X02 Alfa 07 do CIAFA.

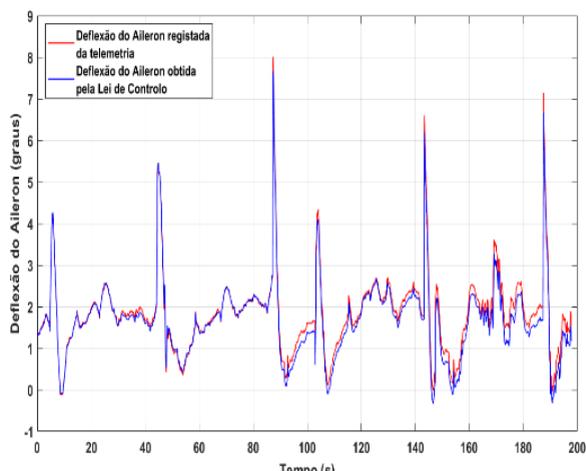


Figura 6 - Deflexão dos ailerons para os dados no ensaio em voo.

Na Figura 6, observa-se que as deflexões determinadas pela lei de controlo dos *aileron*s são semelhantes às verdadeiras, sendo o valor do RMSE entre as deflexões registadas e

estimadas de 0.1653 graus. Além disso, verifica-se um crescente desfasamento com o tempo, entre a deflexão dos ailerons determinada pela lei de controlo e a registada pela telemetria. Este facto é devido à acumulação natural de um erro associado a pequenas discrepâncias, entre o resultado do integral calculado, internamente no Piccolo, e o resultado do mesmo integral calculado, em Simulink®, tendo em conta as limitações existentes da taxa de amostragem e da precisão da recolha dos dados. Porém, considera-se que se obteve um seguimento adequado e que o valor de RMSE é aceitável.

De modo semelhante, para a lei de controlo do *rudder* obteve-se o seguimento, visível no gráfico da Figura 7, onde é perceptível um bom seguimento da deflexão estimada, relativamente à verdadeira. O valor do RMSE, entre estas duas deflexões, é de 0.0454 graus.

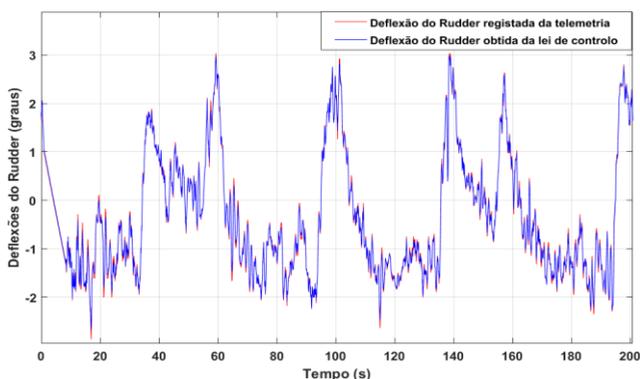


Figura 7: Deflexão do *Rudder* para os dados no ensaio em voo.

Concluindo, note-se que as leis de controlo consideradas são as mesmas que as propostas em [12] e que, tratando-se de uma estimativa, é possível existirem discrepâncias face às leis de controlo verdadeiras, implementadas no Piccolo. Em suma, com base nos resultados obtidos, conclui-se que as leis de controlo dos ailerons e do *rudder*, apresentadas na referência [12], são válidas.

4. ESTIMAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS MODELOS LATERAIS DO UAV ANTEX-X02 ALFA 07 EM ENSAIOS EM VOO

Após se validar as leis de controlo do Piccolo, na secção 3, e voltando ao esquema da Figura 3, esta secção enquadra-se na seguinte fase (cor azul) da estrutura do Piccolo.

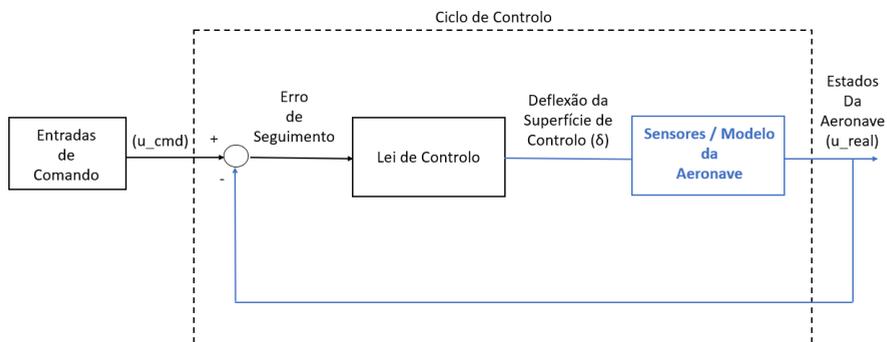


Figura 8: Esquema da estrutura de controlo do Piccolo para estimar os modelos da aeronave.

Deste modo, nesta secção serão estimados e validados os modelos da dinâmica lateral do ANTEX-X02 Alfa 07, os quais serão utilizados numa fase final deste projeto, para ajustar os ganhos da estrutura, considerando o sistema completo, em malha fechada.

4.1. Metodologia para a estimação e validação dos modelos laterais

Nesta secção será apresentada a estratégia adotada, de modo a estimar os modelos, que relacionam a deflexão dos *ailerons* (δ_a) e a deflexão do *rudder* (δ_r), com os estados do ângulo de rolamento (Φ), da velocidade de pranchamento (p), da razão de guinada (r) e do ângulo de derrapagem (β).

Os modelos laterais do UAV Alfa 07 serão estimados com base na ferramenta *System Identification*, do MATLAB®. Para tal, foram introduzidos inputs de *aileron*, manualmente, no controlo remoto do operador, com a aeronave a voar no modo *fly-by-wire*. Por sua vez, estes inputs de *aileron* irão provocar alterações nos estados laterais da aeronave. Consequentemente, a aeronave irá deflectir o *rudder* de modo a que o ângulo de derrapagem seja nulo ($\beta=0$). Assim, através dos métodos de estimação incluídos no *System Identification*, irão estimar-se os modelos entre as deflexões das superfícies de controlo (*inputs*) e os estados laterais (*outputs*), tendo por base os dados da telemetria registados pela aeronave. Deste modo, recorreram-se aos modelos propostos por Randal Beard e do Timothy McLain (ver [4]), dados pelas expressões (1) a (4).

De seguida registaram-se diversas amostras de dados em voo, estimando-se um modelo de ($\delta a \rightarrow p$), ($\delta a \rightarrow \Phi$) e ($\delta r \rightarrow \beta$), para cada situação. Finalmente, o modelo estimado, para cada dinâmica da aeronave, é obtido fazendo a média de todos os modelos estimados, para a mesma dinâmica. Por último, note-se que, o modelo entre a deflexão dos ailerons e o estado da razão de guinada ($\delta a \rightarrow r$), não será estimado, dado se conhecerem os parâmetros que relacionam este estado com o estado do ângulo de rolamento (Φ) (ver (3) e [4]).

Após estimados os modelos, irá realizar-se uma validação formal dos mesmos. Desta maneira, desenvolveu-se, em Simulink®, um modelo fechado da dinâmica lateral do UAV Alfa 07. De seguida, calculou-se o RMSE entre os estados laterais determinados pelos modelos e os estados laterais registados pela telemetria, para um plano de voo tipicamente usado para testes.

4.2. Modelo da velocidade de pranchamento e do ângulo de rolamento do ANTEX-X02 Alfa 07

Os modelos estimados pelo *System Identification* dos estados da velocidade de pranchamento (p) e do ângulo de rolamento (Φ), com as amostras de dados registadas em ensaios em voo, são dados pelas seguintes expressões:

$$\frac{p(s)}{\delta_a(s)} = \frac{78.38}{s+14.51} \quad (7) \quad \frac{\Phi(s)}{\delta_a(s)} = \frac{78.38}{(s+14.51) \cdot s} \quad (8)$$

O modelo da expressão (7) tem um ganho estático e uma frequência de corte de 5.4 dB e 2.3 Hz, respetivamente. Relativamente ao modelo da expressão (8), este é o integral puro do modelo da expressão (7), como era esperado.

Por conseguinte, verificou-se o desempenho dos modelos determinados, para as amostras de dados registadas em ensaios em voo, para o plano de voo em estudo. Posto isto, os gráficos das Figuras 9 e 10 apresentam os seguimentos obtidos, para o estado do ângulo de rolamento (Φ) e para o estado da velocidade de pranchamento (p), respetivamente:

Em ambos os gráficos, observa-se que os estados estimados seguem os estados verdadeiros da aeronave. Além disso, verifica-se que a aeronave real apresenta um comportamento oscilatório, que, no modelo computacional, não se verificou, devido à existência de perturbações externas, como, por exemplo, vibrações do motor, rajadas de vento e desgaste do material. No gráfico da Figura 10, no instante (Tempo = 180 s), observa-se que as oscilações aumentaram significativamente de amplitude. Verificou-se que este facto está associado ao facto

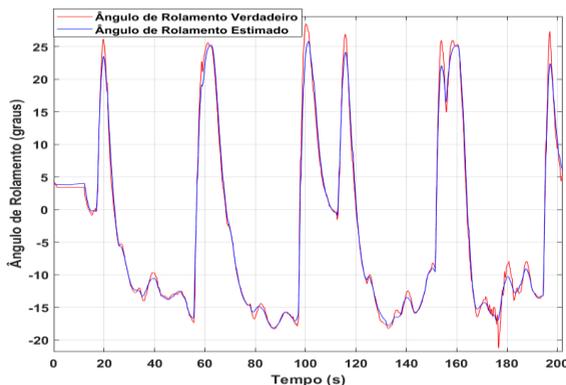


Figura 9 – Seguimento do ângulo de rolamento para os dados dos ensaios em voo

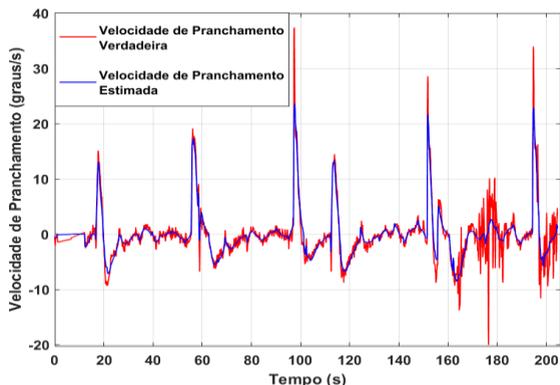


Figura 10 - Seguimento da velocidade de pranchamento para os dados dos ensaios em voo.

de o motor se encontrar ao ralenti nesse instante, modo que introduz maiores vibrações na aeronave. Assim, os valores de RMSE determinados são de 1.22 (graus) e de 1.81 (graus/s) para as amostras do ângulo de rolamento (Φ) e da velocidade de pranchamento (p), respetivamente. O facto destes valores assumirem valores elevados, está diretamente relacionado com o comportamento oscilatório da aeronave real, devido às perturbações externas. Deste modo, não se considera que estes valores sejam relevantes, observando-se um seguimento adequado nos gráficos 9 e 10.

Concluindo, os modelos ($\delta_a \rightarrow p$), ($p \rightarrow \Phi$) e, conseqüentemente, ($\delta_a \rightarrow \Phi$) traduzem o comportamento real da aeronave.

4.3. Modelos do estado do ângulo de derrapagem e da razão de guinada do ANTEX-X02 Alfa 07.

Dando seguimento à estimação dos modelos da dinâmica lateral do UAV Alfa 07, as expressões seguintes apresentam os modelos estimados do ângulo de derrapagem e da razão de guinada:

$$\frac{\beta(s)}{\delta_r(s)} = \frac{4.14}{s+20.79} \quad (9)$$

$$\frac{r(s)}{\delta_a(s)} = \frac{g}{U_0} \frac{78.38}{(s+14.51).s'} \quad (10)$$

O modelo $\left(\frac{\beta(s)}{\delta_r(s)}\right)$ apresenta um valor de ganho estático de 0.199 dB e uma frequência de corte de 3.31 Hz. A expressão (10) é obtida substituindo o ângulo de rolamento da aeronave na expressão (3), pela expressão (8), onde ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$) é a aceleração da gravidade na superfície terrestre e ($U_0 = 20 \text{ m/s}$) é o *True Air Speed* em voo cruzeiro do UAV Alfa 07.

Finalmente, compararam-se, graficamente, os estados estimados do ângulo de derrapagem (β) e da razão de guinada (r) com os estados registados pela telemetria, para o plano de voo em estudo.

No gráfico da Figura 12, observa-se um bom seguimento, entre o estado da razão de guinada (r), estimado pela expressão (10), e o registado pela telemetria da aeronave. Para além disso, volta-se a verificar o comportamento oscilatório da aeronave real, sendo o valor de RMSE, entre o estado estimado e o estado registado pela telemetria, de 1.23 (graus/s). Note-se que, tal

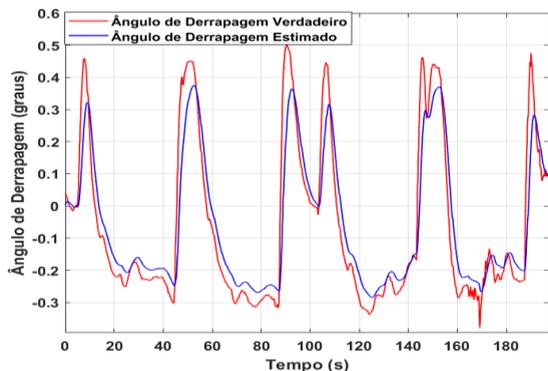


Figura 11 - Seguimento do Ângulo de derrapagem para os dados dos Ensaios em Voo.

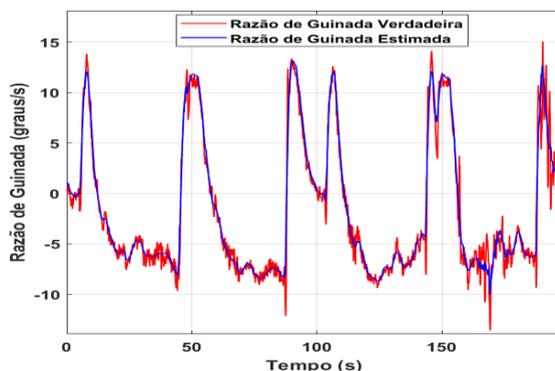


Figura 12 - Seguimento da Razão de Guinada para os Dados dos Ensaios em Voo.

como na Figura 10, voltam a verificar-se oscilações de maiores amplitudes, no instante (Tempo = 180 s), pela mesma razão anteriormente apresentada. Relativamente às amostras do gráfico da Figura 11, obteve-se um valor, entre as amostras de RMSE, de 0.0753 (graus). O facto do valor de RMSE ser de grandeza menor para os dados da Figura 11, deve-se ao estado do ângulo de derrapagem assumir valores reduzidos, comparativamente aos outros estados. Porém, na Figura 12 verifica-se um pequeno desfasamento entre o estado verdadeiro e o estado estimado do ângulo de derrapagem (β). Este desfasamento está associado ao facto de o ângulo de derrapagem da aeronave ser influenciado por perturbações externas, nomeadamente, as rajadas de vento que não são consideradas pelo modelo. Contudo, observa-se um seguimento adequado em ambos os gráficos, considerando-se que os modelos estimados ($\delta r \rightarrow \beta$) e ($\delta a \rightarrow r$) correspondem ao comportamento da aeronave real, com as devidas ressalvas.

Concluindo, durante esta secção e a anterior, estimaram-se e validaram-se os modelos do UAV Alfa 07, permitindo desenvolver um modelo computacional, da dinâmica lateral da aeronave.

Fazendo um ponto da situação, todas as componentes da estrutura interna do Piccolo são conhecidas e, esquematicamente, mostram-se na figura 13 onde a cor azul representa as componentes já abordadas neste trabalho.

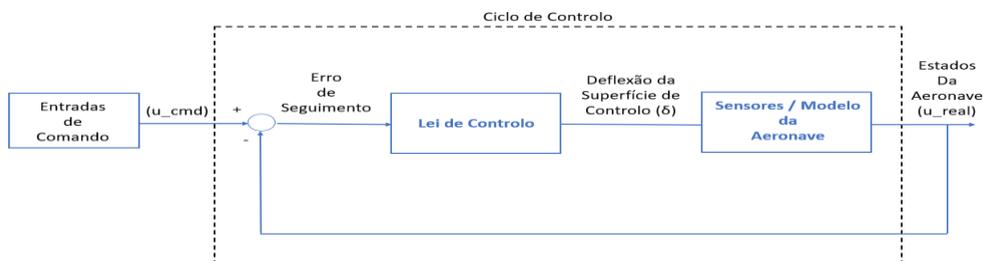


Figura 13: Esquema da Estrutura de Controlo do Piccolo Completo.

Assim, com base nas leis de controlo validadas na secção 3 e nos modelos estimados na secção em questão, elaborou-se um modelo em malha fechada, em Simulink®, da dinâmica lateral do UAV Alfa 07. Este modelo será utilizado na próxima secção na aplicação do método de ajuste dos ganhos, de modo a controlar a resposta da aeronave.

4.4. Ajuste dos ganhos do modelo lateral do ANTEX-X02 Alfa 07

Nesta secção apresenta-se a implementação do método de ajuste dos ganhos, no modelo real do UAV Alfa 07, através da abordagem *Root Locus*, com a ferramenta *Control System Designer* do Simulink®, por forma a estimar o conjunto de ganhos que melhora o comportamento da resposta. Numa fase final, serão introduzidos os ganhos estimados na aeronave real e a sua resposta será comparada com a estimada, computacionalmente.

O gráfico da Figura 14 apresenta a resposta do modelo computacional, da aeronave real, para os ganhos definidos por defeito ($KP2 = 1$; $KI = 1$; $KP3 = 0$ e $AE = 0.5$) (linha azul) e para os ganhos estimados pelo sistema computacional implementado, de modo a obter uma resposta criticamente amortecida para o sistema em malha fechada ($KP2 = 2$; $KI = 1.5$; $KP3 = 0$ e $AE = 0.4$) (linha magenta), quando introduzido um *step* de *Bank Angle*, com 20 graus de amplitude.

No gráfico da Figura 14, observa-se que resposta do modelo com os ganhos por defeito (*standard*), representada pela linha azul, tem um tempo de subida e um tempo de estabelecimento de 2.01 e 2.59 segundos, respetivamente, e uma sobrelevação de 2.05%. Por outro lado, a resposta do modelo com os ganhos estimados, representada pela linha magenta, tem um tempo de subida e um tempo de estabelecimento de 0.94 e 1.3 segundos respetivamente

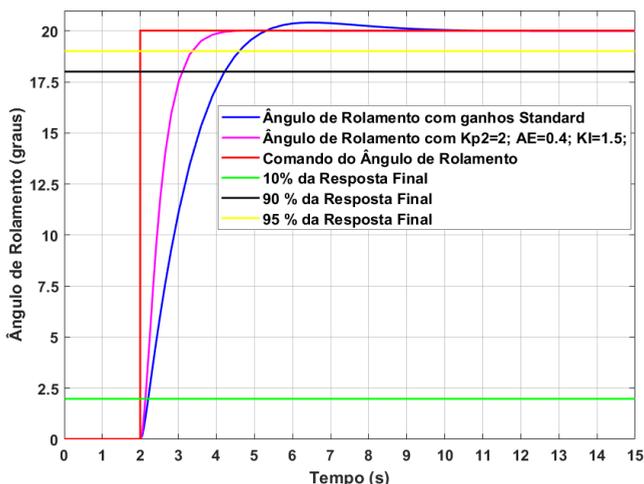


Figura 14: Comportamento da Resposta do Modelo Computacional da Aeronave Real com os Ganhos Estimados.

e uma sobrelevação residual de 0.126%. Assim, obteve-se uma resposta do modelo lateral da aeronave, próxima de um sistema criticamente amortecido.

Por conseguinte, após verificados os novos ganhos, no modelo, estes foram implementados na aeronave real. Apesar da resposta computacional, para os novos valores, apresentar um comportamento menos oscilatório, a introdução dos novos ganhos, na configuração da aeronave real, foi realizada de forma progressiva, de modo a garantir a segurança da aeronave. Deste modo, em primeiro lugar, alteraram-se os valores de KP2 e KI, para os desejados, e, só depois, o valor de AE. Foi seguida esta sequência pois, segundo a referência [12], o *Aileron Effect* (AE) é o parâmetro mais importante da lei de controlo dos ailerons, sendo o seu valor alterado isoladamente.

A Tabela 1 apresenta o tempo de subida, o tempo de estabelecimento e a sobrelevação, da resposta do modelo e da aeronave, para cada conjunto de ganhos e, observa-se que os tempos de subida da aeronave real e do modelo, para cada conjunto de ganhos, assumem valores próximos, sendo a resposta da aeronave ligeiramente mais rápida.

Relativamente ao tempo de estabelecimento, este assume valores de maior magnitude, para a resposta dos ensaios em voo. Este facto deve-se à sobrelevação, da resposta da aeronave, assumir valores maiores que 5%, ultrapassando o limite superior do tempo de estabelecimento, ou seja, 105% da resposta final.

Tabela 1: Comparação da resposta da aeronave real com modelo computacional.

	Ganhos Standard ($K_{P2} = 1$; $K_I = 1$; $AE = 0.5$)		Ganhos Intermediários ($K_{P2} = 2$; $K_I = 1.5$; $AE = 0.5$)		Ganhos Desejados ($K_{P2} = 2$; $K_I = 1.5$; $AE = 0.4$)	
	Resposta do Modelo	Resposta do Alfa 07	Resposta do Modelo	Resposta do Alfa 07	Resposta do Modelo	Resposta do Alfa 07
Tempo de Subida (s)	2	1.75	0.98	0.85	0.94	0.82
Tempo de Estabelecimento (s)	2.59	4.52	1.29	2.3	1.3	1.6
Sobreelevação (%)	2.1	12.3	2.3	12.7	0.126	5.8

Esta situação é observada nas Figuras 15 e 16. Por outro lado, verifica-se que o comportamento da resposta da aeronave é coerente com a estimada pelo modelo, dado que, para os diferentes valores dos ganhos, as respostas vão no mesmo sentido. Por exemplo, da resposta standard para resposta intermedia, estimou-se que haveria uma diminuição do tempo de subida e de estabelecimento, mas um aumento da sobrelevação, o que se verificou. Por último, para os ganhos desejados obteve-se uma resposta da aeronave semelhante à estimada, uma vez que a sobrelevação assumiu um valor próximo do limite superior do tempo de estabelecimento, de 5.8%. Note-se que, o facto de a sobrelevação apresentar valores mais elevados nas respostas dos ensaios em voo, deve-se a perturbações externas, como, por exemplo, a direcção e a intensidade do vento, a posição do centro de massa da aeronave e o desgaste do material.

Assim, para os ganhos desejados, a resposta da aeronave apresenta as seguintes diferenças, face à resposta dos ganhos standard:

- Diminuição de 0.93 segundos do tempo de subida, havendo assim uma redução de 53% neste parâmetro;
- Diminuição de 2.92 segundos do tempo de estabelecimento, necessitando apenas de 35% do tempo para alcançar o valor da resposta desejado;
- Diminuição de 6.5% da sobrelevação da resposta.

As Figuras 15 e 16 apresentam, graficamente, as respostas obtidas, para a situação dos ganhos standard e dos desejados, respetivamente.

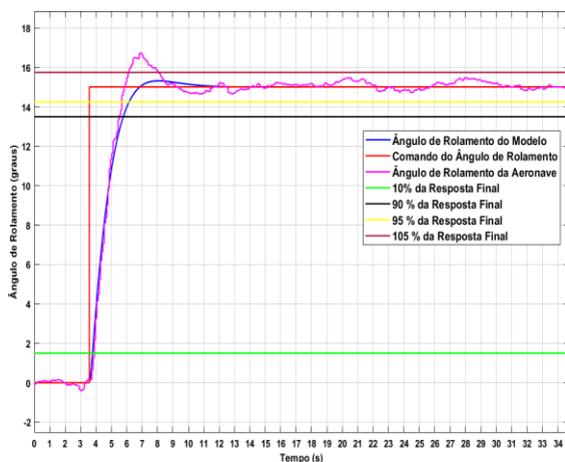


Figura 15 - Resposta do Modelo e da Aeronave para os Ganhos *Standard*

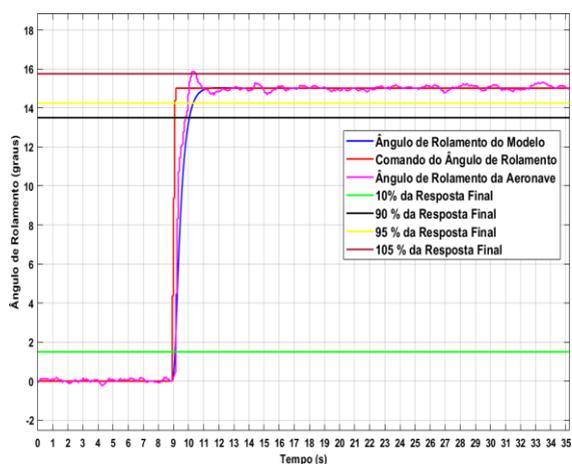


Figura 16 - Resposta do Modelo e da Aeronave para os Ganhos Desejados.

Os gráficos anteriores ilustram as conclusões acerca dos dados, da Tabela 1. Sucintamente, observa-se que o comportamento da resposta estimada coincide com a obtida em voo real. Além disso, na Figura 16 verifica-se um aumento do desempenho no seguimento do comando de entrada. Adicionalmente, às diferenças enumeradas, entre a resposta dos ganhos standard e a resposta dos ganhos desejados, observa-se uma diminuição do erro estacionário, para a resposta dos ganhos desejados. O facto de o seguimento da aeronave a comandos de referência ser mais rápido e menos oscilatório, permite um aperfeiçoamento do desempenho da aeronave, sendo este fulcral em situações críticas de voo, como, por exemplo, a aterragem automática.

Por último, registaram-se as amostras de dados, durante o plano de voo em estudo, para os valores dos ganhos *standard* e dos desejados, de modo a verificar-se se o seguimento do ângulo de rolamento (Φ) melhorou.

Nas Figuras 17 e 18, observa-se, então, um melhor seguimento do ângulo de rolamento (Φ), com os ganhos desejados. Determinou-se ainda, que o atraso médio entre o comando e a resposta da aeronave é de 0.85 segundos para os ganhos *standard*, enquanto que, para os ganhos desejados, é apenas de 0.32 segundos, havendo assim uma redução de 62% do atraso medio entre os sinais.

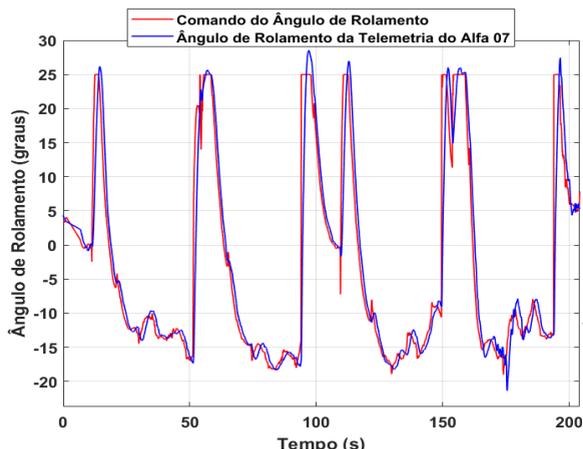


Figura 17: Seguimento do ângulo de rolamento nos ensaios em voo com os ganhos standard

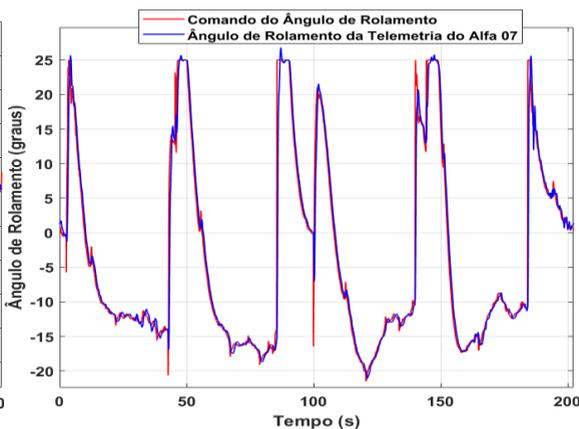


Figura 18: Seguimento do ângulo de rolamento nos ensaios em voo com os ganhos desejados

Concluindo, o facto de a resposta nos ensaios em voo para os ganhos desejados apresentar um menor tempo de subida, um menor tempo de estabelecimento e uma menor sobrelevação, permite aumentar a estabilidade e a autonomia da aeronave, sendo um resultado importante para o CIAFA.

Em suma, numa primeira fase desta secção, estimaram-se e validaram-se os modelos da dinâmica lateral do UAV Alfa 07. De seguida, aplicou-se o método de ajuste dos ganhos, no modelo computacional em malha fechada, de modo a otimizar a resposta do mesmo. Finalmente, introduziram-se os ganhos estimados, na configuração da aeronave real e verificou-se que o comportamento da resposta da aeronave em voo era o desejado.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho propunha-se a apresentar o desenvolvimento de um método que permita contribuir para a sistematização dos processos associados ao ajuste dos ganhos do piloto automático Piccolo, com vista ao aperfeiçoamento do desempenho dos UAVs do CIAFA.

A primeira abordagem consistiu na validação das leis de controlo do movimento lateral implementadas internamente no Piccolo. Este procedimento foi importante, uma vez que a Cloud Cap Technology (fabricante do Piccolo) não publica as respetivas leis de controlo, tendo sido utilizados métodos formais de validação para as leis de controlo propostas em [12]. A validação teve por base dados de telemetria recolhidos em simulação e em ensaios em voo.

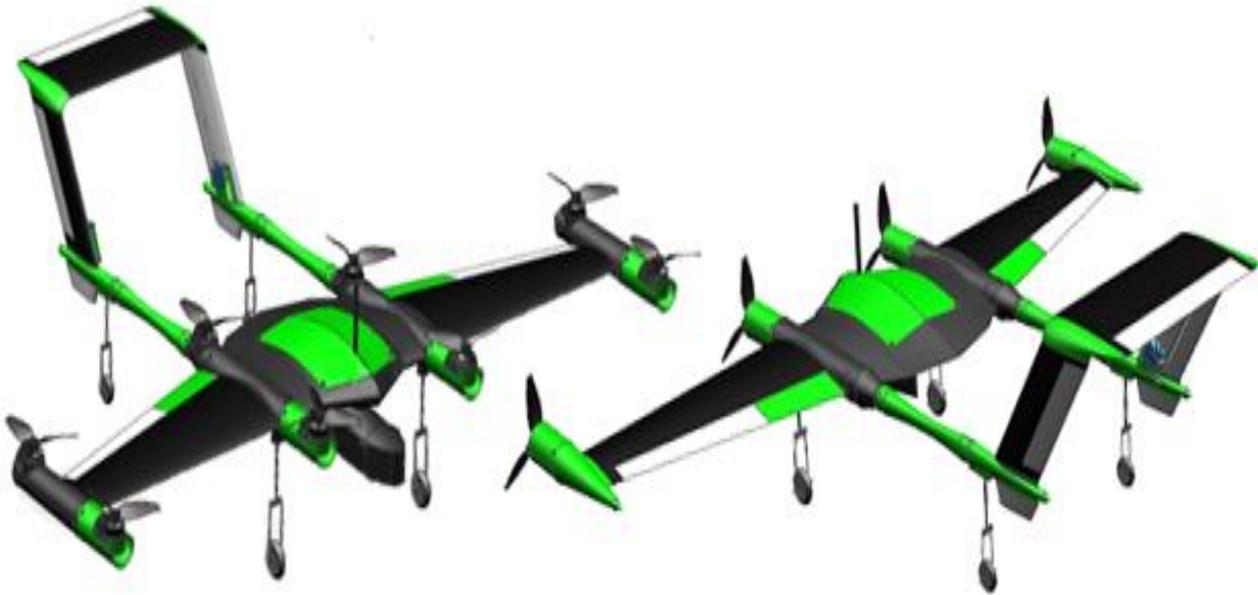
Numa segunda fase procedeu-se à estimação e à validação dos modelos da dinâmica do UAV ANTEX-X02 Alfa 07 (ver Secções 4.1, 4.2 e 4.3). Essa validação incluiu inicialmente a comparação dos estados estimados e dos registados – o ângulo de rolamento, a velocidade de pranchamento, a razão de guinada e o ângulo de derrapagem – face aos inputs introduzidos de deflexão das superfícies de voo. Posteriormente, validou-se o bloco conjunto da lei de controlo com o modelo da aeronave, em malha fechada, recorrendo à telemetria dos ensaios em voo. Nesta fase foram identificadas pequenas discrepâncias nos resultados obtidos, devido à questão da contribuição do integrador, da precisão dos dados e das perturbações externas, como as vibrações do motor, o desgaste do material e a presença de rajadas de vento. Genericamente, concluiu-se que o sistema computacional apresenta um comportamento muito próximo do obtido nos ensaios em voo.

Numa última fase, usando o modelo computacional da dinâmica do UAV Alfa 07, já validado da fase anterior, foi utilizado o método do *Root Locus* para ajustar os ganhos, de modo a que o sistema apresentasse um seguimento criticamente amortecido. Finalmente, implementou-se os ganhos estimados na configuração do UAV e verificou-se que a resposta da aeronave nos ensaios em voo coincide com a estimada computacionalmente (ver Secção 4.4). Concluindo, foi possível a validação da estrutura de controlo implementada no Piccolo, o desenvolvimento de um modelo em Simulink® da dinâmica lateral do UAV Alfa 07 e a definição de um procedimento para sistematizar o processo de ajuste dos ganhos do Piccolo. Assim, com base no trabalho desenvolvido, uma vez validadas as leis de controlo (que são transversais a todos os pilotos automáticos do CIAFA) e o modelo da dinâmica da aeronave em que tal está instalado, o processo de ajuste dos ganhos, recorrendo à técnica de *Root Locus* é imediato, podendo ser ajustado de forma automática recorrendo a uma rotina nativa do MATLAB® para o efeito. Adicionalmente, este trabalho poderá servir de ponto de partida, para o ajuste dos ganhos de outros pilotos automáticos, adquiridos, futuramente pelo CIAFA, sendo necessário apenas conhecer as suas leis de controlo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Academia da Força Aérea. CIAFA (Centro de Investigação da Academia da Força Aérea), julho 2013. URL:<http://www.academiafa.edu.pt/subPagina-10D00-019.005.006-centro-de-investigacao>.
- [2] Academia da Força Aérea. PITVANT (Projecto de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Não-Tripulados), abril 2013. URL:<http://www.academiafa.edu.pt/subPagina-10D00-019.005.003.004-pitvant>.
- [3] A. Barchet, D. Bridenbecker, V. Miley, e B. Vaglienti. PCC User's Guide. Cloud Cap Technology, 2012.
- [4] R. W. Beard e T. W. McLain. Small Unmanned Aircraft. Princeton University Press, 41 William Street, Princeton, New Jersey 08540, 2011.
- [5] S. Deepa e G. Sugumaran. Design of PID Controller for Higher Order Continuous Systems using MPSO based Model Formulation Technique. International Journal of Electrical and Information Engineering, 5, agosto 2011.
- [6] Força Aérea Portuguesa. Academia da Força Aérea. URL <http://www.academiafa.edu.pt/unidade-10D00>.
- [7] Força Aérea Portuguesa. Força Aérea Operações UAS Na Serra da Lousã para Detetar Incêndios, setembro 2019. URL:<https://www.emfa.pt/noticia-2698-forca-aerea-operas-uas-na-serra-da-lousa-para-detetar-incendios>.
- [8] G. Franklin, D. Powell, e A. Naeni. Feedback Control Of Dynamic Systems. Pearson, 330 Hudson Street, NY 10013", 2008.
- [9] R. Jategaonkar. Flight Vehicle System Identification A Time Domain Methodology. Progress in Astronautics and Aeronautics, 2006.
- [10] V. Klein e A. Morelli. Aircraft System Identification: Theory And Practice. AIAA Education Series, agosto 2006.
- [11] M. G. Meireles e P. L. Trindade. Apontamentos de Matemática Computacional. Departamento de Matemática, Instituto Superior Técnico, fevereiro 2016.
- [12] A. Mornhinweg. A PRACTICAL GUIDE TO THE PICCOLO AUTOPILOT. Tese de Mestrado, Oklahoma State University, julho 2014.
- [13] K. Pelckmans. Lecture Notes for a course on System Identification. Uppsala University, 2012.
- [14] I. Ribeiro e A. Pascoal. Modelação de Sistemas Físicos. Instituto Superior Técnico, 2013.
- [15] B. Vaglienti, M. Niculescu, e J. Hammit. Piccolo Simulator. Cloud Cap Technology, 2009.

PROJECT AND MANUFACTURING OF AN ELECTRIC AND MODULAR UNMANNED AIRCRAFT



Author

Luís Filipe Fraga Eusébio, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar
na especialidade de Engenharia Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra.

Supervisors

Professor Doutor Fernando Lau
Instituto Superior Técnico.
Professor Doutor Frederico Afonso
Instituto Superior Técnico.

Abstract: Due to the extensive panoply of missions performed currently by unmanned aircraft on behalf of the human being, there is the need of implementing one flying system capable of carry out the largest number of differentiated tasks dynamically. With this in mind, this work describes the very first steps on the development of a modular and fully electric unmanned aerial vehicle, adaptable to every specific assignment in a practical and prompt way. This innovation opens a window of opportunities to technological advances and large profits in the aviation market with the development of a single reconfigurable flight platform capable of fulfilling differentiated missions existing presently, usually performed by different aircraft in their geometry and dimensions. It is therefore necessary to design a lightweight aircraft model, with the application of simple and recyclable materials, fully electric propulsion and with the capability of performing a conventional, hover and vertical flight. During this work the several phases of an aeronautical design project will be described and accomplished, starting with the conceptual design and the theoretical definition of the several aerodynamic, structural, stability and performance parameters, and also the selection of the required instrumentation; following the phases of preliminary and detailed design with the purpose of performing a computational validation of the previous theoretical parameters and thus ensuring the airworthiness of the developed configuration; and finishing with the manufacturing and experimental tests of the aircraft model designed for verification of the previous design phases analyses by theoretical and computational methods.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicle, Design and Manufacturing Project, Modularity, 3D Printing, Conventional and Vertical Flight.

1. INTRODUCTION

Over the past few decades, with their growing popularity, several terminologies have been attributed in an attempt to describe unmanned aircraft, including the designations UAV (Unmanned Aerial Vehicle) and UAS (Unmanned Aerial System) in order to make reference to flying machines capable of operating without the human presence on board, composed by other systems apart of the aircraft itself, such as the remote control stations, the communications links, the launching and recovering systems, among others [1]. Other cognames have been assigned to these aircraft, including the RPV (Remoted Piloted Vehicle), RPA (Remoted Piloted Aircraft) and RPAS (Remoted Piloted Aerial System) in order to demonstrate the presence of man in the chain of control of the whole system [2]. Unmanned aviation is not an invention of today's minds, its conception dates back to the 19th century, alongside with the first steps in manned aviation

development through primordial concepts lighter than air [3]. From maritime surveillance to cargo transport, from air patrol to passenger transport, from medical assistance support to sports and scientific footage, from search and rescue to natural disasters monitoring, extensive and diversified is the range of applications of modern aviation [4]. The use of UAV for the fulfillment of these tasks means less operational limitations than conventional manned aircraft, such as the lack of worry about the health and tiredness of the crew, the ability of taking complex decisions in small time frames without presenting physiological limitations during accelerations or maneuvers and the lower environmental impact and lower energy consumption, with direct reaction on operating costs [5].

2. BACKGROUND

2.1. Flexcraft project

The main goal of this work is to design, build and perform flight and ground tests of a 1-by-15 scale prototype in order to validate the airworthiness of the original Flexcraft aircraft, developed by a consortium of Portuguese companies (such as SETsa (Sociedade de Engenharia e Transformação S.A.), AlmaDesign and Embraer Portugal Compósitos) and institutions (including IST (Instituto Superior Técnico) and INEGI (Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial)), inserted on the program Compete 2020 of the Portugal 2020.). The design of this original aircraft focuses on the principle of flexibility through the adaption to multiple flight scenarios and conditions, giving it the ability to perform both short and vertical take-off and landing (SVTOL) operations and also to change its fuselage module depending on the mission performed (such as aerial taxing, forest surveillance, logistic cargo transportation, civil protection or private usage) [6]. Thus, regarding both configurations in Figure 1, besides the scaling factor applied to the external structure of the original Flexcraft, the manufacturing of this RPV model should comply with some main assumptions, such as the implementation of a fully electric propulsive system, the use of simple and recyclable materials, the achievement of a low-cost and light-weight final model with the capability to perform SVTOL operations, to have a modular and changeable fuselage and to be flexible in its assembly and transportation.

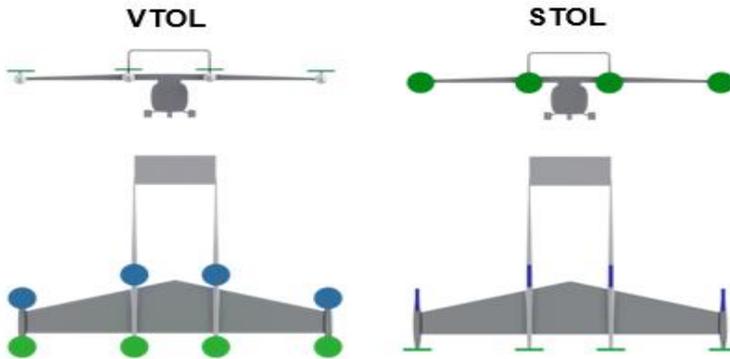


Figure 4 – Both STOL and VTOL configurations of the Flexcraft project [6].

2.2. Aviation modularity

One kind of reconfigurable aircraft are the hybrid ones, characterized by the ability to realize a double flight envelope, acquiring the advantages of both conventional flight provided by fixed-wing aircraft and also hover flight and VTOL, similar to helicopters. Related with the possibility of switching the type of load module according to the type of mission, modular aircraft have to be adjustable for various purposes in order to maximize their potential of usage [6]. From the modular stands out: (i) a cargo aircraft capable of having its interior quickly remodeled based on the type of mission, with the removal of the passenger seats for the placement of cargo containers; (ii) an aircraft with external pods attached to the outside of the structure.

2.3. Aeronautical design process

The design of an aircraft covers four of the main areas of aerospace engineering: aerodynamics, propulsion, control and structures. Each of these areas involves parameters governing the size, shape, weight and performance of the aircraft. At an early stage of the aeronautical design process, the aim is to achieve an optimal combination of all the parameters mentioned, but such perfection is utopian because the improvement of one property can lead to the regression of another. The design process of a new aircraft comprises three distinct phases: conceptual, preliminary and detailed design. During the phases of construction, assembly and operation more design and modification phases may arise to correct or improve certain unforeseen details [7].

Starting with the conceptual design where are defined the following main topics: configuration design, structural dimensions, maximum takeoff weight, instrumentation and performance. It is necessary to determine whether the proposed solution can meet the imposed

requirements. This phase corresponds to a cyclical process of changes and improvements around several structural designs, including the analysis and definition of the main characteristics, such as: wing design, weight, fuselage configuration, tail design, implementation of canards, distribution and sizing of the propulsion system, estimation of the fuel or batteries weight, distribution of the internal electronic components and the computation of the weight, aerodynamic and performance parameters [8] [9].

The preliminary design phase aims to increase the credibility and reliability of the previously chosen design by performing detailed computational analyses. A 3D computational model of the complete aircraft and all its integral systems must be performed in order to facilitate the understanding and visualization of the entire layout, positioning of the various electrical and propulsion components, assembly and disassembly mechanisms for maintenance and/or replacement of parts/components and observation of interactions and movements of certain parts of the aircraft. In addition, a FEA (Finite Element Analysis) should be performed to understand the structural response and integrity during flight conditions, as well as CFD (Computational Fluid Dynamics) analysis to redefine the aerodynamic shape of the aircraft. Also, a weight and balance analysis should be performed to achieve model stability [8] [9].

Since this is an preliminary phase for the full scale aircraft development and manufacture, in the detailed design it is necessary to perform a thorough description and analysis of each component present in the aircraft, using 3D computational models, geometric designs or manufacturing specifications (including geometric drawings, materials requirements and assembly instructions). Experimental ground and flight tests should be carried out at this stage in order to identify possible anomalies and, consequently, changes to be implemented [8] [9].

3. CONCEPTUAL DESIGN

In order to prove the airworthiness of a larger scale aircraft, in the design of this 1-by-15 model there will be no changes in the type of wings, dimensions (scaled), type of tail, number of engines and their locations, airfoils of the several lifting surfaces, position of the landing gears, the aerodynamic and performance parameters, among others. Therefore, there will occur a discussion on: (i) the sizing and type of propulsion used; (ii) materials of the several components; (iii) fuselage configuration; (iv) MTOW; (v) electrical system and estimation of the required energy; (vi) estimation of the range and endurance; (vii) determination of the cruise and stall speeds; (viii)

distribution of the instrumentation; (ix) type of landing gears; (x) method of assembly and transportation; (xi) flight envelope and (xii) design point among others.

3.1. Sizing and scaling

Regarding the weight of this RPV, no direct scaling factor was applied in order to achieve a greater freedom of the Center of Gravity (CG) position and, consequently, an adequate SM Static Margin (SM) value. A MTOW value between 2 and 3 kg for this UAV was initially predicted.

Regarding the sizing of the external structural components, such dimensions were obtained through the Computer-Aided Design (CAD) model of the 1-by-10 scaled model of the Flexcraft aircraft, represented in the Figure 2. For this purpose, Siemens NX 12.0 software was used, which comprises several computational tools, such as CAD and Computer-Aided Manufacturing (CAM), allowing the development and modeling of individual parts and complex assemblies.



Figure 2 – 3D CAD model of the 1-by-10 Flexcraft scaled version [10].

The main general dimensions of the 1-by-15 aircraft to be built, obtained by applying a scale factor to the model 1-by-10 (which were based on the full size aircraft), are as following:

- Wingspan 100 cm;
- Total length of approximately 70 cm;
- Total height of approximately 30 cm.

As for the fuselage, with an aerodynamic Sears-Haack shape, were obtained the following dimensions: length of 0.413 m and maximum width equivalent to 0.107 m. This aircraft model has four landing gears. The front landing gears have a length of 230.0 mm and an average diameter of 10.8 mm. Similarly, the rear landing gears have a length of 127.0 mm and an average diameter of 7.5 mm.

Some parameters of the original aircraft related to lifting devices were obtained, such as the planform area (S), tip and root chord (c_{tip} and c_{root}), wingspan (b), dihedral (Γ), aspect ratio

(AR), mean aerodynamic chord (\bar{c}), taper ratio (λ) and sweep angle (Λ). After the application of the scale factor, were obtained the parameters values indicated in the Table 1.

Table 1 – Scaled dimensions of the lifting devices.

	Main Wing	Horiz. Stab.	Vert. Stab.
S [m ²]	0.159	0.033	0.010
b [m]	1.0	0.267	0.133
AR [-]	6.28	2.16	1.77
Γ [°]	1.0	0	0
Λ [°]	0	0	35.0
c_{root} [m]	0.227	0.124	0.076
c_{tip} [m]	0.091	0.124	0.076
λ [-]	0.4	1.0	1.0

This aircraft configuration exhibits seven control surfaces, including two flaps, two flaperons, two rudders and one elevator. Both flaps and flaperons have a maximum deflection of 35° for take-off and 40° for landing configurations. Both rudders and the elevator have a maximum deflection of 30° for maneuvers.

3.2. Aerodynamics

A previous understanding of the aerodynamic characteristics is crucial to obtain an estimation of the operating limitations and capabilities of this model during its flight envelope. These properties pass through the maximum lift coefficient (C_{Lmax}), maximum aerodynamic resistance coefficient (C_{Dmax}), ratio between the two mentioned coefficients, friction coefficient, among others. The NACA64-A415 airfoil is used in the main wing. The vertical stabilizers are made up of a NACA0012 airfoil and, lastly, the NACA0009 airfoil forms the horizontal stabilizer.

Using the XFLR5[®] software, it was possible to design a three-dimensional representation of the wing surfaces with the respective dimensions and positions on 1-by-15 model and, successively, to obtain some relevant aerodynamic properties, considering finite and infinite wing analysis. It was considered a Reynolds number interval between 50000 and 400000 with increments of 25000, a zero Mach value for an inviscid flow simulation, an angle of attack interval between -5° and 15° with increments of 0.5°, and a parameter of turbulence level, N_{crit} , equal to 9, typical value used in the e^N transition prediction method [10].

The aerodynamics parameters are presented in Table 2 with and without the presence of control surfaces, simulating the condition of cruise flight and take-off, respectively. To obtain these results, the RPV model was assigned with a mass of 3 kg as an initial estimation, an angle of attack between -5° and 15° and a variable displacement speed by definition of the XFLR5[®] software. For the simulations, the Vortex Lattice Method (VLM) was used.

Table 2 – Aerodynamic coefficients for cruise and take-off conditions.

	Cruise	Take-Off
C_{Lmax}	1.437 ($\alpha=15^\circ$)	2.235 ($\alpha=15^\circ$)
C_{Dmax}	0.106 ($\alpha=15^\circ$)	0.221 ($\alpha=15^\circ$)
$(C_L/C_D)_{max}$	13.557 ($\alpha=15^\circ$)	17.118 ($\alpha=-5^\circ$)
$C_{L\alpha=0^\circ}$	0.212	1.079
$C_{D\alpha=0^\circ}$	0.015	0.065
$(C_L/C_D)_{\alpha=0^\circ}$	86.50	16.707

The results obtained differ from the real values due to the absence of fuselage, landing gears, central booms and lateral motor casings as a recommendation of the software due to modeling complexity.

3.3. Instrumentation

The operation of a RPV model requires the integration of several instruments responsible for different tasks in flight, regarding the propulsion, control, performance, telemetry and structural support.

Starting with the propulsion system, it was necessary to calculate the amount of power required to be implemented in the aircraft. The required power was calculated by two different methods in order to obtain different results for comparison and validation. The first method involves the equality of the power-to-weight ratio of the original Flexcraft model in the 1-by-15 one. It represents a conservative approach in the sense that the real operating conditions of the original model are replicated for this smaller scaled RPV. Thus, a total power of 710.35W was obtained, meaning a value of 177.59 W for each motor. The second method aims to obtain the theoretical power value required for both cruising and take-off situations through Equation 1 [7].

For the cruise flight condition, the thrust value is obtained by the corresponding aerodynamic resistance, according to Equation 2.

$$P = U \cdot T \quad (1) \quad T = D = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot V_C^2 \cdot C_{Dmax} \quad (2)$$

where was assumed a cruising speed (V_C) of 25 m/s, a MTOW of 3 kg and the aerodynamic coefficients were taken from Table 2. For climb condition was considered an angle of climb equal to 15 and a climb speed equal to 12.08 m/s. Additionally, was considered a propulsive efficiency of 60%. For the cruise flight condition a total power value of 268.83 W was obtained, meaning a power of 67.21 W for each of the four motors. For climb condition was predicted a total value of 460.97 W and an individual value of 115.24 W. Thus, the brushless electric motor, HobbyWing XRotor 2205 2600 Kv Titanium G2 SL BL was selected, having a maximum power equal to 420 W, a thrust force equivalent to 1.25 kg, an unit weight of 29.5 g. It was selected the propeller, Dalprops Cyclons Series 5050 tri-bladed, with a single weight of 3.9 g. Additionally, the motor is operated by the Electronic Speed Controller (ESC), HobbyWing XRotor 30A Micro 2-4S BL Heli, with a maximum current of 40 A and continuous current of 30 A, weighting 7 g.

For this aircraft at scale 1-by-15, a LiPo (*Lithium and Polyethylene Oxide*) battery was chosen due to its high storage capacity and energy discharge and to its small size and low weight. The Tattu LiPo 2300MAH 14.8V 45C 4S1P battery was then chosen to supply power to the propulsive system of this RPV model. It has a unity weight of 230.5 g. In order to estimate the endurance of this aircraft, the Equation 3 was used:

$$t = \frac{C \cdot 0,001 \cdot T_d \cdot V}{MTOW \cdot P_{1kg}} \quad (3)$$

where C and V represent the battery capacity and voltage, respectively. T_d , equal to 80%, regards the maximum percentage of discharge allowed for LiPo batteries to prevent damages. And P_{1kg} is related to the amount of power required to sustain 1 kg of the aircraft fully equipped. Thus, the endurance were estimated times as 10.13 min. and 3.54 min. for both operating conditions of cruise and climb flight, respectively.

For the servo's implementation, were used two methods, a computational one through PredimRC[®] tool and a theoretical one using Equation 4:

$$\tau = 8.5 \times 10^{-6} \left[C^{-2} \cdot V^2 \cdot L \frac{\text{sen}(S1) \cdot \tan(S1)}{\tan(S2)} \right] \quad (4)$$

where S1 and S2 represent the maximum deflection angles of the control surface and of the servo, respectively. Among all control surfaces, a maximum torque value of 0.34 kg.cm was obtained. Therefore, was selected the Turnigy TG9e Eco Micro Servo 1.5kg for this UAV, with enough safety margin. It weighs 9 g and has dimensions of 23 x 12.2 x 29 mm.

The electronic and avionic instruments, that should be tested in this model before their integration in the 1-by-10 model, are the following:

- Pixhawk Cube 2.1 with a weight of 39 g, dimensions 94.5 x 44 x 31 mm;
- GPS antenna Here+ V2 RTK GNSS with a weight of 49 g, a diameter of 60 mm and a height equal to 17 mm;
- Telemetry transmitter and receiver Holybro Telemetry RadioSet V2 500mW 433MHz with a weight of 110 g, dimensions 26 x 53 x 10.7 mm;
- Radio control Receiver RC X8R having a weight of 16.8 g, dimensions 46.5 x 27 x 14 mm;
- Digital Differential Airspeed Sensor Kit with a weight equal to 14 g;

The front landing gears chosen to support this 1-by-15 model have a total height of 205 mm and a unit weight of 35 g and an external diameter of 10 mm. Each one can withstand a weight equal to 9 kg. The rear landing gears have an adjustable height with a wheel of 25 mm and a unit weight of 14.2 g.

3.4. Performance

In Figure 3 is possible to observe the assigned mission profile for both the STOL and VTOL settings of this UAV.



Figure 3 – Mission profiles for STOL and VTOL conditions.

As for the runway distance required to perform the short take-off, by scaling the 1000 ft assigned to the original aircraft, an estimated distance of 20.33 m was considered. As referred previously, it was estimated a cruise velocity of 25 m/s, corresponding to a stall speed of 11.63 m/s and 14.50 m/s with and without high-lift devices, respectively. Also, a climb/take-off speed of 13.95 m/s was estimated. The endurance values previously estimated correspond to 10.13 min. and 3.54 min. for cruise and climb, respectively.

A flight envelope for the different flight conditions was defined, considering the interaction of wind gusts with the application of the airworthiness requirements and safety factors. Thus, it was possible to analyze the capabilities and limitations of the aircraft's structure depending on the speed and load factor given during the V-n diagram. It was considered the limits of 4.4 and -1.8 for the load factor of this RPV as a "General - Utility Aviation" [11]. For the flight envelope, presented in the Figure 4, was computed a maximum cruise speed (V_F) of 32.5 m/s, a dive speed (V_D) of 35.0 m/s and a maximum and minimum maneuver speed (V_A and V_H) of 21.41 m/s and 14.97 m/s, respectively. Two wind gusts were considered with perpendicular gust velocities, \hat{u} , 15 m/s and 7.5 m/s for level flight and dive, respectively, which cause increases in the load factor [11].

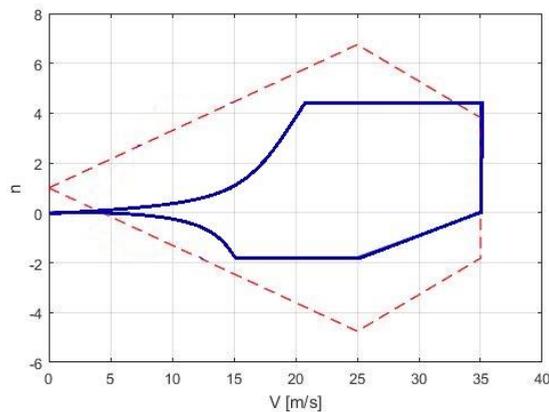


Figure 4 – Flight and gusts envelope obtained.

4. PRELIMINARY AND DETAILED DESIGN

A three-dimensional CAD model of the entire structure of this RPV was created, with the respective placement of the components and assignment of the materials, allowing the performance of a structural analysis of the critical components and an analysis of static and dynamic stability.

4.1. Materials analysis and selection

The *Extruded Polystyrene* (XPS) foam was chosen for all the lifting and control surfaces of this RPV model due to its relatively low price, its simplicity of handling and surface treatment and, above all, its low density that allows for a reduced weight without compromising its resistance to structural forces of impact and compression.

For the 3D printed components, the use of *Polylactic Acid* (PLA) was chosen instead of *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS), due to its feasible printing properties without releasing toxic vapors, its lower extrusion temperature and an acceptable bending, compression and elongation rigidity for this application scenario.

For structural reinforcement of the wings of this aircraft bidirectional carbon fiber strips were implemented. When compared to glass fiber, the carbon fiber, despite being more expensive, presents a higher modulus of elasticity and a lower density.

Finally, stainless steel beams were chosen as a structural solution of the main wing strengthening. As for the control surfaces, in order to not affect the position of the CG, it was opted for the use of carbon rods of reduced thickness. Table 3 shows the values of density (ρ), in kg/m^3 , modulus of elasticity (E), in GPa, and yield stress (σ_{ced}), in MPa, of the referred materials.

Table 3 – Mechanical properties of the materials used.

	XPS	PLA	Carbon Fiber	Stainless Steel	Carbon Rod
ρ	34.296	1240	1310	7850	1760
E	0.017	1.190	42	210	230
σ	0.361	20.07	14.352	500	3530

4.2. CAD Modelling and structural improvements

The software Siemens NX 12.0[®] was used to model the several components of this aircraft, namely the side and central fairings, the canopy and its cover, the booms that link the rear empennage, the lifting surfaces, the control surfaces, the corners connecting the vertical and horizontal stabilizers, the instrumentation, the structural reinforcements, the fuselage, among others. Most of the PLA components referred were designed with several parts, allowing an easy detachment for an access to the interior of them for replacement or maintenance of instrumentation or cabling.

The most advantageous configuration for the manufacturing of this model was decided to be a combination of XPS foam for the wings and PLA plastic for the other structural parts whose geometries are too complex to be produced manually with XPS foam. This configuration despite representing a higher production cost and structural weight it allows the internal transportation of the avionics with an increased structural stiffness and with a minimal disruption of external flow.

Due to structural unforeseen events that arisen during the computational analysis, several changes were implemented. In order to obtain an acceptable SM for a stabled and controlled flight, several lead ballast masses were placed in the front fairings and in the canopy in order to move the center of gravity (CG) forwards. Two stainless steel bars were used for structural reinforcement and movement of the CG position inside of the main wings near the leading edge. Supports for the avionics and battery inside the canopy were design in order to prevent them from moving during the flight and to define their pre-established location to achieve the outlined balance. Additionally, different PLA plastic fittings were modeled to allow for an easier removal and replacement of the servos without damaging the wing surfaces. In the Figure 5 is possible to visualize the complete STOL configuration.



Figure 5 – STOL configuration of this RPV model.

4.3. Stability analysis

Once the geometric modeling of the aircraft was completed with the placement of the several components in their final locations and with the respective materials assigned, a theoretical MTOW value equal to 2965.7 g was obtained for the STOL configuration with fuselage, close to the 3 kg initially planned. Additionally, the CG was located at: $x_{CG} = 61.3$ mm, $y_{CG} = -0.1$ mm and $z_{CG} = 2.7$ mm. The asymmetry observed along y resulted from the distribution of the telemetry devices inside the canopy.

The same procedure was taken for the STOL configuration without the fuselage, and also through a computational methodology with Siemens NX 12.0 for validation and comparison of the results obtained. In the case that the fuselage is connected to the aircraft, a difference of 2.5 mm was obtained for the x_{CG} between methodologies, meaning a deviation equivalent to 4.3%. The differences in values obtained for the position of the CG in the longitudinal axis are justified by

the absence of certain components in the analyses carried out computationally, including the landing gears, GPS antenna, the pitot tube, screws, cabling and the carbon fibers.

From equation 5 were obtained the values of SM, assuming a neutral point (NP) value of 74.3 mm, obtained from semi-empirical expressions. Both theoretically and computationally, with or without fuselage, SM values between 5.73% and 7.76% were obtained, showing positive stable values and within the expected limits for control (between 5% and 25%).

$$K_n = \frac{x_{NP} - x_{CG}}{MAC} \quad (5)$$

Then, the first moments of inertia of the RPV model were computed with the Siemens NX 12.0[®], with and without fuselage. Thus, the longitudinal and lateral static stability derivatives were estimated using software XFLR5[®]. The obtained results confirmed a static stability of this RPV model for both longitudinal and lateral conditions. Complementarily, using the XFLR5[®] and the characteristics of designed aircraft, a dynamic stability analysis was carried out for longitudinal and lateral conditions. Longitudinally, both short period and phugoid modes are stable. Laterally, apart from the spiral mode with a reduced positive real value, both roll and Dutch roll modes are stable.

4.4. Structural analysis

Through the computational tool Nastran of Siemens NX 12.0[®] with the FEA method, structural analyses of some components were performed to ensure the integrity of the aircraft for the critical loads identified in its flight envelope. The results were obtained by applying boundary conditions simulating the static and dynamic environment to which the aircraft is subjected, where the results of maximum deflections, maximum stresses and vibration modes can be analyzed.

Due to the geometric complexity of the components subjected to this structural analysis, it was decided to use quadratic tetrahedral elements CTETRA (10). These elements present a Lagrangean formulation with a total of 10 nodes, i.e., 30 degrees of freedom per element. In order to verify the computational results obtained, Euler-Bernoulli's theoretical methodology was applied for a distributed load along a cantilever beam and for the application of a local load at the beam end. Both theoretical conditions aim to simulate the application of an aerodynamic load and the effect of the presence of components in the main wing tips.

From the structural analysis carried out to the main wing using the two methodologies, the need for including stainless steel beams was deemed necessary to support the loads 4.4g and -

1.8g of the flight envelope, as well as a force of 5 N at the tip of the wing. A convergence analysis was performed for the mesh of the several components, before running the final simulations. In Figure 6 is possible to observe the structural analysis performed on the main wing reinforced with the steel rod, obtaining a maximum displacement value equal to 20.03 mm and a maximum stress of 120.54 MPa for the application of the maximum load factor (4.4g).

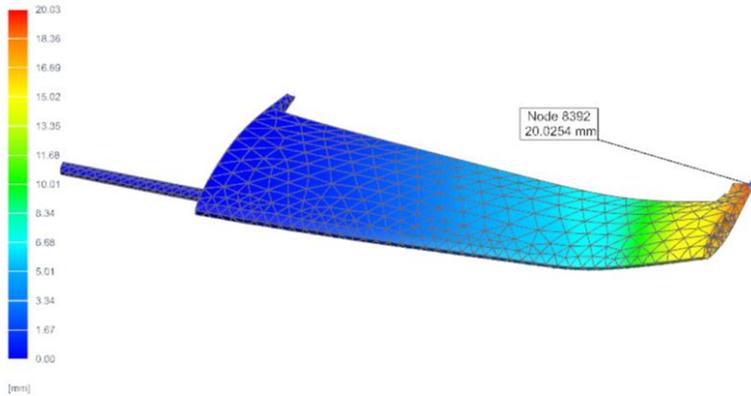


Figure 6 – Main wing maximum deflection for a load factor of 4.4g applied.

Additionally, structural analyses were performed to other components of the aircraft in order to determine their responses to the acceleration of the electric motors and to the load applied by the weight of instruments or other adjacent components. There was no maximum deflection value of concern as well as a maximum stress higher than the yield stress value of the material, concluding that the aircraft can withstand the structural loads defined previously.

To complete this phase of structural analysis, the following frequencies of the natural vibration modes were obtained for the main wing, in Hz: 28.6, 118.0, 159.4, 195.8, 285.4 and 404.4.

5. VTOL CONFIGURATION

Moving on to the description of the reconfiguration process of this UAV, where the implementation of the capability to perform VTOL flight was obtained by replacing the lateral and frontal structural fairings. A tilting rotors system was implemented as a method for transition between vertical and horizontal flight, representing a simple change and construction mechanism without the need for carrying large structural weights.

In order to calculate the power required for this aircraft to perform hover flight, the actuator disc theory of Rankine was applied (Equation 6) [12]:

$$P = K \frac{T^{3/2}}{\sqrt{2\rho A}} \quad (6)$$

where the thrust (T) must equal the total weight of the aircraft (W): $T = W$. Assuming a total mass of 3.5 kg for this VTOL configuration, we obtain a necessary global propulsive force equivalent to 34.34 N. Applying a security factor of 1.3 due to the propulsive system imperfections that may occur, we obtain a value of 44.64 N for the needed thrust. With a total of eight electric motors, a propulsive force for each engine of 5.58 N was obtained. The variable A corresponds to the total area of actuator disk, equal to 0.1995 m². And the empirical correlation factor k, equal to 1.15, called the induced power factor, aims to account for the non-ideal physical effects such as wingtip losses and the approach to a disc when indeed there is a finite number of blades. Therefore, we obtained the values of total and individual power (per engine): 330.94 W and 61.32 W, respectively.

To increase its endurance, it is necessary to use a second battery. The placement of this battery was conditioned by the limited space available inside the canopy. The only viable solution was to install it inside the fuselage, implying that this VTOL configuration cannot fly without it. This gives an endurance value of approximately 1 min. for a hover flight condition.

The structural reconfiguration consists of replacing the side fairings to install the tilting front rotors system (represented in the Figure 5) and some parts of the central fairings to add the rear motors to produce only vertical thrust.

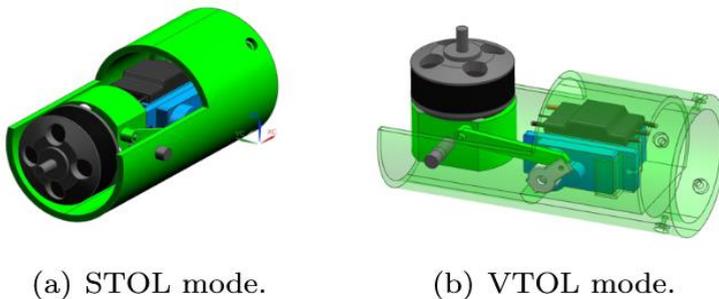


Figure 7 – Front motor fairings of the VTOL configuration.

For VTOL configuration, illustrated in the Figure 8, a MTOW of 3358.8 g was obtained. As was done for the STOL configuration, the coordinates of the CG were calculated theoretically and computationally. For the VTOL version with the presence of a fuselage, the values of $x_{CG} = 63.8$ mm, $y_{CG} = -0.1$ mm and $z_{CG} = -4.6$ mm were obtained. Between the two methodologies, a deviation of 1.9% for the value of x_{CG} was obtained, with the presence of a coupled fuselage.



Figure 8 – VTOL configuration of this RPV model.

The SM of the VTOL configuration, including the fuselage was estimated to be 5.25% and 5.84%, obtained by theoretical and computational means, respectively. Without the fuselage, the RPV is statically unstable. Also, this configuration is dynamically stable, apart from the spiral mode as it happened in the STOL configuration.

The structures considered critical for the previous version of this aircraft were maintained, but an increase in the structural weight was observed, with main concern at the wing tips. Thus, structural analyses were performed in order to verify the response of the wing to the application of a point load of 10 N. These analyses verified the need for implementing of the stainless steel rod as well as its efficiency in the overall stiffness of the wing, proving the structural stiffness of the main wings for both versions (STOL and VTOL) through a conservative load value.

6. MANUFACTURING PROCESS

Starting with the manufacture of the wing surfaces made of XPS foam, they were obtained through a cutting process machined with a nickel wire at a temperature high enough to pass through the material. This technique involves the use of the Jedi Cut® program which, with the definition of the wing profile and its respective dimensions, allows the design of a finite wing

according to the movement of a hot wire in 4 axes. This is a fast, accurate and cheap wing manufacturing technique. The finishing of the wings underwent a subsequent sanding process with a light granulation (320), reducing the roughness of their surfaces. Drilling was then carried out for the passage of wiring, the steel rod and for the fittings of the plastic parts. To increase the structural stiffness, the main wings were subjected to the application of carbon fiber. In order to stimulate the adhesion of both epoxy and carbon fiber to the wings, they were submitted to a vacuum curing process at 80 °C for 8 hours. Subsequently, the control surfaces were cut as a hinge operation achieved with the use of double sided adhesive tape. Finally, the several wings of this aircraft and their moving parts were coated with an OraStick® vinyl, applied with heat.

As for the structural components in PLA, they were manufactured through additive manufacturing, better known as 3D printing. For this purpose, a BeeVeryCreative® HelloBeePrusa DIY printer was used. For the 3D printed structural components of this model, it was chosen an infill equivalent to 40%, an extrusion temperature equal to 200 °C and a layer thickness of 0.3 mm. After the printing, all the PLA parts were subjected to a surface smoothing process through sanding with medium grain (220) and application of two epoxy layers.

Besides the implementation of the stainless steel rods on the main wings and the carbon rods on the control surfaces, were implemented more corrections in this manufactured model. In order to counteract the existing negative dihedral of the main wings, both stainless steel rods were fixed to the central canopy. Also, a galvanized steel wire system was implemented to correct the negative dihedral and the undesired inclination of the side fairings unaccounted for in the CAD model.

After the introduction of the several electrical components, avionics instruments and their cabling, the final configuration of this RPV model was achieved as illustrated in the Figures 9 and 10.



Figure 9 – STOL final configuration.



Figure 10 – VTOL final configuration.

7. EXPERIMENTAL TESTS

After the manufacture of the 1-by-15 model of the Flexcraft aircraft, experimental tests were performed on ground in order to inspect in advance the desired conditions for flight performance. The tests include the balance of the propellers, the calibration and analysis of the electric motors, the measurement of the total structural weight and of the CG position and, finally, the measurement of the inertial properties of the fully equipped aircraft for validation and comparison with the values obtained theoretically and computationally.

In the static tests of the electric motors, for a maximum continuous current equal to 25 A, the real values of the maximum electrical and mechanical power were 352.9 W and 196.2 W, respectively, for a 23.58 A of applied current, instead of the ideal value of 420 W. Also, a maximum torque value equivalent to 0.095 N.m was obtained. The idealized value of 1.25 kgf, predicted by the manufacturer of these electric motors, corresponds in fact to a maximum actual value of 0.769 kgf with the selected set of propellers. As for the maximum efficiency observed during the experimental tests, a value of 59.3% was taken for an applied current of 8.0 A.

Using a scale with an accuracy equivalent to 0.001 kg, the values of 2.815 kg and 2.906 kg were obtained for the STOL configuration with and without fuselage, respectively. When compared with the values obtained theoretically, they show a deviation of 2.23% and 2.15%, respectively, in each configuration. To analyze the static equilibrium of this RPV model, four sensors placed on each wheel were used to calculate the difference of weight loads along the model for the CG position determination. For the STOL configuration without fuselage, a total distributed force equivalent to 30.429 N was measured, giving a CG value equal of 62.3 mm from the leading edge, corresponding to discrepancies of 0.75% and 3.41% when compared with the values obtained theoretically and computationally, respectively. Laterally, the aircraft presents a deviation equivalent to 4.5 mm for the left side, value much higher than theoretically predicted.

With the use of a suspended structure (Figure 11) for a free pendulum movement of the aircraft, it was possible to calculate the moments of inertia of the RPV by measuring the periods of oscillation around the axes of rotation. For both measurements of rolling motion (around the x axis) and pitching motion (around the y axis), values of $I_x = 0.1947 \text{ kg.m}^3$ and $I_y = 0.0671 \text{ kg.m}^3$ were obtained, respectively. To measure the moment of inertia around the vertical axis a bifilar pendulum was used, resulting in a moment of inertia of $I_z = 0.2179 \text{ kg.m}^3$ for the movement of yaw. The values of inertia moments obtained exhibit a deviation of 4.35%, 9.44% and 12.31% for the movements of yaw, pitch and roll, respectively, when compared with the values obtained computationally.



Figure 11 – Measuring arrangement.

The percentage deviations observed for the moments of inertia may be associated with human errors imposed by the measurement of oscillation times in a manual way. In addition, the structure was not perfect, presenting friction, damping and vibrations, inducing errors in the results obtained.

8. CONCLUSIONS

Throughout this work, the objectives initially proposed have been accomplished, at a theoretical and practical level. Starting with a theoretical context of the unmanned aviation development, passing through the description of the Flexcraft project. Additionally, the different phases of an aeronautical design project were completed. In a conceptual design phase, the several requirements and specifications for the development and manufacturing of this RPV were defined, the various scaled dimensions were obtained, the values of the aerodynamic characteristics of the set of wings for the cruise and climb flight conditions were computed and, also, a selection of the instrumentation was performed in order to accomplish a proper performance during the defined flight envelope.

Following the design process, in the preliminary and detailed phases analyses of the mechanical properties of the different materials present in this aircraft were performed. In addition, a CAD model of all the components of this RPV was design with the inclusion of the multiple instruments in their definitive positions, enabling the performance of computational analyses for

stability and structural behavior. The results obtained validated the theoretical outputs and allowed a compliance check of requirements for a successful flight.

In addition, the structural transformations of the STOL configuration in order to obtain the VTOL version, capable of performing hover and vertical flight were explained. The same theoretical and computational analyses were performed to this new configuration as the previous version, proving that this structural change does not induced any harmful results to the expected behavior in flight.

The last chapters served to outline the procedures performed during the manufacturing of this UAV using low-cost materials and simple manufacturing techniques, as well as the description of the different experimental tests carried out in order to confirm the results obtained by theoretical and computational means in the previous phases. The results of the experimental tests confirmed the suitability of this aircraft to perform an effective flight, in terms of propulsion, structural weight and static stability.

In order to alert to what should have been done differently for better final results, a possible change in the dimensions of the central structure of the aircraft is highlighted in order to allow allocating a larger number of components (wiring and the second battery of the VTOL configuration, for example) and increase the accessibility for maintenance and replacement of the instruments. Additionally, in order to achieve a more rigid and compact aircraft, an internal metallic or composite skeleton should have been included, avoiding the need to implement mechanisms to correct unforeseen structural deformations. To increase the validation of the theoretical results obtained, it would be advantageous to carry out experimental aerodynamic tests in the wind tunnel, as well as vibration tests to prove the natural vibration modes frequencies calculated. The limiting time factor prevented the development of computational models with a higher level of detail in aerodynamic and structural analysis than those performed in XFLR5[®] and Siemens NX 12.0[®], respectively.

REFERENCES

- [1] Ignacio Serrano. Unmanned Aircraft System (UAS) vs. Manned Aircraft System (MAS): A Military Aircraft Study, 2015. 430.
- [2] Suraj G. Gupta, Mangesh M. Chonge, and Dr.P. M. Jawandhiya. Review of Unmanned Aircraft System (UAS). International Journal of Advanced Research in Computer Engineering and Technology (IJARCET), Volume 2, Issue4, april 2013.
- [3] Laurence R. Newcome. Unmanned Aviation: A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles. American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2004. ISBN 1563476444.
- [4] A. R. Jha. Theory, Design, and Applications of Unmanned Aerial Vehicles. CRC Press Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, Suite 300 Boca Raton, FL 33487-2742, 2016. ISBN 13: 978-1-4987-1542-3.
- [5] Nathan Richards Fields. Advantages and challenges of unmanned aerial vehicle autonomy in the Postheroic age. Masters Thesis – James Madison University. 205.
- [6] R. Reis, M. Quintiães, M. Rodrigues, P. Albuquerque, L. Fartaria, F. Lau, F. Afonso, and J. Vale. Especificações Técnicas - Especificação de Missão, Utilizadores e Mercado; Especificações da Configuração do Conceito de Produto; Perfis de Missão, Personas e Mercado; Configuração do Conceito de Produto. Flexcraft, 2017-09-10. PROJECTO N°17805. (In portuguese).
- [7] Thomas C. Corke. Design of Aircraft. University of Notre Dame, Pearson Education Inc., 2003. ISBN: 0-13-089234-3.
- [8] Reg Austin. Unmanned Aircraft Systems – UAVs Design, Development and Deployment. A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, 2010. ISBN: 978-0-470-05819-0.
- [9] Lloyd R. Jenkinson and James F. Marchman. Aircraft Design Projects for engineering students. Butterworth-Heinemann of Elsevier Science, 2003. ISBN: 0-7506-5772-3.
- [10] F. Afonso, H. Policarpo, F. Lau, and A. Suleman. Desenvolvimento - Projeto de VRP. Flexcraft, 2018-09-21. PROJECTO N°17805. (In portuguese).
- [11] A. Suleman. Design Point - Aircraft Design. Course notes - Instituto Superior Técnico, 2018.
- [12] G. J. Leishman. Principles of Helicopter Aerodynamics. Cambridge University Press, 2006.

CARACTERIZAÇÃO DO TÚNEL AERODINÂMICO DA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA



Autor

Miguel Maria Cordeiro de Sousa Wemans, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Luís Félix, Major Engenheiro Aeronáutico
Academia da Força Aérea, Sintra.

Co-orientadores

Pedro Andrade, Capitão Piloto Aviador
Academia da Força Aérea, Sintra.
Ricardo Veríssimo, Tenente Engenheiro Aeronáutico
Base Aérea Nº1, Sintra.

Resumo: O túnel aerodinâmico da Academia da Força Aérea é uma infraestrutura, que permite a simulação de escoamentos em torno de modelos, para validação de análise aerodinâmica e de estabilidade.

Com o objetivo de dotar a Academia da Força Aérea com uma ferramenta que permita efetuar uma caracterização do escoamento, foi atualizado o seu sistema de atravessamento. Deste modo, torna-se possível recolher valores de pressão num volume da secção de teste, do túnel aerodinâmico, com o formato de grelha retangular com parâmetros definidos pelo utilizador.

Com recurso à ferramenta desenvolvida no presente trabalho, foi efetuada uma caracterização do escoamento do túnel aerodinâmico. Deste modo, foi possível definir um volume de uniformidade de pressão.

Verificou-se que a balança de medição de forças e momentos do túnel aerodinâmico apresenta resultados fidedignos. No entanto, o plano de simetria, quando exposto ao escoamento, poderá criar uma força no adaptador para um meio modelo de 10 N, o que interfere com os resultados obtidos em análises anteriores.

Palavras-chave: caracterização do escoamento; sistema de atravessamento; sonda de sete-furos; balança de seis componentes; BMP180.

1. INTRODUÇÃO

O túnel aerodinâmico da Academia da Força Aérea (AFA) permite atingir velocidades de escoamento, no que diz respeito a ensaios de modelos de aeronaves, de 70 m/s na secção de teste [1].

O desgaste natural da estrutura interna do túnel pode afetar as suas características e alterar a qualidade do escoamento. Para valorizar os ensaios realizados no túnel é importante conhecer as características do escoamento na secção de teste. Este facto motivou a que fosse feito um estudo que permita caracterizar o escoamento do túnel, bem como fornecer ferramentas para que, no futuro, essa caracterização seja feita de um modo mais expedito. Para isso, foi atualizado o sistema de atravessamento do túnel aerodinâmico, bem como efetuadas medições dos principais parâmetros do escoamento, sendo possível avaliar as condições do mesmo.

Para além de se conhecerem as características do escoamento na secção de teste, é importante saber as condições dos sensores de medição de forças e momentos aplicados nos modelos. É também fundamental saber de que forma a interação entre os sensores e os modelos influencia os resultados. Uma vez que foram obtidos resultados irregulares nos últimos ensaios

realizados [2], surgiram algumas questões relativamente à precisão da balança e ao tipo de fixação utilizado. Como tal, procedeu-se a uma aplicação de forças e momentos, simulando todas as condições de teste, em particular o tipo de fixação do meio-modelo à balança. Deste modo, pretendeu-se verificar a precisão da medição de forças e momentos da balança.

Este artigo está organizado em seis secções. Assim, posteriormente à introdução, é efetuada a revisão da literatura, estudando as diversas formas de efetuar medições dos parâmetros na secção de teste, bem como verificar a calibração da balança. Na secção 3, é descrita a atualização feita ao sistema de atravessamento. Na 4ª e 5ª secção são apresentados os principais resultados das medições efetuadas na secção de teste, e da calibração da balança de seis componentes, respetivamente. Finalmente, as principais conclusões são expostas na secção 6.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para um túnel aerodinâmico ser completamente caracterizado, é necessário obtermos a variação de pressão dinâmica num plano da secção de teste, a variação longitudinal de pressão estática ao longo da secção de teste, o ângulo do escoamento, e a turbulência [3]. Para se medir a variação da pressão dinâmica no plano da secção de teste, poderia ser utilizada uma grelha com vários tubos de *pitot*, e avaliar a pressão em cada ponto. No entanto, estes *pitots* iriam sofrer influências uns dos outros, bem como da estrutura da grelha, pelo que a melhor opção será um sistema de atravessamento [3].

Qualquer sistema de atravessamento deverá ter em conta dois fatores: i) a sua rigidez, pois com as vibrações do sistema as medições de velocidade serão alteradas e ii) o impacto da sua presença no escoamento, que poderá adulterar as medições efetuadas. Como tal, um sistema de atravessamento impõe-se que seja rígido e com o menor impacto possível no escoamento [4].

Para medir a variação longitudinal da pressão estática, poderá ser utilizado o sistema de atravessamento para mover o *pitot* segundo o mesmo eixo. No entanto, o tubo de *pitot* é suscetível a erros, pois afeta o escoamento na sua vizinhança. Estes erros são devidos a dois fatores: i) aumento de velocidade do escoamento quando contorna o *pitot*, que se faz sentir junto à extremidade, o que fará diminuir a pressão estática; e o efeito da haste do *pitot* no escoamento, que irá contribuir para uma pressão estática maior do que a real. Estes erros podem ser

calculados, como se pode constatar na Figura 1, tendo como grandeza de medida um diâmetro do tubo de *pitot*.

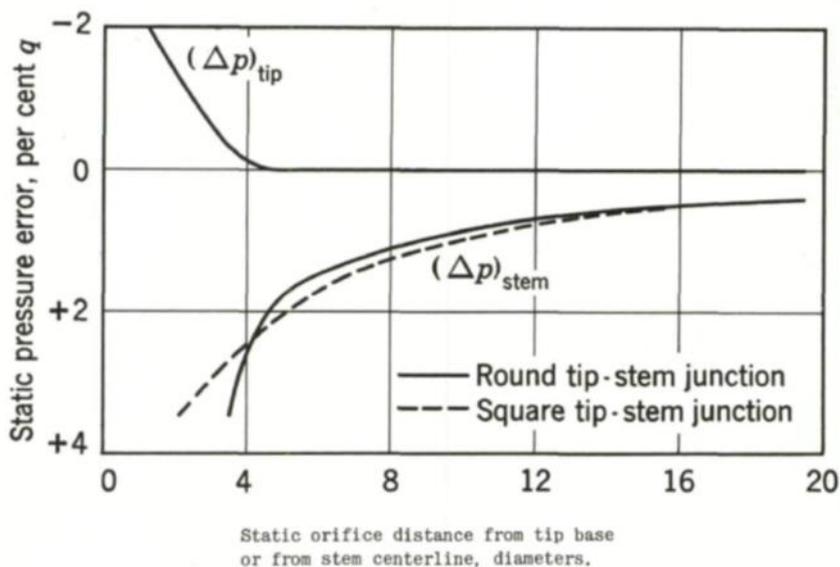


Figura 5 - Erros de pressão estática devido à haste e à ponta [3].

Relativamente aos ângulos de escoamento, de modo geral os instrumentos têm formas aerodinâmicas simples e simétricas, com orifícios colocados em lados opostos, que permitem calcular um gradiente de pressão. Através deste gradiente de pressão, pode ser calculado o ângulo que o escoamento apresenta [5]. Um exemplo deste tipo de instrumentos é a sonda de sete furos que permite calcular a direção e a velocidade do escoamento. A direção é calculada a partir dos seis orifícios em redor do eixo central. O cálculo da velocidade é feita com recurso ao orifício central, que através de interpolações com coeficientes obtidos pelos outros seis furos, permite calcular a pressão dinâmica [6].

A balança do túnel aerodinâmico da AFA é do tipo externa de 6 componentes. Esta pode ser configurada para dois tipos de utilização distintos: com um adaptador para meio-modelo, colocado no topo da plataforma; e sem adaptador, o que permitirá testar um modelo completo. A estrutura da balança está montada por cima de um suporte com liberdade de rotação, o que permite medir o ângulo de rotação no eixo vertical (ângulo beta). Também pode ser colocado um suporte para ajustar o ângulo de ataque (ângulo alfa) [7]. Na Figura 2 está representado um esquema de uma balança de seis componentes do tipo “plataforma”.

Como se observa, as três forças e três momentos são obtidos com recurso a seis células de carga.

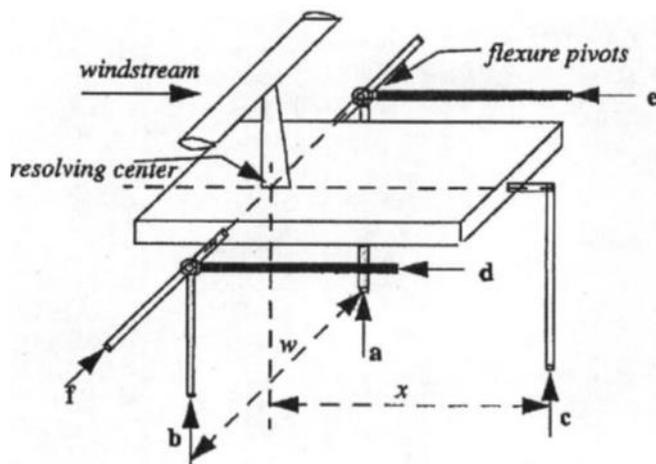


Figura 6 - Balança de 6 componentes do tipo "plataforma" [5].

Para se verificar a medição de forças e momentos na balança, o método mais comum é o da aplicação de pesos conhecidos em determinados locais da plataforma da balança para, a partir da distância relativa ao centro de referência da plataforma, se determinar os momentos e forças medidas pelos sensores. Idealmente, as verificações devem ser feitas para as forças e momentos esperados durante um determinado ensaio [8].

3. RECUPERAÇÃO DO SISTEMA DE ATRAVESSAMENTO

O sistema de atravessamento tem a finalidade de posicionar uma sonda na secção de teste do túnel aerodinâmico, podendo movimentá-la ao longo do eixo x , y e z . O posicionamento é feito por um motor de passo em cada eixo. O sistema de atravessamento, anteriormente à atualização realizada com o presente projeto, apenas contemplava os motores de passo com os respetivos fios elétricos, os controladores dos motores, e o sistema de aquisição de dados das sondas de pressão. No entanto, os controladores encontravam-se obsoletos e inoperativos. A interação com os sensores de medição de pressão não foi possível no presente trabalho. Após a recuperação e atualização deste sistema, foi possível garantir que o mesmo passou a ter uma fonte de alimentação que permite fornecer a energia necessária a cada um dos componentes, um sistema de controlo da posição de sondas, e um sistema de recolha de dados de pressão das sondas.

Os motores de passo RS Pro 191-8384 com 4 bobines cada, ligadas em série duas a duas, são controlados através de um Arduíno Mega 2560 com uma placa *Ramps* 1.4. Esta placa é amplamente utilizada no controlo de impressoras de três dimensões. Nesta aplicação, tem a função de receber a informação proveniente do Arduíno e controlar o motor passo a passo de acordo com as instruções [9].

Os dados de pressão das sondas são medidos através de sensores de pressão BMP-180, ligados ao Arduíno através de comunicação I²C (Circuito Inter-Integrado). Para se ligar todos os equipamentos, foi impresso um circuito elétrico.

Tal como pretendido, o sistema de atravessamento do túnel do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA) está agora dotado de um sistema de controlo de posicionamento das sondas, que pode ser acedido remotamente, através de um computador com acesso à rede. É também possível, com recurso às sondas disponíveis no laboratório, recolher dados de pressão num volume da secção de teste do túnel, com o formato de grelha retangular com parâmetros definidos pelo utilizador.

4. CARACTERIZAÇÃO DO ESCOAMENTO

Foram efetuadas medições em três planos da secção de teste. Estes planos estão localizados a 0,20 m, 1,00 m e 1,60 m da saída da contração do túnel aerodinâmico. Em cada plano, foram recolhidos dados de pressão em pontos correspondentes aos nós de uma malha com quadrados de 0,08 m de lado. Adicionou-se uma malha mais fina (com quadrados de 0,04 m de lado) nas fronteiras do escoamento, até 0,12 m na direção do centro.

De modo a aferir a variação de pressão dinâmica, foram efetuadas medições com o tubo de *pitot* e sonda de sete-furos. Apresentam-se nas figuras seguintes a variação da pressão dinâmica obtida em cada uma das secções. De modo a definir-se um volume de pressão constante, admite-se que a variação de pressão dinâmica, em relação ao seu valor médio, ao longo de um volume constante deverá ser menor do que 0,5% [5]. Como tal, ajustou-se cada secção centrada no eixo central da secção de teste, de modo a que o desvio padrão das medições dentro de cada uma seja inferior a 0,5% da média da pressão dinâmica dentro da mesma, em pelo menos um dos instrumentos de medida.

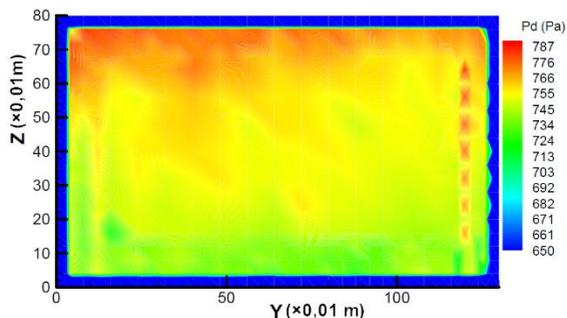


Figura 3 - Distribuição da pressão dinâmica calculada pela sonda de sete-furos em $X=0,2$ m.

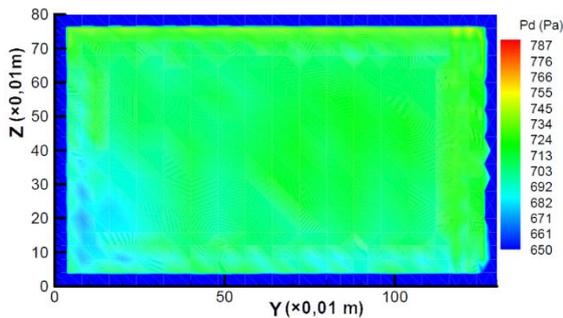


Figura 4 - Distribuição da pressão dinâmica calculada pelo tubo de pitot em $X=0,2$ m.

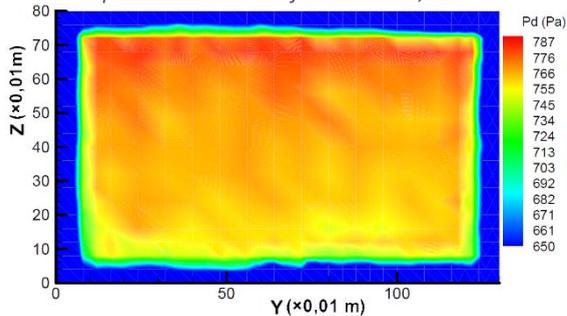


Figura 5 - Distribuição da pressão dinâmica calculada pela sonda de sete-furos em $X=1,0$ m.

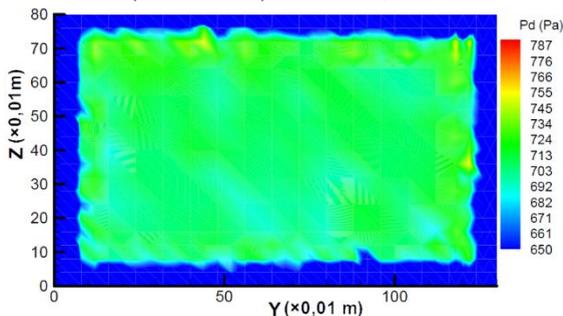


Figura 6 - Distribuição da pressão dinâmica calculada pelo tubo de pitot em $X=1,0$ m.

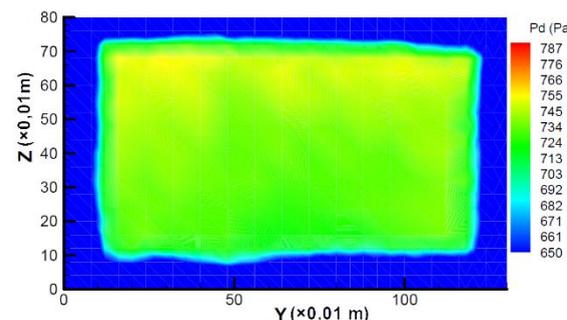


Figura 7 - Distribuição da pressão dinâmica calculada pela sonda de sete-furos em $X=1,6$ m.

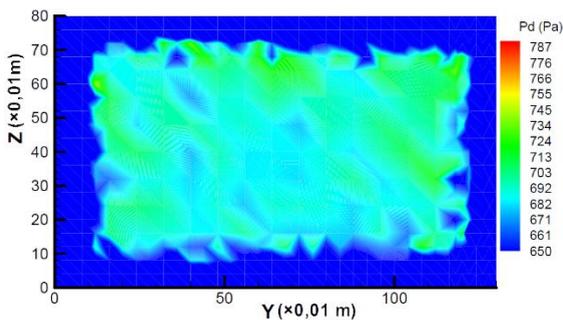


Figura 8 - Distribuição da pressão dinâmica calculada pelo tubo de pitot em $X=1,6$ m.

Apresentam-se na Tabela 1 os valores das coordenadas mínimas e máximas, desvio padrão e valor médio para cada um dos instrumentos de medida, para as três secções.

Não sendo possível obter um volume com uniformidade de pressão dinâmica inferior a 0,5%, atendeu-se às condições do projeto de instalação do túnel aerodinâmico na AFA. Neste, a pressão dinâmica deve ter uma variação inferior a 4% (variação de velocidade inferior a 2%), num volume de $0,6 \times 1,1 \times 1,4$ m [10].

Tabela 4 - Definição de secções de pressão dinâmica uniforme.

Sonda:	X=0,2 m		X=1,0 m		X=1,6 m	
	<i>Pitot</i>	Sete-Furos	<i>Pitot</i>	Sete-Furos	<i>Pitot</i>	Sete-Furos
Y_{min}	0,18 m		0,18 m		0,26 m	
Y_{max}	1,12 m		1,12 m		1,04 m	
Z_{min}	0,18 m		0,18 m		0,26 m	
Z_{max}	0,62 m		0,62 m		0,54 m	
S	0,86%	0,41%	0,76%	0,46%	1,06%	0,45%
\bar{x}	706 Pa	780 Pa	705 Pa	771 Pa	689 Pa	741 Pa

Para este volume, centrado no eixo longitudinal, a variação de pressão dinâmica obtida com a sonda de sete-furos foi de 2,7% (variação de velocidade de 1,4%), enquanto que a variação de pressão dinâmica, obtida com o tubo de *pitot* foi de 2,5% (variação de velocidade de 1,2%), com valores médios de 760 Pa (35,85 m/s) e 700 Pa (34,25 m/s), respetivamente.

Devido às variações de pressão dinâmica, obtidas anteriormente, e de modo a aferir a existência de zonas de flutuabilidade, é fundamental conhecer o gradiente de pressão estática ao longo da secção de teste. Para isso, foram feitas medições de pressão estática com o tubo de *pitot* e com a sonda de sete-furos, no eixo central da secção de teste, com intervalos de 0,1 m entre os 0,1 m e os 1,6 m da saída da câmara de contração.

Como se pode verificar pela Figura 9, a pressão estática aumenta ligeiramente até à secção X=1,0 m, após a qual aumenta mais acentuadamente.

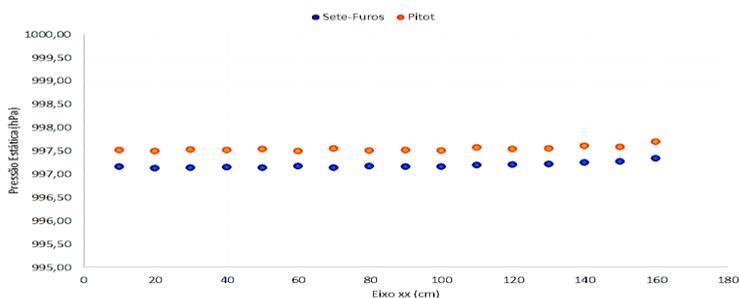


Figura 9 - Evolução da pressão estática ao longo da secção de teste.

Para se determinar a direção do escoamento foi utilizada a sonda de sete furos. As medições foram feitas nos pontos da malha, de onde se extraíram os ângulos de ataque (α) e

de guinada (β_T). Nas figuras 10 e 11, apresentam-se as vistas de topo e lateral dos vetores do escoamento, bem como os valores angulares para as secções definidas na Tabela 2.

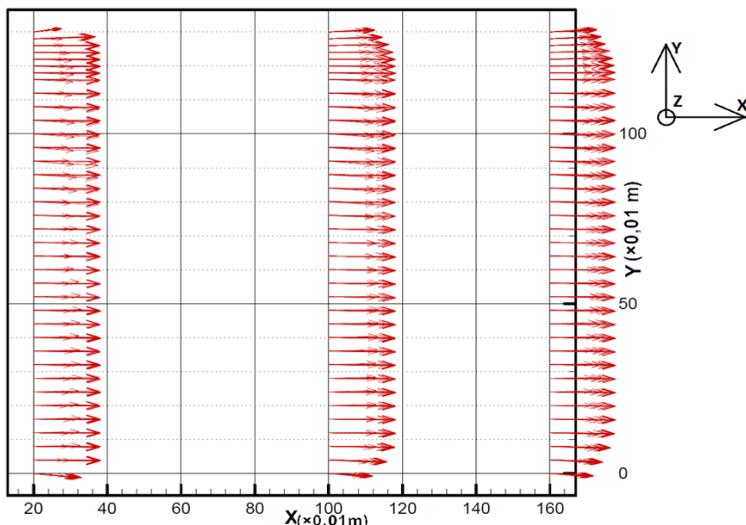


Figura 10 - Vista de topo dos vectores da direcção do escoamento.

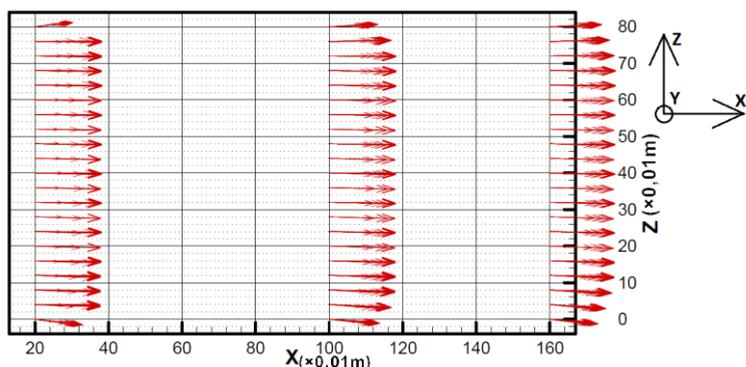


Figura 11 - Vista lateral dos vectores da direcção do escoamento.

Em média, e tendo em atenção o volume de uniformidade definido anteriormente, o valor do ângulo α é de $-0,92^\circ$, sendo o valor máximo de $0,29^\circ$ e o mínimo de $-2,79^\circ$, enquanto que de β é de $-0,52^\circ$, em que o máximo é de $0,65^\circ$ e o mínimo de $-1,35^\circ$.

Tabela 5 - Média e amplitude do desvio angular no volume de uniformidade.

	0,2 m	1,0 m	1,6 m
Média (α)	-0,63°	-0,88°	-0,84°
Max (α)	-0,23°	-0,40°	-0,45°
Min (α)	-1,22°	-1,50°	-1,34°
Amplitude (α)	0,98°	1,10°	0,89°
Média (β)	-0,48°	-0,65°	-0,54°
Max (β)	-0,18°	-0,31°	-0,01°
Min (β)	-0,75°	-0,88°	-0,85°
Amplitude (β)	0,56°	0,57°	0,84°

5. VERIFICAÇÃO DA CALIBRAÇÃO DA BALANÇA

Perante a inconsistência de alguns resultados obtidos em testes no túnel aerodinâmico, foi posto como hipótese que a balança não estivesse calibrada corretamente. Como tal, numa tentativa de validar essa hipótese, as forças e momentos aplicados foram de intensidades na mesma ordem de grandeza dos resultados obtidos em ensaios anteriores no túnel aerodinâmico.

Para a verificação da calibração da balança, foram efetuados diversos testes. Com o recurso a pesos, fio de *nylon* e um dinamómetro. Foram aplicadas forças no sentido vertical, transversal e longitudinal, de modo a comparar-se os valores do dinamómetro com as forças e momentos lidos no software da balança do túnel aerodinâmico. Nas figuras seguintes apresentam-se os gráficos resultantes das medições efetuadas, relacionando as forças e os momentos aplicados com as forças e momentos apresentados pelo software da balança. Apresenta-se também, como referência, a reta de regressão linear para uma balança completamente calibrada e sem erros de ensaios experimentais. Esta reta é $Y=X$.

Apesar de haver alguns valores fora do intervalo descrito no manual da balança, estes desvios podem ser explicados pela baixa precisão do dinamómetro. No entanto, como o módulo da diferença das grandezas medidas não aumenta com a intensidade das forças e momentos aplicados, e é semelhante nas duas configurações da balança, verifica-se que a hipótese que

refere que os maus resultados são devidos à falta de solidariedade entre o adaptador e o corpo da balança, é falsa.

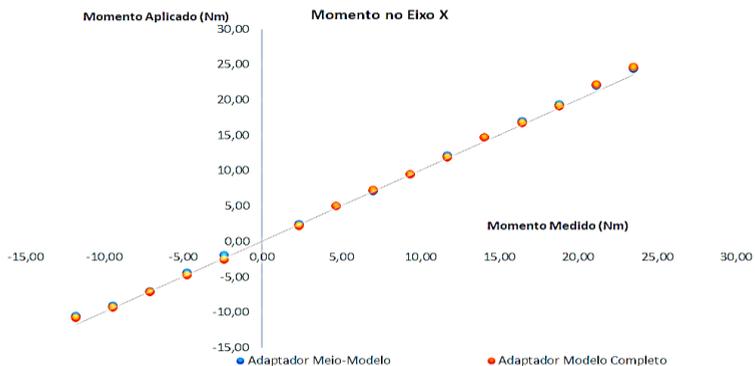


Figura 12 - Gráfico do momento segundo o eixo X.

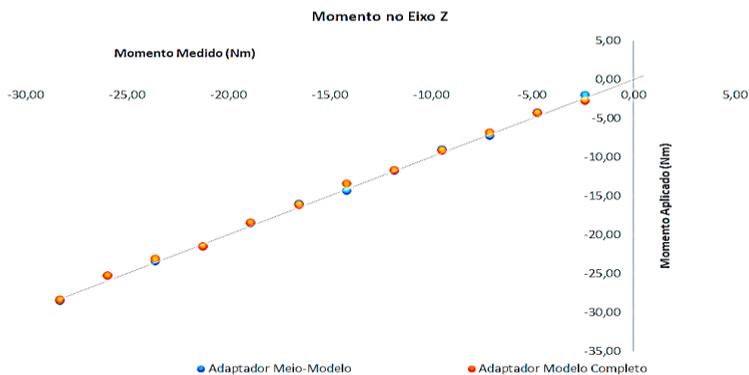


Figura 13 - Gráfico do momento segundo o eixo Z.

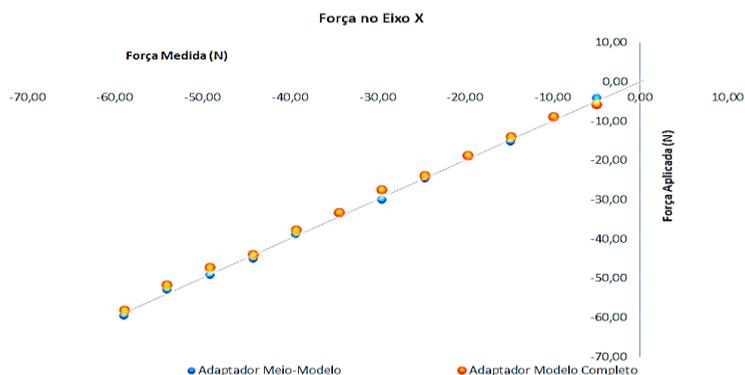


Figura 14 - Gráfico da força segundo o eixo X.

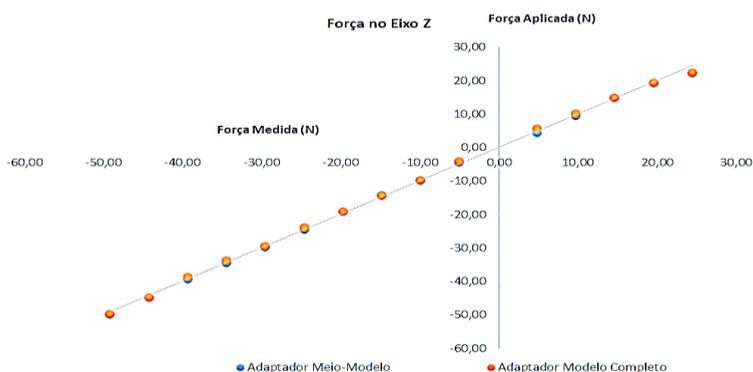


Figura 15 - Gráfico da força segundo o eixo Z.

Tendo este facto em atenção, foi criada outra hipótese: os erros nas medições obtidas em ensaios anteriores, são derivados de uma força aplicada pelo plano de simetria do túnel aerodinâmico no adaptador de meio-modelo. Este plano tem um corte central, onde está inserido o adaptador de meio-modelo. Como este corte está muito próximo do adaptador, é possível que a mesa se mova devido ao atrito causado pelo escoamento, o que irá criar uma força medida pela balança. Com vista a verificar esta hipótese, foram efetuados dois ensaios. Os ensaios consistiram em incidir um escoamento sobre o plano e verificar se este aplicava alguma força no adaptador de meio-modelo. Os dois ensaios foram efetuados com escoamento a uma velocidade de 32 m/s. No primeiro, o plano e o adaptador estavam totalmente descobertos, enquanto que no segundo, tapou-se o adaptador de maneira que o escoamento não incidisse sobre o mesmo, pois as forças obtidas poderiam ser devidas às interferências entre o escoamento e o adaptador.

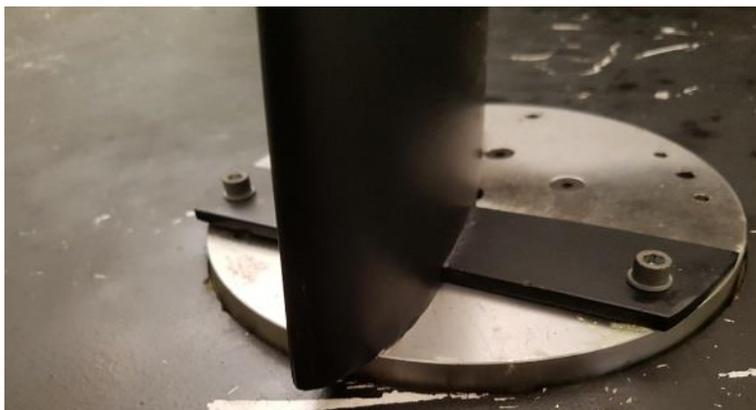


Figura 16 - Imagem do corte central da mesa, com o adaptador para um meio-modelo.

No primeiro ensaio verificou-se que, apenas devido ao atrito entre o escoamento e o plano, é produzida uma força de 9,8 N no sentido do escoamento. No segundo ensaio, foi produzida uma força de 10,0 N, o que significa que a força é exclusivamente produzida pelo plano.

Posteriormente, foram efetuados testes onde se posicionou o plano de maneira a que esta nunca estivesse em contacto com o adaptador e a força medida foi nula. No entanto, conseguir que não exista este contacto revelou-se um processo demoroso e minucioso. Desta forma, coloca-se como hipótese que os erros obtidos nas medições de Veríssimo (2016) sejam devido a este facto.

6. CONCLUSÕES

No presente trabalho, o sistema de atravessamento foi recuperado e atualizado com *hardware* e *software* que possibilitaram fazer esta caracterização com recurso à sonda de sete furos e ao tubo de *pitot*, disponíveis no CIAFA. Esta caracterização foi feita recolhendo dados na secção de teste num determinado número de pontos de uma malha definida pelo utilizador. Os dados foram recolhidos através de um computador ligado à mesma rede *wi-fi* do controlador, podendo ser tratados posteriormente.

Com esta ferramenta, foi feita uma caracterização do escoamento no túnel aerodinâmico, avaliando a uniformidade de pressão dinâmica, o gradiente de pressão estática e a direção do escoamento.

Finalmente, efetuou-se a verificação da calibração da balança do túnel, aplicando forças e momentos conhecidos e comparando-os com os valores obtidos no programa da balança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ROQUE, F. M. (2011). Contribuição para o Desenvolvimento de um Túnel de Vento para o Ensaio de Coroas de Pás de Turbomáquinas. Covilhã: Universidade da Beira Interior. Obtido de <http://hdl.handle.net/10400.6/3800>
- [2] VERÍSSIMO, R. (2016). Best Practice Guidelines in External Aerodynamics CFD Applied to Unmanned Aerial Vehicles at Cruise Conditions. Sintra: Academia da Força Aérea.
- [3] POPE, A. (Abril de 1961). Wind Tunnel Calibration Techniques. AGARDograph, 1-131.
- [4] BAI, Y. (2015). A New Wind Tunnel Setup and Evaluation of Flow Characteristics With/Without Passive Devices. Department of Civil and Environmental Engineering. Ontário: University of Windsor.
- [5] BARLOW, J. B., RAE, W. H., & POPE, A. (1999). Low-Speed Wind Tunnel Testing (3rd ed.). New Jersey: John Willey & Sons, Inc.
- [6] ZILLIAC, G. G. (1989). Calibration of Seven-Hole Pressure Probes for Use in Fluid Flows with Large Angularity. Moffett Field: NASA Ames Research Center.
- [7] HORIBA, A. T. (2009). Wind Tunnel Balance Operating Manual. Darmstadt: Horiba Europe GmbH.
- [8] SAMARDŽIĆ, M., ANASTASIJEVIĆ, Z., MARINKOVSKI, D., ĆURČIĆ, D., & ISAKOVIĆ, J. (2014). External Six-Component Strain Gauge Balance for Low Speed Wind Tunnels. Scientific Technical Review, 64(3), 40-46.
- [9] PATEL, B. B., & KHAN, Z. J. (MARÇO DE 2018). 3-Axial CNC Router to 3D Printer. International Journal of Advance Research in Science and Engineering, 7(1), 561.565.
- [10] BALTAZAR, A. R., NOGUEIRA, J. R., & CARVALHO, R. Q. (1997). Caracterização do Escoamento do Túnel Aerodinâmico da Academia da Força Aérea. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior Técnico.

OPINIÃO PÚBLICA E DECISORES POLÍTICOS IMPACTO NO ORÇAMENTO DE DEFESA



Autor

Catarina Soares do Vale, Alferes Aluna do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar
na especialidade de Administração Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Professor Doutor Alcino Gonçalves
Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa.

Coorientador

Guilherme Lobão, Major-General de Administração Aeronáutica
Estado-Maior da Força Aérea, Alfragide.

Resumo: A Opinião Pública é um tema com bastante relevância no mundo político, devido ao seu peso na tomada de algumas decisões governamentais. Assim, tendo presente a sua importância e sendo os programas eleitorais sufragados pelos cidadãos, os Decisores Políticos tentam conduzir as suas ações de forma a satisfazer a Opinião Pública. Uma das ações dos Decisores Políticos que apresenta uma maior proximidade com a Opinião Pública é a elaboração do Orçamento de Estado. Desta forma, fatores como a composição da Opinião Pública e a forma como determinadas ações dos Decisores Políticos são transmitidas pela Comunicação Social, podem influenciar a importância dada, pela Opinião Pública, aos diferentes programas do Orçamento de Estado.

As principais conclusões apuradas, através de um Inquérito por Questionário realizado à Opinião Pública e de uma Entrevista Exploratória realizada a oito Decisores Políticos, levam-nos a admitir que, apesar do programa da Defesa ser o menos valorizado, as missões de interesse público, desempenhadas pelas Forças Armadas, geram um maior interesse e, consequentemente, uma opinião positiva sobre a sua existência. Contrariamente, tanto a estratégia das Forças Armadas, como o Orçamento de Defesa, têm menos preponderância. Desta forma, torna-se fundamental perceber como é que a Opinião Pública e as ações dos Decisores Políticos se relacionam e qual o posicionamento que estes devem adotar, para que a Opinião Pública, sobre a Defesa Nacional, seja feita com o devido conhecimento e não com base numa tendência de opiniões injustificadas, conforme demonstrado nesta investigação.

Palavras-chave: Decisores Políticos, Defesa Nacional, Forças Armadas, Opinião Pública, Orçamento de Defesa, Orçamento de Estado.

1. INTRODUÇÃO

A Opinião Pública (OP) é um tema com bastante relevância na atualidade e é cada vez mais difícil para os Decisores Políticos (DP) não a ter em consideração na tomada das suas ações. Desta forma, tendo a OP um papel preponderante, seria proveitoso perceber quais são os fatores que têm influência no seu desenvolvimento. Os fatores podem ser intrínsecos, isto é, fatores que estejam relacionados com a composição da OP, onde se enquadra a idade, o género, os valores e as experiências de vida, ou ser fatores extrínsecos, ou seja, fatores que não estejam diretamente relacionados com a OP, mas sim com fatores situacionais, onde se enquadram as ações orçamentais dos DP. No caso da Defesa Nacional (DN) é interessante compreender a influência que estes fatores têm sobre a OP, pois as interpretações sobre as ações orçamentais

dos DP, na esfera da Defesa, face aos resultados obtidos, nem sempre são as mais corretas. Isto acontece, fruto da informação que é transmitida pela Comunicação Social (CS), que muitas vezes pode gerar dúvidas e colocar em causa a importância das Forças Armadas (FFAA).

Assim, o Problema Central de Investigação (PCI) é: “Em que medida é que existe uma relação entre a formação da OP e as ações orçamentais dos DP e qual a implicação desta OP na esfera da DN?”.

No que respeita à metodologia, são utilizados dois métodos, um quantitativo e um qualitativo. Para cada método é utilizado um Inquérito por Questionário (IQ) à OP e uma Entrevista Exploratória (EE) a oito DP, respetivamente.

Pretende-se, com este trabalho, após a análise dos resultados, verificar se é possível aferir da existência de uma forte relação entre a formação da OP e as ações orçamentais dos DP e a que, se deve esta relação. Pretende-se analisar qual a importância dada, quer ao orçamento que lhe está destinado, quer às estratégias de cariz militar. Pretende-se também verificar o que acontece com as missões de interesse público, cujo peso para a OP é significativo. Para os DP, uma das principais contribuições deste trabalho, é perceber que o enfoque é dado ao programa da Defesa e quais as ações dos DP que podem ser repensadas, de forma a que a OP perceba a relevância das FFAA como um todo. Neste sentido, é importante que a transmissão das ações seja clara, pois só assim é que se consegue uma boa comunicação pela CS, que leva à devida compreensão, destes assuntos, por parte da OP. Para a OP é essencial perceber a necessidade da existência de espírito crítico sobre as ações dos DP, bem como uma cultura de DN suficiente, para que o Orçamento de Defesa (OD) e as estratégias das FFAA possam ser entendidas e apoiadas.

2. REVISÃO DE LITERATURA E DESENVOLVIMENTO DE HIPÓTESES

2.1. O papel do governo e a opinião pública

Para além da garantia do bem-estar é compromisso do Governo relançar a economia em Portugal, através de um Estado inteligente, moderno e forte, que demonstre uma constante preocupação com os seus cidadãos garantindo, ativamente, uma maior coesão e menores desigualdades (XXI Governo Constitucional, 2015). Kasdin (2017) refere que, para assegurarem estas garantias, os cidadãos, através da OP, elegem os representantes governamentais, que melhor defendem os seus direitos. Esta escolha, está relacionada com a forma como o Governo se mostra coadjuvante com a OP, isto é, se as preferências dos cidadãos são traduzidas nas

ações do Estado. Uma destas ações é a elaboração do OE, que divulga a governação que será feita num país, com uma periodicidade anual, e que tem impacto no quotidiano das famílias e das empresas (Jornal Económico, 2018). Assim, após estas ilações, a **Hipótese 1 (H1)** é deduzida e refere-se à importância que o papel da OP assume, no OE, perante as ações dos DP.

2.1.1. Orçamento de Estado

A atitude dos cidadãos perante cada um dos programas¹ do OE assume naturezas distintas. Os cidadãos são mais condescendentes a manter ou a aumentar a despesa, onde o número de potenciais destinatários é mais amplo como, por exemplo, na Saúde e na Educação. Contrariamente, os programas que os cidadãos acreditam estar destinados a um tipo específico de destinatários como, por exemplo, a DN, recebem uma menor aprovação (Jacoby, 1994). Assim, após esta conclusão, a **Hipótese 2 (H2)** é deduzida e diz respeito à importância dos diferentes programas do OE para a OP.

2.1.2. Orçamento de defesa

O esforço de um Estado, perante a Defesa, traduz-se na proporção existente entre a despesa executada e o seu rendimento nacional (Deger, 1986). Tendo em consideração alguns estudos já realizados, estes referem que o OD deve incluir determinadas variáveis que reflitam os seus rendimentos, bem como a existência de possíveis ameaças. Estas variáveis, na sua maioria, não são do conhecimento público (Galvin, 2003). Desta forma, e após estas conclusões, a **Hipótese 3 (H3)** é deduzida e respeita ao desconhecimento da OP, relativamente às estratégias da Defesa e ao seu OD.

2.1.3. As Forças Armadas na conceção dos cidadãos

A existência das FFAA é um assunto bastante questionado, contudo, é sabido que são um instrumento de elevada importância, quer na vertente institucional do Estado como parte estruturante da soberania, quer na habilidade para fazer parte de várias missões internacionais como, por exemplo, as intervenções de apoio à paz (Barrento, 2006). Desta forma, a **Hipótese 4 (H4)** resulta desta ilação e está relacionada com a existência de uma OP positiva, sobre as FFAA, tendo em conta a sua relevância para o Estado e para as ações dos DP.

¹ Os programas correspondem às despesas executadas no Orçamento de Estado.

2.1.4. Os diferentes Estados e as suas divergências

Estados diferentes, apresentam diferentes tipos de processos políticos e, por isso, diferentes opiniões relativamente ao tamanho do seu OD (Palmer, 1990). Para além disso, os OD de cada Estado podem ser distintos e contemplar despesas que não estejam relacionadas com as FFAA como, por exemplo, as despesas de segurança, dos compromissos internacionais de segurança coletiva e do funcionamento dos próprios Ministérios da Defesa (Espírito Santo, 2008).

2.1.5. As alianças políticas na defesa

O uso das FFAA, como um meio para a resolução de conflitos, designados como violentos, está cada vez mais limitado e é cada vez menos apoiado pela OP. Desta forma, os Governos procuram recorrer a formas alternativas de Defesa, com o objetivo de não ferir os princípios das instituições militares. A Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) segue esta linha de pensamento e tem vindo a dar uma maior atenção à segurança ou à Defesa defensiva, do que à aplicação da Defesa ofensiva (Espírito Santo, 2008).

2.1.6. Portugal como membro das alianças

O facto de Portugal ser membro da OTAN, permite-lhe internacionalização, a modernização das suas FFAA e a credibilidade dos seus militares, através das suas capacidades, o que lhe possibilita a realização de diversas missões importantes para o prestígio da nação (Governo de Portugal, 2013). A participação dos militares portugueses em missões internacionais é fortemente apoiada pela OP (Carreiras, 2009).

2.2. Conceito estratégico de defesa nacional

As ameaças de carácter internacional, que atemorizam a segurança interna, podem ser o terrorismo, a difusão de armas de destruição massiva, a criminalidade transnacional organizada, a cibercriminalidade, a pirataria, entre outros (Governo de Portugal, 2013). O risco destas ameaças, advém da elevada liberdade de acesso ao nosso país, que se justifica por este fazer parte da fronteira exterior da UE, cujo espaço aéreo e marítimo apresenta uma grande extensão. Contudo, estas ameaças são um dos fatores menos significativos perante a formação de uma OP positiva, sobre o programa da Defesa (Eichenberg & Stoll, 2015). Desta forma, após estas conclusões, a **Hipótese 5 (H5)** é deduzida e está relacionada com a OP sobre as FFAA, no contexto atual.

2.3. O conceito de opinião pública

Nos dias de hoje, deixámos de ter um processo discursivo para ter um processo empírico, onde o voto se tornou a definição dominante da OP (Lewis & Nesselroth, 2014). Contudo, apesar da sua existência remeter para os primórdios do pensamento liberal, este fenómeno é considerado moderno, onde existe uma imensidão de encontros sem rosto, através de interações à distância (Domingues, 2018). No entanto, por um lado, é considerada como uma opinião mutável, na medida em que, está intimamente ligada à informação que é disponibilizada aos cidadãos e esta informação, que é recebida pela CS, está em constante mudança, resultado da alteração dos cenários. Por outro lado, a OP está ligada ao sistema de convicções dos indivíduos, que não são mutáveis, e que são consolidadas pelos seus valores morais e crenças (Martins, 1978).

É importante ter em consideração que a OP representa um papel fundamental numa democracia, pois os seus valores e crenças têm a capacidade de influenciar os DP relativamente à tomada de decisão (Levasseur, 2005). Neste sentido, alguns autores continuam a encontrar um forte e complexo elo de ligação, entre a OP e a tomada de decisões políticas. No caso em que a OP é favorável às ações políticas, a eficácia das mesmas é também superior, pois resulta numa maior probabilidade da sua execução. Devemos, porém, constatar que, nos sistemas políticos mais liberais, a OP tem um peso maior, tendo em conta o assunto em causa e o grau de afastamento ou aproximação, entre as opiniões e as decisões (Martins, 1978). Desta forma, após estas conclusões, a **Hipótese 6 (H6)** é deduzida e reflete a influência que os DP têm perante a formação da OP, devido ao peso que esta tem perante as suas ações. Porém, deve-se considerar que, a OP não é estanque e as preferências dos cidadãos podem ser alteradas em resposta a mudanças nos cenários apresentados (Levasseur, 2005). Estas mudanças podem ser fruto das ações do Governo e da sua transmissão pela CS, cujo objetivo é tentar, muitas das vezes, influenciar os cidadãos. Desta forma, a **Hipótese 7 (H7)** é deduzida e está relacionada com a fidedignidade da CS perante a transmissão das ações dos DP.

2.4. Desenvolvimento de hipóteses

H1: A OP tem um papel fundamental nas ações perante o OE.

H2: A OP vê os programas do OE com igual importância para o bem-estar social.

H3: A OP tem pouco conhecimento sobre a estratégia da Defesa.

H4: A importância da Defesa, para as ações dos DP, gera uma OP positiva sobre as FFAA.

H5: O contexto atual gera uma OP negativa sobre as FFAA.

H6: Os DP influenciam a OP, pois esta tem um peso notório nas suas ações.

H7: A CS é um meio fidedigno de transmissão das ações dos DP para a OP.

3. METODOLOGIA E PROCEDIMENTO

3.1. Enquadramento

A opção metodológica a utilizar, para abordar o problema, é a triangulação metodológica², onde se combinaram métodos quantitativos e qualitativos. A escolha da triangulação surge por este ser um trabalho com um propósito múltiplo, ou seja, visa analisar a formação da OP em dois pontos de vista, nomeadamente, da população e dos DP (Carmo & Ferreira, 2008).

Para cada um dos métodos aplicou-se um instrumento, nomeadamente, um IQ e uma EE semidirigida, de forma a obter um resultado mais completo e fidedigno (Miranda, 2009).

3.2. Desenho, aplicação e análise dos instrumentos

O método quantitativo, como refere Carmo e Ferreira (2008), está orientado para o resultado e permite a verificação ou a rejeição das hipóteses, através da análise dos dados. A escolha do instrumento para este método adveio da revisão da literatura, onde se analisou e, posteriormente, reformulou um IQ sobre a Defesa e as FFAA (Carreiras, 2009).

O método qualitativo demonstra um maior interesse pelo processo de investigação do que, unicamente, pelos resultados (Carmo & Ferreira, 2008). O instrumento utilizado neste método foi uma EE semidirigida, onde foram enunciadas questões, previamente definidas, com o objetivo de obter a informação em falta e, de certa forma, complementar a recolha de dados do IQ.

3.3. Caracterização da amostra e seleção dos inquiridos

No caso do IQ, a amostra utilizada foi uma amostra probabilística³, mais concretamente, uma amostra aleatória simples⁴, construída de forma casuística, tendo em mente a disponibilidade dos inquiridos (Carmo & Ferreira, 2008). No caso da EE semidirigida, a amostra é não probabilística⁵, pois os DP entrevistados foram selecionados de acordo com os objetivos

² A triangulação metodológica faz uso de diferentes métodos para estudar um dado problema.

³ A seleção dos elementos da uma amostra probabilística é realizada aleatoriamente com o objetivo de se poder generalizar à totalidade da população.

⁴ Todos os elementos da população têm igual probabilidade de serem selecionados.

⁵ A seleção dos elementos da amostra não probabilística tem como suporte critérios de escolha intencional.

da investigação. Deste modo, foram escolhidos DP pertencentes aos ramos das FFAA e DP externos pertencentes à esfera política, com o objetivo de compreender qual a opinião dos DP, militares e não militares, relativamente à formação da OP sobre as suas ações e, conseqüentemente, sobre a existência das FFAA e outros assuntos na esfera da Defesa.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS

4.1. Enquadramento

Após a escolha dos métodos a utilizar, bem como dos respetivos instrumentos, realizou-se a recolha de dados. A análise dos dados recolhidos será fundamental para responder ao PCI, com base na teoria aprofundada na revisão da literatura. Relativamente ao IQ, participaram 410 cidadãos, de ambos os géneros, com uma faixa etária superior aos 18 anos e com diferentes habilitações académicas. Por outro lado, as EE foram realizadas a oito entrevistados, com influência na esfera política, bem como na esfera da DN, tendo todos eles um amplo conhecimento sobre o OE, o OD e as despesas das FFAA.

4.2. Análise ao Inquérito por Questionário

4.2.1. Teste de consistência interna

Antes de iniciar qualquer tipo de análise, importa perceber se o IQ tem um nível aceitável de confiabilidade. Para isso, realizou-se um teste de Alpha de Cronbach⁶ a todas as variáveis⁷ que compõem o IQ. O coeficiente assumiu o valor total de 0,889. Desta forma, considera-se que o IQ tem uma boa consistência interna, mediante a tabela de valores do coeficiente consultada (Pestana & Gageiro, 2005).

4.2.2. Análise estatística

Após a verificação da consistência interna, realizou-se a Análise Estatística das diferentes variáveis que compõem o IQ. Foram analisados diversos valores, nomeadamente, a média, a moda, bem como os valores em percentagem dos parâmetros em estudo.

Vivemos num país democrático, onde a OP é importante para a ações dos DP, contudo, nem todos os cidadãos têm esta opinião. Uma grande parte dos inquiridos (40%) diz que só

⁶ É uma medida que permite verificar a consistência interna de um grupo de variáveis. O Alpha pode variar entre 0 e 1, sendo que, se for menor que 0,6 a consistência é inadmissível; de 0,6 a 0,7 é fraca; de 0,7 a 0,8 é razoável; de 0,8 a 0,9 é boa e se for maior que 0,9 é muito boa.

⁷ As variáveis dizem respeito às questões do Inquérito por Questionário.

algumas vezes é que as suas opiniões são tidas em consideração nas ações dos DP. Ainda assim, acreditam que na fase de elaboração do OE, a influência da OP nas ações dos DP é quase sempre elevada (34,6%), o que está de acordo com a **H1**.

Quando se fala no programa da Defesa, a OP tende a compará-lo com outros programas do OE, no que respeita à sua importância. Nitidamente que a maioria dos inquiridos (61,5%) acredita que os programas do OE têm pesos diferentes, o que vai contra a **H2**.

Para além de uma grande parte dos inquiridos (78,3%) acreditar que não existe uma transmissão clara, por parte dos DP, relativamente às estratégias da DN, quando a CS transmite assuntos relacionados com as FFAA, a OP não as segue com muito interesse o que, consequentemente, faz com que não tenham conhecimento ou opinião (43,9%) sobre, por exemplo, o OD. O conhecimento limitado da OP relativamente à esfera da Defesa, faz com que estratégias, como as reestruturações, também não sejam entendidas pela maioria da OP, o que está de acordo com a **H3**.

De acordo com a **H4**, é possível aferir que um grande número de inquiridos (81,7%) concorda com a existência das FFAA se tiver presente a sua importância como um elemento essencial para a soberania da Nação, bem como um elemento fundamental à realização das ações dos DP.

Apesar do contexto atual ser seguro e sem grandes ameaças a defrontar, a OP percebe a importância das FFAA e quase todos os inquiridos (85,6%) concordam com a sua existência, o que está contra a **H5**.

Em suma, e de acordo com a **H6**, os inquiridos acreditam que os DP têm uma grande capacidade de direcionar a OP, sendo que 58,8% admite que são poucas vezes transparentes, o que molda as opiniões de forma a que não sejam construídas com liberdade.

Para além disto, a influência que os DP têm sobre a OP está também relacionada com a transmissão das suas ações pela CS. No caso da DN, uma grande maioria da OP (75,6%) acredita que a CS tem a capacidade de influenciar a percepção dos cidadãos sobre as ações dos DP. No entanto, existe uma OP negativa sobre a CS, o que vai contra a **H7**, pois os inquiridos demonstram falta de confiança, ao referirem que a CS só é transparente, em relação à mensagem que transmite, em algumas situações (42,2%) ou quase nunca (40,7%).

4.2.3. Análise Inferencial

Após a conclusão da Análise Estatística, é relevante realizar uma Análise Inferencial. Esta análise permite interpretar as relações existentes entre as diversas variáveis que, posteriormente, vêm dar resposta às hipóteses desenvolvidas. Para além dos testes de Qui-Quadrado⁸, são realizados testes não paramétricos, nomeadamente, o de *Mann Whitney*⁹ e o de *Kruskal Wallis*¹⁰. Neste caso, foi necessário recorrer a este tipo de testes, pois o fator que se pretendia estudar – importância do programa da Defesa no OE – era um fator que não apresentava uma distribuição normal e, como tal, não era viável utilizar os testes paramétricos. Estes testes são importantes para perceber, em que medida, é que a importância dada ao programa da Defesa é diferente, mediante a composição da OP, que é um dos fatores intrínsecos, responsáveis pela formação da OP, no que respeita à perceção das ações dos DP.

O teste de *Mann-Whitney*, permite perceber se existe discriminação para amostras com dois grupos (como é o caso do género). Neste caso, pretende-se estudar a distinção entre o género masculino e feminino dos inquiridos, relativamente à importância do programa da Defesa. Constata-se, através do valor do teste, que existem diferenças significativas de opinião entre os géneros, ou seja, o género feminino dá mais importância ao programa da Defesa, no OE, do que o género masculino.

O teste de *Kruskal-Wallis*, é uma extensão do teste de *Mann-Whitney*, pois permite avaliar amostras compostas por mais de dois grupos (como é o caso da faixa etária e das habilitações literárias). Neste caso, pretende-se estudar se a importância do programa da Defesa é condicionada, quer pela faixa etária, quer pelas habilitações literárias. Constata-se que, no caso da faixa etária, não há diferenças significativas de opinião sobre a importância do programa da Defesa, ou seja, na generalidade, as faixas etárias acima dos 18 anos, percebem, igualmente, a importância do programa da Defesa. No caso das habilitações literárias, existem diferenças significativas de opinião, sendo os inquiridos com um nível superior de habilitações, os que mais apoiam o programa da Defesa.

⁸ Permite perceber se existe uma relação de dependência, entre as variáveis em estudo. Se o valor de $\alpha \leq 0,05$, estamos na presença de dependência entre as variáveis, rejeita-se a Hipótese Nula (H0) e escolhe-se a Hipótese Alternativa (H1). Caso contrário, existe independência e aceita-se a Hipótese Nula.

⁹ H0 – não existe distinção entre os grupos e H1 – existe distinção entre os grupos.

¹⁰ H0 – não existe distinção entre os grupos e H1 – existe distinção entre os grupos.

4.3. Análise às entrevistas exploratórias

Deste modo, tendo presente a **H1**, os DP admitem que, apesar da condução da política orçamental ser realizada, maioritariamente, numa perspetiva daquilo que eles entendem como melhor para o país, podem existir episódios esporádicos em que a OP influencia as suas escolhas orçamentais. Um dos episódios que tem maior proximidade com a OP é, sem dúvida, a elaboração do OE, sendo este, um dos principais instrumentos de gestão da ação política.

No caso da CS, claramente que os DP acreditam que esta tem um papel formatador, mas não pode ser ela a levar à definição das prioridades e, é isso, que distingue um bom DP ao definir aquilo que é realmente importante. Deste modo, e no que respeita à **H2**, a OP não dá a mesma importância a todos os programas do OE e o programa da DN é o menos apoiado.

Consequentemente, o facto da OP não dar tanta importância ao programa da Defesa como a outros programas, faz com que tenha pouco conhecimento sobre a estratégia das FFAA, o que vai de encontro à **H3**. Há falta de interesse, dizem os DP, e não tem havido uma aposta no domínio da educação e formação para a cidadania, no que respeita a este assunto, numa vertente mais pedagógica.

Em suma, as FFAA são de extrema importância e contribuem em boa medida para a estabilidade política, económica e social. Ao perceber isto, com toda a certeza que a OP terá uma opinião positiva sobre a existência das FFAA, o que está de acordo com a **H4**.

De referir que, para além da realização de missões específicas das FFAA, os militares participam em missões de interesse público, nas quais têm demonstrado à OP a sua qualidade, profissionalismo e necessidade. Se a OP perceber isto, com toda a certeza que, tendo presente o contexto em que vivemos, vai ter uma opinião positiva sobre a existência das FFAA, o que contraria a **H5**.

Tal como a OP tem importância para os DP, os DP admitem que também são parte do processo, sendo a influência mútua. Os DP concordam com a **H6**, ao referir que existe uma condução da informação que passa para a OP, com o objetivo de colocar o maior número de cidadãos do lado das propostas que cada DP apresenta.

As notícias estão mais formatadas para aquilo que o DP pretende que o leitor leia, contudo, estes novos veículos de comunicação podem subalternizar, em muitos aspetos, o papel da CS tradicional. Assim e no que respeita à **H7**, os DP acreditam que tudo depende da forma como se colocam relativamente à mensagem que querem transmitir, mas também à liberdade de imprensa da CS, que transmite o que assim entender, sendo este um fator difícil de controlar.

4.4. Discussão dos resultados

Tendo em consideração a análise realizada, foi possível verificar a veracidade das hipóteses desenvolvidas na revisão da literatura. Desde logo, é possível perceber que os DP têm um peso considerável na formação da OP, por terem a capacidade de controlar o acesso às informações que passam para o público. Isto garante-lhes uma habilidade desproporcional para moldar a OP, na direção pretendida, o que vem comprovar a **H6**. A elaboração do OE é das ações dos DP, onde a OP assume maior preponderância, pois afeta diretamente o seu quotidiano, o que vem comprovar a **H1**. No entanto, a própria composição da OP ou até a CS, podem influenciar a forma como determinadas ações dos DP são entendidas. No caso concreto da CS, tendo presente a sua liberdade de imprensa, esta pode adulterar as ações dos DP, de forma propositada ou não. Este facto faz com que as ações transmitidas não correspondam à realidade, o que está contra a **H7**. Contudo, os últimos tempos têm sido marcados por episódios, onde as FFAA têm demonstrado interesse, através da realização de missões de interesse público. Esta é, efetivamente, a razão pela qual a OP defende a sua existência, no contexto atual, o que está contra com a **H5**. Neste sentido, os DP ao serem eficazes a moldar a OP, geram uma tendência positiva sobre a existência das FFAA, o que está de acordo com a **H4**. Conforme demonstrado, o enfoque dado ao programa da Defesa não é o mais adequado, pois descarta a missão principal das FFAA, cuja vertente é de cariz militar e não social. Consequentemente, esta desvalorização do programa da Defesa, gera uma atitude de desinteresse na OP, em determinados assuntos como, por exemplo, na estratégia da Defesa e no seu OD, o que vem confirmar a **H3**. Com estas ilações em mente, claramente que, o programa da Defesa é o que representa menor peso para a OP, quando comparado com os restantes programas do OE, o que está contra a **H2**. Em suma, a importância das FFAA é percebida pela OP, mas não como um todo.

5. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E PESQUISAS FUTURAS

Após o término do capítulo onde foram analisados e discutidos os resultados, é possível dar resposta ao PCI, formulado no início do trabalho. Constata-se que, efetivamente, existe uma forte relação entre as ações dos DP e a formação da OP, sendo esta uma relação mútua, e que tem impacto na esfera da Defesa Nacional. Neste sentido, a Defesa é uma missão de cariz militar que deve ser garantida. Contudo, o facto do contexto se mostrar estável e sem grandes ameaças a defrontar, faz com estas missões não tenham tanta preponderância, como as missões de

interesse público, cuja preeminência é reconhecida pela OP. Deste modo, esta vertente social das FFAA, é a razão pela qual OP apoia a sua existência. No entanto, o programa da Defesa continua a ser o menos valorizado, quando comparado com outros programas do OE, o que resulta de um desinteresse e desconhecimento relativamente às estratégias das FFAA e ao OD, atendendo aos resultados obtidos com os métodos científicos utilizados nesta investigação. Neste sentido, há a necessidade dos DP compreenderem, com profundidade, o contexto da Defesa e das FFAA, considerando que têm como objetivo, tanto o bem-estar como a segurança, que são os fins da política. Esta atitude tem de partir dos DP, pois só eles conseguem influenciar a OP. Claramente que, a CS e a própria composição da OP, podem condicionar a perceção das suas ações, mas cabe ao DP ser claro no que pretende transmitir. De acordo com a metodologia seguida, a OP, relativamente à esfera da DN, é condicionada pelas ações dos DP e, por isso, estes devem demonstrar a importância do papel das FFAA, não só numa vertente social, mas também numa vertente militar, salientando a relevância deste programa para o funcionamento do país e demonstrando à OP que o OD que lhe está destinado não deve de ser descurado.

Relativamente às limitações no desenvolvimento deste trabalho sublinha-se a difícil seleção de conteúdo, devido à elevada quantidade de informação disponível e a dificuldade na abordagem dos assuntos da esfera política. Como pesquisas futuras sugere-se refazer o estudo, no longo prazo, para que se verifiquem se as conclusões se mantêm, abrangendo outro tipo de variáveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Barrento, A. E. Q. M. (2006). As Forças Armadas como instrumento da acção do Estado. *Revista Militar*, 2459, 1–9.
- [2] Carmo, H., & Ferreira, M. M. (2008). *Metodologia da Investigação*. 2.^a Ed. Lisboa: Universidade Aberta.
- [3] Carreiras, H. (2009). *Inquérito à População Portuguesa sobre Defesa e Forças Armadas - Resultados Globais*. Lisboa: CIES-IUL.
- [4] Deger, S. (1986). Economic Development and Defense Expenditure. *Economic Development and Cultural Change*, 35(1), 179–196.
- [5] Domingues, J. M. (2018). Public Opinion and Collective Subjectivity: a conceptual approach. *Distinktion: Journal of Social Theory*, 19(3), 249–267.
- [6] Eichenberg, R. C., & Stoll, R. J. (2015). The Acceptability of War and Support for Defense Spending: Evidence from Fourteen Democracies, 2004–2013. *Journal of Conflict Resolution*, 61(4), 1–26.
- [7] Erdogdu, O. S. (2008). Political Decisions, Defense and Growth. *Defence and Peace Economics*, 19(1), 27–35.
- [8] Espírito Santo, G. A. do. (2008). O Orçamento da Defesa e o Orçamento das Forças Armadas. *Revista Militar*, 2482, 1–12.
- [9] Galvin, H. (2003). The Impact of Defence Spending on the Economic Growth of Developing Countries: A cross-section study. *Defence and Peace Economics*, 14(1), 51–59.
- [10] Governo de Portugal. (2013). Conceito Estratégico de Defesa Nacional. Governo de Portugal, 1–50.
- [11] Jacoby, W. G. (1994). Public Attitudes toward Government Spending. *American Journal of Political Science*, 38(2).
- [12] Kasdin, S. (2017). An Evaluation Framework for Budget Reforms: A Guide for Assessing Public Budget Systems and Selecting Budget Process Reforms. *International Journal of Public Administration*, 40(2), 150–163.
- [13] Levasseur, D. G. (2005). The Role of Public Opinion in Policy Argument: An Examination of Public Opinion Rhetoric in the Federal Budget Process. *Argumentation and Advocacy*, 41(3), 152–167.
- [14] Lewis, C. W., & Nesselroth, S. H. (2014). Public Opinion on Government and Morality. *Public Integrity*, 17(1), 19–35.
- [15] Martins, R. F. R. C. (1978). Opinião Pública e Defesa Nacional. Instituto da Defesa Nacional, 8.
- [16] Miranda, R. J. P. (2009). Qual a relação entre o pensamento crítico e a aprendizagem de conteúdos de ciências por via experimental?: um estudo no 1º Ciclo. Lisboa: Universidade de Lisboa.
- [17] Palmer, G. (1990). Alliance Politics and Issue Areas: Determinants of Defense Spending. *American Journal of Political Science*, 34(1), 190–211.

[18] Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2005). *Análise de Dados para Ciências Sociais*. 4ª Ed. Lisboa: Edições Sílabo.

[19] XXI Governo Constitucional. (2015). Programa do XXI Governo. 1-262.

Diplomas Legais

[20] Assembleia da República. (2019). Lei Orgânica n.º 2/2019. *Diário da República*, 1.ª série — N.º 114 — 17 de junho de 2019, 2982–2985.

Websites

[21] *Jornal Económico*. (2018). OE2019: O que vai mudar para as famílias e empresas. Obtido de <https://jornaleconomico.sapo.pt/>

CONSTRANGIMENTOS ORÇAMENTAIS O IMPACTO FINANCEIRO E OPERACIONAL NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA



Autor

Nuno Barros Monteiro, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Administração Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Professor Doutor Tiago Gonçalves
Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa.

Coorientador

Eunice Marques, Tenente-Coronel de Administração Aeronáutica
Estado-Maior da Força Aérea, Alfragide.

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo caracterizar e analisar o impacto dos constrangimentos orçamentais, tanto na execução orçamental como na capacidade operacional da Força Aérea Portuguesa, através da análise dos dados recolhidos entre os anos de 2008 a 2018.

Com este trabalho, conclui-se que a Força Aérea Portuguesa está sujeita a diversos constrangimentos que afetam os princípios da eficácia e eficiência da execução orçamental, dos quais se destacam o subfinanciamento, as cativações e o paradigma de Fundos Disponíveis, levando à conseqüente diminuição da respetiva capacidade operacional. Deste modo, atendendo aos limites de operacionalidade considerados como adequados, observa-se que a Organização se encontra numa situação crítica das suas capacidades operacionais.

Palavras-chave: Constrangimentos Orçamentais, Força Aérea Portuguesa, Execução Orçamental, Capacidade Operacional.

1. INTRODUÇÃO

A Força Aérea Portuguesa (FAP) tem como objetivo primário a defesa do espaço aéreo nacional, para além de outras missões. A pertinência das ações desenvolvidas, evidencia a necessidade da FAP estar dotada de capacidades que lhe permitam fazer face a qualquer tipo de ameaça e cumprir cabalmente a sua missão. Para tal, necessita de garantir elevados parâmetros de operacionalidade, nomeadamente, uma taxa de prontidão de aeronaves adequada e a execução plena das Horas de Voo (HV) definidas, assegurando, desta forma, a missão e o treino que possibilita a qualificação dos tripulantes, em particular aos pilotos e navegadores.

Na vertente financeira, e de acordo com o Artigo 18.º da Lei de Enquadramento Orçamental (LEO) (LEO, 2015), a execução orçamental deve ser concretizada segundo os princípios da economia, eficiência e eficácia. Constituindo este o contexto desejável, na realidade, a FAP está sujeita a constrangimentos orçamentais.

O presente estudo procura identificar o impacto dos constrangimentos orçamentais na área financeira e na área operacional da FAP, nos anos de 2008 a 2018, comprovando que está perante uma situação crítica em ambas as vertentes, no limiar das capacidades instaladas face aos recursos disponíveis. Com este objetivo, pretende-se caracterizar os constrangimentos orçamentais e o modo como influenciam o *status quo* da Organização.

A análise metodológica, pretende verificar se os constrangimentos orçamentais têm impacto na execução orçamental da FAP e, conseqüentemente, na capacidade operacional e no cumprimento da missão. Neste âmbito são destacados como constrangimentos (i) o subfinanciamento, espelhado num orçamento, recorrentemente, deficitário, (ii) as cativações, determinadas de forma alheia ao contexto organizacional, restringindo a execução orçamental, (iii) os Fundos Disponíveis (FD), com uma atribuição e um corte de valor incerto, factos que comprometem e protelam a execução orçamental e (iv) os trâmites legais, pela sua desadequação face à realidade da FAP. Adicionalmente, através das entrevistas realizadas e da observação dos Relatórios de Gestão da FAP, identificam-se ainda a dívida de terceiros e o relato produzido, como constrangimentos orçamentais não identificados *à priori*.

O trabalho permite evidenciar, para a literatura portuguesa e internacional, que o controlo excessivo cria constrangimentos no planeamento e na execução, retira flexibilidade e autonomia orçamental e, conseqüentemente, coloca em risco os objetivos da FAP.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Orçamento e orçamento de Estado

Bhimani et al. (2008) definem o orçamento como uma das ferramentas mais utilizadas no processo de planeamento das organizações, constituindo, também, parte da generalidade dos sistemas de controlo de gestão.

O American Institute of Certified Public Accountants (2018) afirma que, contrariamente ao orçamento das organizações comerciais, orientado para o planeamento, o Governo adota o orçamento como uma ferramenta de gestão que impõe a lei financeira e a sua utilização tem por base diversos instrumentos de controlo, que asseguram a conformidade orçamental.

2.2. Ciclo orçamental

O ciclo orçamental descreve o processo de tomada de decisão relativo à alocação dos recursos públicos, retratando as expectativas das receitas a arrecadar e das despesas autorizadas, no período a que respeita (von Hagen & Harden, 1995).

Jones and Thompson (1986) afirmam que a execução orçamental é uma área que não tem sido abordada na literatura académica com a mesma amplitude que o planeamento orçamental.

2.3. Execução orçamental

Segundo Jones and Thompson (1986) a execução orçamental é uma área que não tem sido abordada na literatura académica com a mesma amplitude que o planeamento orçamental.

2.4. Controlo e constrangimentos orçamentais

McCubbins (1985) afirma que o orçamento é utilizado como forma de controlo, através da delegação de competência do Governo nas entidades reguladoras, com o objetivo de justificar as decisões e linhas de ação por si definidas.

A literatura sugere que o controlo da execução orçamental, por parte do Governo, pode ser efetuado *ex ante* ou *ex post*. O controlo *ex ante* tem como objetivo monitorizar e orientar as organizações públicas, através de normativos legais, que descrevem as regras a observar. Entre outros, podem ser criados sob a forma de procedimentos que (i) limitam a execução, (ii) regulam a proporção da despesa que pode ser efetuada, face ao orçamento disponível, (iii) definem os fundos disponíveis ou (iv) restringem as transferências orçamentais. O controlo *ex post*, e uma vez que a execução orçamental já ocorreu, pretende orientar as decisões das organizações, desincentivando as ações que não se coadunam com as máximas de eficácia e eficiência (Jones & Thompson, 1986).

Van der Stede (2001) considera que não existe uma definição constante, na literatura académica, para o conceito de “constrangimentos orçamentais”, indiciando a sua mutabilidade. Não obstante, Hale (1997) afirma que estes podem estar relacionados tanto com a fase do planeamento orçamental como com a fase da execução orçamental.

Na vertente do planeamento orçamental, Calver, McCubbins and Weingast (1989) definem que o controlo político sobre o orçamento das organizações influencia o comportamento destas, através do poder de decisão e de influência direta no orçamento.

Por sua vez, na vertente da execução orçamental, Van der Stede (2001) evidencia que tanto o Governo como as organizações públicas, consideram que, no curto prazo, executar o orçamento na sua totalidade é essencial e prioritário. Neely et al. (2001) acrescentam que a abordagem tradicional age como uma barreira para a melhoria contínua, uma vez que o foco da organização está em atingir a meta, em vez de maximizar o potencial existente.

2.5. Questão de investigação

Brazer (1959) e Jones and Thompson (1986) identificam que a execução orçamental é uma fase de extrema importância para o ciclo orçamental. Consiste, não só na aplicação do orçamento aprovado, mas também na utilização de estratégias para responder a cenários não planeados, de forma a manter a flexibilidade orçamental e sem comprometer a eficácia da missão. (Dougherty et al., 2003; Cain et al., 2004).

A FAP está também sujeita a constrangimentos orçamentais, tanto de dimensão orçamental como de dimensão processual, que vão ter influência no desempenho eficaz e eficiente da missão (Alfa, 2019).

O facto da literatura, especialmente em Portugal, não abordar, com ênfase, o tema dos constrangimentos orçamentais associados à execução orçamental, aliado à necessidade de se obter respostas sobre os diversos constrangimentos que afetam a FAP, leva a que o presente trabalho se foque no impacto financeiro e operacional dos constrangimentos orçamentais que incidem na Organização. Considerando o exposto, a Questão de Investigação (QI) que o trabalho procura responder é: De que forma os constrangimentos orçamentais têm impacto na execução orçamental e na operacionalidade da FAP?

A QI propicia uma resposta holística dos constrangimentos orçamentais que afetam a FAP. Contudo, as P são criadas por forma a permitir compreender as respetivas consequências.

P1: Face às necessidades da FAP, entre os anos de 2008 a 2018, verifica-se um paradigma de sucessivo subfinanciamento.

P2a: As cativações consagradas na Lei de Orçamento de Estado (LOE) e no Decreto-Lei de Execução Orçamental (DLEO) têm em consideração a realidade da FAP.

P2b: As descativações proporcionam uma maior disponibilidade orçamental.

P3: Os FD promovem a eficiência e eficácia na gestão orçamental da FAP.

P4: Para além do subfinanciamento, cativações, FD e trâmites legais, existem outros constrangimentos orçamentais que afetam a Organização.

P5: Não obstante a existência de constrangimentos orçamentais, entre os anos de 2008 a 2018, a capacidade operacional da FAP manteve-se inalterada.

3. METODOLOGIA

O trabalho enquadra-se na metodologia qualitativa (Yin, 2015) e associada a características de uma investigação indutiva, holística e descritiva (Duarte, 2009).

A recolha de dados é obtida através da triangulação metodológica, combinando diferentes métodos de recolha de dados (Yin, 1981). De entre os diversos métodos de recolha de dados existentes (Denzin, 1978; Yin, 1981), surgem como os métodos mais adequados, nos quais assentam o presente trabalho, (i) as entrevistas qualitativas, (ii) a observação direta e (iii) a análise documental.

Os entrevistados, militares da área financeira ou operacional da FAP, foram codificados através do alfabeto fonético da Organização do Tratado do Atlântico Norte para preservar a identidade dos mesmos.

4. APRESENTAÇÃO DO CASO DE ESTUDO – A FORÇA AÉREA PORTUGUESA

4.1. Enquadramento legal da Força Aérea Portuguesa

As Forças Armadas (FFAA) são um pilar essencial da defesa nacional e constituem a estrutura do Estado, que tem como missão fundamental garantir a defesa militar da República. Com este propósito, o funcionamento das FFAA é orientado para a sua permanente preparação, tendo em vista a atuação face a qualquer tipo de agressão ou ameaça externa (Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas Portuguesas, 2014).

O Artigo 1.º da Lei Orgânica da Força Aérea (LOFA, 2014), estatui que a FAP, dotada de autonomia administrativa, integra a administração direta do Estado, através do Ministério da Defesa Nacional, regendo-se pelos normativos que lhe sejam aplicáveis.

A Lei de Bases da Contabilidade Pública (1990), no seu Artigo 2.º, define que os serviços e organismos da Administração Central dispõem de autonomia administrativa na realização da despesa, em atos de gestão corrente. Neste enquadramento, a FAP dispõe de receitas, provenientes das dotações atribuídas em Orçamento de Estado (OE) e de Receita Própria (RP), despendidas para satisfazer as suas necessidades (LOFA, 2014).

4.2. Execução orçamental em Portugal

O Artigo 18.º da LEO (2015) estabelece que, na prossecução da política orçamental, os compromissos assumidos e a despesa realizada devem (i) concretizar os objetivos das organizações públicas, através da utilização do mínimo de recursos possíveis, (ii) atingir um

acréscimo de produtividade com a menor execução de despesa e (iii) garantir a utilização dos recursos mais adequados para o fim pretendido, ou seja, devem estar sujeitos aos princípios de economia, eficiência e eficácia.

A Execução orçamental corresponde à concretização das previsões orçamentais, na estrita observação dos princípios da legalidade, regularidade orçamental e boa gestão financeira, presentes no Artigo 52.º da LEO (2015), bem como às normas descritas no DLEO, publicado anualmente pelo Governo.

Conforme o Artigo 5.º da Lei dos Compromissos e dos Pagamentos em Atraso (LCPA) (LCPA, 2012), a execução orçamental está dependente da atribuição de FD, ou seja, da disponibilidade de verbas para efetivar compromissos nos três meses seguintes, líquidas de cativos, considerando que os compromissos não podem ultrapassar os FD atribuídos.

4.3. Componente operacional

É necessário contextualizar diversos conceitos, nomeadamente (i) as HV planeadas, que têm em consideração as HV necessárias para cumprir as missões atribuídas, para o treino e para a qualificação dos tripulantes, ajustadas ao ciclo de gestão anual, (ii) as HV atribuídas, que representam as HV possíveis de executar, com o orçamento atribuído, e que afeta diretamente a capacidade operacional, (iii) as HV executadas, que traduzem as efetivamente cumpridas, (iv) as aeronaves atribuídas, que representam o quantitativo necessário para o cumprimento integral da missão, (v) as aeronaves disponíveis, que tem em consideração as aeronaves prontas e em manutenção e (vi) as aeronaves prontas, que representam as aeronaves aptas para voar (EMFA, 2008). Por fim, para efeitos deste trabalho, considera-se como tripulantes qualificados, os que se encontram qualificados para desempenhar todas as missões inerentes à aeronave que operam.

4.4. Fonte de financiamento

O orçamento da FAP integra os montantes provenientes das diversas Fontes de Financiamento (FF), identificando-se quatro fases: (i) o Orçamento Planeado (OP), que reflete o orçamento proposto pela FAP, de acordo com as suas necessidades e diretivas internas, (ii) o Orçamento Atribuído (OA), que representa o orçamento aprovado para a FAP, (iii) o Orçamento Executado (OEX), que corresponde à parcela do orçamento final que foi executada e o (iv)

Orçamento Final (OF), que materializa o OA, líquido de cativos, com eventuais reforços e descativações, independentemente de os montantes terem sido executados na totalidade.

Por sua vez, o orçamento é composto por (i) Receitas Gerais (RG), que estão dependentes da atribuição da Tutela, (ii), RP, que estão conexas com a capacidade da Organização em gerar receita para executar posteriormente, (iii) pela Lei de Programação Militar (LPM) (LPM, 2019), constituindo um orçamento plurianual, determina o programa de financiamento das FFAA em matéria de armamento e equipamento, (iv) pela Lei das Infraestruturas Militares (LIM, 2019), que corresponde ao programa de investimento que tem em vista a conservação e edificação de infraestruturas afetas à defesa nacional, (v) pelo Programa de Investimentos e Despesas de Desenvolvimento da Administração Central, que corresponde ao programa de investimento destinado à Administração Central e (vi) pelos Fundos Europeus, verbas comparticipadas por fundos europeus e atribuídos à FAP. Apesar de não ser considerada como uma FF, existem verbas especificamente atribuídas às Forças Nacionais Destacadas, que são transferidas para o orçamento da FAP no decorrer do ano.

4.5. Cativações

Segundo o Conselho das Finanças Públicas (2008), a cativação representa uma retenção de parte dos montantes orçamentados, traduzida numa redução da dotação disponível dos serviços e organismos. A descativação, concretizada pela libertação das verbas cativadas, é sujeita à autorização do Ministro das Finanças, após autorização do Ministro da Tutela.

4.6. Fundos disponíveis

No ano de 2013, pelo Decreto-Lei de Execução Orçamental n.º 36/2013, é estabelecido o regime de FD, passando a execução a reger-se por esse regime. De acordo com o Artigo 3.º da LCPA (2012), entende-se como FD: as verbas disponíveis a muito curto prazo, que incluem, quando aplicável e desde que não tenham sido comprometidos ou gastos:

- (i) Dotação corrigida líquida de cativos relativa aos três meses seguintes;
- (ii) Transferências ou subsídios com origem no OE relativos aos três meses seguintes;
- (iii) Receita própria que tenha sido cobrada ou recebida como adiantamento;
- (iv) Previsão da receita efetiva própria a cobrar nos três meses seguintes;
- (iv) Empréstimos contraídos;

(vi) Transferências decorrentes de programas e projetos do Quadro de Referência Estratégico Nacional, cujas faturas se encontrem liquidadas e devidamente certificadas ou validadas;

(vii) Outros montantes autorizados nos termos do Artigo n.º 4.

In Lei dos Compromissos e Pagamentos em Atraso (2012)

Com a entrada em vigor da LCPA (2012), a verba disponível é calculada segundo o conceito de FD e o valor dos compromissos não pode ultrapassar esse montante. Salienta-se que, apesar do cálculo dos FD estar definido pelo próprio conceito, os vários DLEO, publicados anualmente, referem que os FD podem ser alvo de redução, com vista ao cumprimento de metas orçamentais.

Para efeitos deste trabalho, são apenas analisados os pontos (i) e (ii) do conceito de FD supramencionado, uma vez que é nas verbas de RG que existem os preponderantes constrangimentos orçamentais associados ao mecanismo de FD.

5. RESULTADOS

Efetuada a Revisão de Literatura, definidos os conceitos essenciais e apresentado o caso de estudo, impõe-se a apresentação dos resultados.

5.1. Subfinanciamento

Da análise do orçamento da FAP, fica patente a possibilidade de segregar a despesa em três grandes finalidades, designadamente o funcionamento, o investimento e as despesas com o pessoal. Uma vez que o efetivo das FFAA é determinado em diploma legal próprio, as despesas com o pessoal são um fator externo à FAP e não revertem para o funcionamento e sustentação dos sistemas de armas, pelo que não é considerado na análise do presente trabalho.

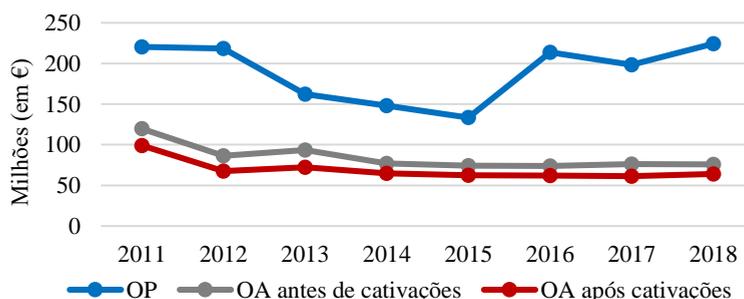


Figura 1 – Comparação entre o OA, AO antes de cativações e OA após cativações

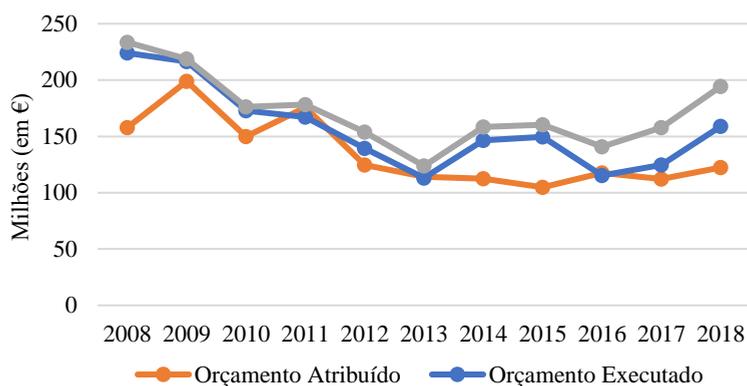


Figura 2 – Evolução do OA, OEX e OF

Na análise da Figura 1, fica patente que as cativações restringem o OA, exacerbando a diferença para o OP. No entanto, para se poder comparar o OP com o OA efetivamente disponível para executar, deve-se considerar o OA após a cativações. Verifica-se que o distanciamento entre o OP e o OA após cativações é acentuado, testemunhando que os plafonds atribuídos são sucessivamente inferiores aos solicitados.

Por simplificação, nas análises subseqüentes, sempre que seja referido OA, considera-se o orçamento aprovado após cativos, expurgado das despesas com o pessoal.

A Figura 2 evidencia que o OEX acompanha o comportamento do OF e que, à exceção dos anos de 2011, de 2013 e de 2016, o OEX é superior ao OA, comprovando que as necessidades são, efetivamente, superiores ao orçamento inicialmente atribuído. Fazendo uma conexão com a Figura 1, que constata que o OP é superior OA, pode-se inferir que as necessidades planeadas pela FAP são reais e que existe um paradigma de subfinanciamento.

Historicamente, a FAP evidencia orçamentos deficitários. CEMFA (2017b, p. 5) refere que a “componente de receitas gerais atribuída, não é suficiente para fazer face aos encargos assumidos e a assumir”, destacando a situação deficitária do financiamento do Regime de Esforço (RE) (CEMFA, 2017a). De forma abrangente, CEMFA (2018b, p. 1) afirma que o constante subfinanciamento da FAP resulta numa “componente operacional inquestionavelmente afetada”. Neste enquadramento, o OA é fortemente limitado, face às reais necessidades da FAP (EMFA, 2011, 2012, 2018). Alfa (2019), Charlie (2019) e Delta (2019) referem que é observável um contínuo subfinanciamento do orçamento atribuído à FAP, que perdura há quase uma década.

Considerando a Figura 1 e a Figura 2, complementadas com as informações dos vários

documentos e entrevistas, é possível responder afirmativamente à P1, confirmando-se a existência de um paradigma de subfinanciamento, face às necessidades da Organização.

5.2. Cativações

As cativações materializam um mecanismo de redução do OA, agravando a situação de subfinanciamento, conforme preconizado por Alfa (2019). Acresce que se forem realizadas sem critério nem adaptação, à realidade organizacional da FAP, têm um especial impacto no combustível operacional, por representar um recurso fortemente subfinanciado e com consequências inevitáveis na atividade da Organização (EMFA, 2017). Acresce que, a publicação cada vez mais tardia das cativações, estabelecidas no DLEO, reduz o OA já no decorrer do ano económico, o que afeta o planeamento e obriga a novos ajustamentos, promovendo a instabilidade orçamental (Alfa, 2019).

As cativações sem critério nem adaptação à realidade organizacional da FAP, têm um especial impacto no combustível operacional, por representar um recurso fortemente subfinanciado e com consequências inevitáveis na atividade da Organização (EMFA, 2017). Acresce que, a publicação cada vez mais tardia das cativações, estabelecidas no DLEO, reduz o OA já no decorrer do ano económico, o que afeta o planeamento e obriga a novos ajustamentos, promovendo a instabilidade orçamental (Alfa, 2019).

Tendo em consideração o exposto, a P2a é refutada, constatando que a LOE e o DLEO consagram cativações sem ter em atenção a especificidade inerente à Organização, condicionando a regular execução orçamental e, conseqüentemente, a capacidade operacional da FAP.

Conforme espelhado na Tabela 1, as descativações são efetuadas, maioritariamente, em novembro (39,6%) e em dezembro (31,6%), num acumulado de 71,1%. A partir do ano de 2013, as descativações, quando existem, são predominantemente em dezembro. Alfa (2019) refere que “para além das descativações suprimirem apenas as necessidades de curto prazo, exaustivamente justificadas perante a Tutela, estas são realizadas no limiar temporal para a realização do procedimento aquisitivo”.

Neste âmbito, é de salientar que a descativação de verbas pode ser inconsequente. Em primeiro lugar, uma descativação processada tardiamente, condiciona a utilização dos montantes disponibilizados em processos de maior complexidade. Procedimentos aquisitivos como o concurso público ou o concurso público internacional, por força dos prazos legais inerentes e dos

alargados prazos de entrega de material aeronáutico, de elevado nível tecnológico, não são passíveis de serem utilizados, sob pena da execução só se consubstanciar no ano seguinte, numa realidade em que não se verifica a transição de saldos de RG e, no caso das RP, carece de autorização (EMFA, 2016, 2017, 2018).

Tabela I - Valor e Momento das Descativações (em Euros)

MÊS	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	CATIVAÇÃO
JAN	0	0	0	0	2,69	0	0	0	0	0	0	1,6%
FEV	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%
MAR	0	0	0	1,44	0	0	0	0	0	0	0	0,8%
ABR	0	0,79	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5%
MAI	0	1,40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8%
JUN	0	0	0,30	15,11	0	0	0	0	0	0	0	9,0%
JUL	0	0	0	0	0	7,36	0	0	0	0	0	4,3%
AGO	0	0	0	0	8,30	0	0	0	0	0	0	4,8%
SET	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,6%
OUT	0	0	11,02	0	0	0	0	0	0	0	0	6,4%
NOV	27,50	28,26	9,75	0,25	0	0	0	0	0	0	2	39,6%
DEZ	8,73	5,40	2,10	5,48	0	9,22	0	0	4,96	14,79	3	31,6%
CATIVAÇÃO		14 e										
ÃO	0 e 18	1	9	19	/	5	/	/	9	23	1	
DIA(S)		5										

Desta forma, apesar da descativação provocar um aumento do orçamento disponível, pode não representar um acréscimo na capacidade orçamental para executar. Uma descativação sem atribuição dos respetivos FD apenas inflaciona o OA, com a conseqüente redução da percentagem do OEX, o que estabelece um constrangimento mútuo entre as cativações e os FD.

Assim, a P2b não é uma verdade incondicional, pelo facto de existirem situações que, apesar da descativação, não representam um aumento da disponibilidade orçamental.

5.3. Fundos disponíveis

O mecanismo de FD, introduzido pela LCPA (2012), consubstancia-se na execução do orçamento com um horizonte temporal de 3 meses. Este paradigma, de uma execução orçamental de curto prazo, sem a disponibilidade total das verbas para compromissar no início do ano, cria constrangimentos no planeamento e na execução (Golf, 2019).

Constituindo o desfasamento entre o ciclo das necessidades da FAP e a atribuição dos FD, uma realidade identificada, acresce que os FD atribuídos têm sido, sucessivamente, inferiores aos FD calculados, condicionando, de forma substantiva, a execução orçamental (CEMFA, 2017b).

Tabela II - Corte de Fundos Disponíveis

MÊS	2017: ANTES DE REFORÇO		2018: ANTES DE REFORÇO E SEM PESSOAL	
	Corte (em €)	Corte (em %)	Corte (em €)	Corte (em %)
JAN	14.228.675	20,8	9.793.042	52,5
FEV	19.985.030	21,3	9.385.124	33,2
MAR	24.301.958	20,7	13.309.919	34,8
ABR	17.397.208	12,3	15.978.023	34,8
MAI	17.350.976	10,5	15.369.957	28,7
JUN	8.134.237	4,3	1.564.711	2,5
JUL	11.965.489	5,5	-881.440	-1,3
AGO	12.016.000	5,0	-4.474.077	-5,8
SET	19.184.027	7,2	-2.352.132	-2,7
OUT	10.135.105	3,5	-3.582.171	-3,8
NOV	2.097.318	0,7	13.286.308	13,4
DEZ	8.458.740	2,8	4.872.841	4,9

Na Tabela II constata-se que nos anos de 2017 e de 2018, houve um acréscimo percentual durante todo o ano, mas com maior ênfase nos primeiros meses. Em janeiro de 2018, o corte atinge um máximo de 52,5%, o que representa uma diminuição de FD no montante de 9.793.042 euros, relativamente aos FD calculados. Apesar de, nos meses subsequentes, existir uma redução percentual de corte, a situação permanece até final do ano, materializando um corte efetivo de 8.458.740 euros no ano de 2017 e de 4.872.841 euros no ano de 2018.

O corte não é o único vetor a equacionar no mecanismo dos FD. O atraso recorrente na sua atribuição vem, também, afetar o planeamento e a execução orçamental da FAP. Segundo CEMFA (2018a), o atraso inviabiliza qualquer planeamento preconizado, para que o efeito das insuficiências orçamentais não seja agravado. O atraso culmina no ano de 2017, com uma média de 24 dias. Salienta-se o facto de existirem atribuições a serem efetuadas no mês seguinte ao pressuposto. Este paradigma retira a “possibilidade de registo de compromissos por conta

daquele mês, tornando temporalmente inviável o cumprimento de um limite que só é conhecido depois do mês terminar” (CEMGFA, 2018, p. 2), para além de se materializar num incumprimento da LCPA (2012), por parte da Direção Geral do Orçamento. Echo (2019) refere que a redução e libertação intempestiva dos FD, causa dificuldades na eficiência e eficácia.

Deste modo, a P3 não é verdadeira, visto que o mecanismo de FD não promove a eficiência e eficácia na gestão orçamental.

5.4. Trâmites legais

O Manual de Procedimentos da LPCA (2012), determina que o registo das despesas deve observar a seguinte ordem: (i) encargos do ano anterior por pagar; (ii) despesas permanentes; (iii) componente anual de compromissos plurianuais; (iv) despesas do mês. Neste enquadramento, até agosto de 2017, as despesas permanentes com o pessoal, por terem prioridade face às despesas de funcionamento do mês, consumiam grande parte dos FD atribuídos, dado o peso do orçamento de pessoal. Segundo Delta (2019), este dogma impossibilitava a execução das despesas de funcionamento da FAP. A partir de setembro de 2017, os FD passaram a ser desagregados por pessoal e funcionamento, mantendo-se os cortes.

Salienta-se que o combustível operacional, quando não associado a encargos plurianuais, enquadra-se nas despesas de funcionamento, não tendo prioridade sobre os restantes encargos (CEMFA, 2018a), não obstante ser essencial à atividade operacional. A partir do ano de 2018, os encargos com o combustível operacional passaram a enquadrar a natureza de encargo plurianual, após as respetivas autorizações.

Tabela III - Tempo Médio dos Procedimentos da DMSA

	AJUSTE DIRETO <5000€	AJUSTE DIRETO E CONSULTA PRÉVIA		CONCURSO PÚBLICO				
		anual	plurianual	normal		internacional		urgente
				Annual	plurianual	anual	plurianual	
N.º TOTAL DE PROCESSOS	447	165	3	32	11	5	10	3
N.º DE PROCESSO	393	97	3	18	7	4	7	1
MÉDIA (EM DIAS)	12,7	51,5	198	114	177,1	179	189,9	27

A Tabela III representa a observação direta realizada na Direção de Manutenção de Sistemas de Armas (DMSA), até ao dia 17 de setembro de 2019, onde foram observados 676 procedimentos de contratação pública. Da sua análise, conclui-se que os procedimentos mais utilizados, assim como os respetivos tempos médios de adjudicação, foram os seguintes: (i) ajuste direto simplificado, com 13 dias; (ii) ajuste direto e consulta prévia, com 52 dias; (iii) concurso público, com 114 dias; (iv) concurso público internacional, com 179 dias. Desta forma, apenas pela análise da fase de adjudicação, que não tem em consideração os prazos de entrega, é possível observar que, caso os processos sejam iniciados nos últimos meses do ano, os tempos inerentes aos diversos procedimentos do Código dos Contratos Públicos (2008) podem dificultar a concretização dos mesmos.

Cain et al. (2008) enunciam que a flexibilidade orçamental é preponderante como meio para alcançar uma execução adequada à realidade organizacional. No entanto, os trâmites legais existentes vão reforçar o controlo e limitar a sua aplicabilidade, incapacitando a Organização de proceder a uma gestão flexível do orçamento.

5.5. Outros constrangimentos orçamentais

Alfa (2019) evidencia a dívida de terceiros como um constrangimento a ter em consideração. EMFA (2013b, 2014b, 2017) suporta a afirmação, salientando que, no ano de 2017, o valor da dívida ascendeu a um máximo de 38.309.808 euros.

No que concerne o relato produzido, no contexto atual, apesar de essencial (Foxtrot, 2019) e poder contribuir para a tomada de decisão (Delta, 2019), representa um constrangimento, por consumir tempo (Golf, 2019), agravado pela escassez de recursos humanos (Charlie, 2019) e pelo facto de, na generalidade, ser inconsequente (Alfa, 2019).

Face aos constrangimentos apresentados pelos diversos entrevistados, é possível confirmar a P4, considerando que existem outros constrangimentos orçamentais, para além dos mormente referidos.

5.6. O Impacto na componente operacional

O sucessivo impacto de constrangimentos orçamentais não é inócuo. Testemunha esse facto a componente operacional da FAP.

Segundo EMFA (2008) é determinado que a ponderação dos rácios (i) HV executadas face às atribuídas, (ii) tripulantes qualificados face aos colocados e (iii) aeronaves prontas face às disponíveis, deve atingir o valor de referência de 75%, padrão mínimo do RE da FAP.

Pela sua relevância, o impacto dos constrangimentos tem sido identificado e mencionado em vários documentos produzidos pela FAP, nomeadamente:

Fruto do desinvestimento na regeneração de potencial das frotas, consequência direta da falta de financiamento da componente “operação e manutenção”, a que se adicionam os trâmites legais para a efetivação dos procedimentos contratuais associados e a disponibilidade orçamental, muitas vezes, temporalmente, dispersa, não permitindo uma utilização eficiente dos recursos disponíveis, a prontidão das aeronaves tem baixado para níveis históricos.

In CEMFA (2017b, p. 9)

De acordo com CEMFA (2018b, p. 7) é descrito que os constrangimentos orçamentais afetam a componente operacional, tanto ao nível da sustentação como da regeneração, enumerando casos como a “continuada diminuição da taxa de prontidão das aeronaves”, o “número de horas de voo disponíveis limita a qualificação e treino operacional das tripulações” e que “se tem vindo a atingir, progressivamente, e em diversas áreas, patamares críticos de funcionamento”. Alfa (2019) complementa, afirmando que os constrangimentos verificados levam à erosão das aeronaves, das HV e da qualificação dos tripulantes.

Em consequência dos constrangimentos orçamentais impostos, a atividade da FAP caminha para uma situação em que as aeronaves deixam de ter capacidade operacional para cumprir todas as missões que lhe são incumbidas, no âmbito nacional e internacional (CEMFA, 2017b).

A Tabela IV espelha, na generalidade dos anos considerados, um rácio de HV executadas face às atribuídas acima dos 95%, traduzindo-se num input favorável para o cálculo da ponderação da capacidade operacional. Contudo, à exceção do ano de 2013, as HV atribuídas foram sucessivamente inferiores às HV planeadas. Neste sentido, Foxtrot (2019) sustenta a observação realizada, mencionando que as HV atribuídas não garantem as HV estabelecidas como essenciais para garantir o cumprimento das missões, do treino e da qualificação proficiente dos tripulantes.

Tabela IV - Horas de Voo, Aeronaves e Tripulantes

		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Horas de Voo (HV)	Planeadas	ND	ND	24.230	24.180	ND	16.482	23.150	23.154	23.154	23.150	22.600
	Atribuídas	22.980	23.516	23.790	19.471	16.875	16.482	18.112	19.062	17.700	18.500	17.545
	Executada	20.571	22.223	23.296	19.436	14.972	16.401	17.726	18.125	16.821	18.647	17.413
	Executadas/Atribuídas	89,5%	94,5%	97,9%	99,8%	88,7%	99,5%	97,9%	95,1%	95,0%	100,8%	99,3%
N.º de Aeronaves	Atribuídas	137	142	130	130	113	113	ND	100	ND	124	98
	Disponíveis	94,13	99,01	96,86	91,15	79,42	68,86	ND	65,84	60,36	75,8	53,63
	Prontas	54,28	55,76	60,36	56,85	53,7	50,97	ND	39,88	37,06	39,37	37,33
	Prontas/Disponíveis	57,7%	56,3%	62,3%	62,4%	67,6%	74,0%	61,5%	60,6%	61,4%	51,9%	69,6%
Tripulantes	Colocados	/	/	/	/	355	353	337	335	342	351	370
	Qualificados	/	/	/	/	85	76	60	82	81	108	112
	Qualificados/Colocados	61%	59%	/	/	23,9%	21,5%	17,8%	24,5%	23,7%	30,8%	30,3%
Eficácia Regime de Esforço (%HV * %Aeronaves * %Tripulantes)		31,5%	31,4%	/	/	14,3%	15,8%	10,7%	14,1%	13,8%	16,1%	20,9%

Elaboração própria, com base em informação dos Relatórios de Gestão da FAP e dados internos, entre os anos de 2008 a 2018.

No que concerne às aeronaves, nos anos em análise, o número de aeronaves disponíveis decresceu substancialmente, de 94,13 para 53,6. Paralelamente, o número de aeronaves prontas, no período considerado, diminuiu de 54,28 para 37,33. O rácio das aeronaves prontas face às disponíveis manteve-se sempre inferior ao padrão mínimo de 75%.

Na análise realizada aos tripulantes, a percentagem de qualificação é bastante reduzida. No ano de 2018, apenas 30% dos tripulantes estavam totalmente qualificados, afetando a capacidade de resposta da Organização. A título comparativo, no ano de 2008, a percentagem de tripulantes qualificados situava-se nos 61%.

Tendo em consideração a ponderação dos três critérios mencionados, que concretizam a eficácia do RE, o resultado tem sido significativamente inferior aos 75% de referência. É de salientar os anos de 2012 a 2017, onde a eficácia do RE foi inferior a 20%. Esta situação revela que a FAP, face aos diversos constrangimentos que afetam a Organização, tem perdido capacidade operacional, essencial ao cumprimento da missão. Em 2018, a taxa foi de 20,9%.

Conjugando todas as declarações prestadas pelos entrevistados, assim como as informações obtidas nos diversos documentos, produzidos por várias entidades, é possível refutar a P5. É patente que a ponderação do rácio apresenta uma tendência negativa, demonstrando que a capacidade operacional tem sido afetada.

6. CONCLUSÃO

O contexto da última década, caracterizado pelos acentuados constrangimentos orçamentais verificados, onde a FAP se enquadra, impôs uma necessidade definir as prioridades

de forma criteriosa, de racionalizar os recursos e concretizar uma execução e um controlo rigoroso (EMFA, 2018).

O presente trabalho tem como propósito contribuir para este desiderato, centrando-se na identificação e na compreensão dos constrangimentos orçamentais que afetam a vertente financeira e operacional da FAP, materializado na QI “De que forma os constrangimentos orçamentais têm impacto na execução orçamental e na operacionalidade da Força Aérea Portuguesa?”.

Para este objetivo, recorre-se à triangulação metodológica, onde é analisada a informação proveniente de entrevistas, da observação direta do orçamento e da análise documental. Da investigação realizada, é possível retirar as seguintes conclusões.

Na Revisão de Literatura, evidencia-se o papel do orçamento enquanto ferramenta de gestão num cenário de constrangimentos orçamentais diversos. Através do exposto nos Resultados, verifica-se que a utilização (i) de limites no planeamento orçamental, (ii) das cativações e (iii) dos FD, provoca o aumento do controlo organizacional e a diminuição da flexibilidade orçamental.

Como constrangimentos orçamentais, identificam-se (i) o subfinanciamento, (ii) as cativações, (iii) os FD, (iv) os trâmites legais, (v) a dívida de terceiros e (vi) o relato produzido.

No que concerne ao subfinanciamento, confirma-se a P1. Na análise efetuada, é possível aferir que o OP, exclusivamente com as FF de RG, RP e LPM, é superior ao OA, em todos os anos de análise. Complementarmente, considerando todas as FF, à exceção do ano de 2011, de 2013 e de 2016, o OEX é superior ao OA, confirmando a situação crítica de subfinanciamento.

No que concerne às cativações, refuta-se a P2a, considerando que as cativações legalmente definidas não têm em conta a realidade organizacional, nomeadamente os efeitos na componente operacional, agravando a situação de subfinanciamento. Ainda neste âmbito, relativamente às descativações, considera-se que a P2b não é uma verdade incondicional, pois nem sempre as descativações resultam num acréscimo da disponibilidade orçamental, por motivos temporais ou de não atribuição de FD proporcionais, o que provoca um aumento OF e, por consequência, uma redução da percentagem de OEX.

No que concerne aos FD, é refutada a P3, considerando que as vicissitudes associadas aos FD, designadamente o atraso e o corte, agravam o subfinanciamento e criam um protelamento na execução das necessidades, gerando um contexto de instabilidade orçamental. Na investigação efetuada, é patente a existência de outros constrangimentos para além dos

identificados à priori, pelo que é confirmada a P4. Na análise documental, identificam-se a dívida de terceiros, como fator que agrava o subfinanciamento, e o relato produzido, por ser inconsequente, num cenário de recursos humanos escassos.

No âmbito operacional, é comprovado que os constrangimentos orçamentais, perpetuados no tempo, afetaram substancialmente a capacidade operacional, refutando a P5. A análise realizada aos dados históricos revela que a capacidade operacional da FAP tem decrescido ao longo dos anos, afastando-se substancialmente dos mínimos exigidos, colocando em causa o desempenho e o cumprimento da missão da Organização.

No culminar da investigação, e tendo a QI como princípio norteador do trabalho, ficam patentes os impactos negativos dos constrangimentos orçamentais identificados, que visam, maioritariamente, a estabilidade financeira do país, alheando-se dos objetivos de eficácia e eficiência organizacional. Contudo, os efeitos na capacidade operacional são incontestáveis, quando se observa uma realidade de decréscimo nas HV atribuídas, das aeronaves prontas e dos tripulantes qualificados.

Independentemente dos constrangimentos verificados, a FAP vai sempre procurar fazer mais e melhor, à mais pequena solicitação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] American Institute of Certified Public Accountants. (2018). *Audit and Accounting Guide: State and Local Governments*, American Institute of certified Public Accountants.
- [2] Bhimani, A., Foster, G., Horngren, C. T., & Datar, S. (2008). *Management and Cost Accounting* (4). Harlow Pearson.
- [3] Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Porto Editora.
- [4] Brazer, H. (1959). State Budget Systems and State Expenditures. *Proceedings of the Annual Conference on Taxation under the Auspices of the National Tax Association*, 52, 296-305.
- [5] Cain, C., Choudhury, E., & Clingermayer, J. (2004). Turnover, Trust, and Transfers: An Examination of Local Government Budget Execution. *International Journal of Public Administration*, 27(8 & 9), 557-576.
- [6] Calvert, R., McCubbins, M., & Weingast, B. (1989). A Theory of Political Control and Agency Discretion. *American Journal of Political Science*, 33(3), 588-611.
- [7] Conselho das Finanças Públicas (2018), Glossário de Termos de Finanças Públicas. Disponível em: <https://www.cfp.pt/glossario/cativacao-conceito-de-contabilidade-publica> [Acesso em: 07/06/2019]
- [8] Denzin, N. (1978). *The Research Act: A Theoretical Introduction to Sociological Methods*. New York: McGraw-Hill.
- [9] Dougherty, M., Klase, K., & Song, S. (2003). Managerial Necessity and the Art of Creating Surpluses: The Budget-Execution Process in West Virginia Cities. *Public Administration Review*, 63(4), 484-497.
- [10] Hale, G. (1977). State Budget Execution: The Legislature's Role. *National Civic Review*, 66, 284-290.
- [11] Jones, L., & Thompson, F. (1986). Reform of Budget Execution Control. *Public Budgeting & Finance*, 6(1), 33-49.
- [12] McCubbins, M. (1985). The Legislative Design of Regulatory Structure. *American Journal of Political Science*, 29(4), 721-748.
- [13] Van der Stede, W. (2001). Measuring "Tight Budgetary Control". *Management Accounting Research*, 12(1), 119-137.
- [14] von Hagen, I., Harden, I. (1995). Budget Processes and Commitment to Fiscal Discipline. *European Economic Review*, 39(3-4), 771-779.
- [15] Yin, R. (1981). The Case Study as a Serious Research Strategy. *Science Communication*, 3(1), 97-114.
- [16] Yin, R. (2015). *Qualitative Research from Start to Finish* (2). New York: Guilford Press.
- [17] Zainal, Z. (2007). Case Study as a Research Method, 5. *Jurnal Kemanusiaan*.

Diplomas Legais

- [18] Assembleia da República (1990). Lei n.º 8/90, de 20 de fevereiro – Lei de Bases da Contabilidade Pública.

- [19] Assembleia da República (2009). Lei Orgânica n.º 6/2014, de 1 de setembro – Lei Orgânica de Bases das Forças Armadas, aprovada pela Lei n.º 31-A/2009, de 1 de setembro.
- [20] Assembleia da República (2015). Lei n.º 22/2015, de 17 de março – Lei dos Compromissos e dos Pagamentos em Atraso, aprovada pela Lei n.º 8/2012, de 21 de fevereiro.
- [21] Assembleia da República (2018). Lei n.º 37/2018, de 07 de agosto – Lei de Enquadramento Orçamental, aprovada pela Lei n.º 151/2015, de 11 de setembro.
- [22] Assembleia da República (2019a). Lei Orgânica n.º 2/2019, de 17 de junho – Lei de Programação Militar.
- [23] Assembleia da República (2019b). Lei Orgânica n.º 3/2019, de 3 de setembro – Lei de Infraestruturas Militares.
- [24] Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações (2018). Decreto-Lei n.º 33/2018, de 15 maio – Código dos Contratos Públicos, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 18/2008, de 29 de janeiro.

Apontamentos, Memorandos e Instrumentos de Planeamento Militar

- [25] Chefe do Estado-Maior General das Forças Armadas (CEMGFA) (2018). Apontamento, de 29 de maio – Fundos Disponíveis – Caracterização dos Impactos na Operacionalidade das Forças Armadas.
- [26] Chefe do Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA) (2017a). Memorando n.º 05/17, de 17 de março.
- [27] Chefe do Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA) (2017b). Memorando n.º 08/17, de 04 de outubro – Situação Orçamental da Força Aérea – Constrangimentos.
- [28] Chefe do Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA) (2018a). Apontamento n.º 01/18, de 10 de outubro – Constrangimentos da Execução Financeira e Orçamental no Corrente Ano.
- [29] Chefe do Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA) (2018b). Memorando n.º 03/18, de 29 de maio – Situação Orçamental da Força Aérea – Constrangimentos.
- [30] Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (2008). Relatório de Gestão de 2008.
- [31] Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (2011). Relatório de Gestão de 2011.
- [32] Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (2012). Relatório de Gestão de 2012.
- [33] Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (2013b). Relatório de Gestão de 2013.
- [34] Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (2014b). Relatório de Gestão de 2014.
- [35] Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (2016). Relatório de Gestão de 2016.
- [36] Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (2017). Relatório de Gestão de 2017.
- [37] Estado-Maior da Força Aérea (EMFA) (2018). Relatório de Gestão de 2018.

CUSTO DO ENVOLVIMENTO DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA NO COMBATE A INCÊNDIOS



Autor

André Miguel dos Reis Rocha Pereira, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em
Aeronáutica Militar na especialidade de Administração Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Professor João Cipriano
Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa.

Coorientador

Joana Gaio, Capitão de Administração Aeronáutica
Estado-Maior da Força Aérea, Alfragide.

Resumo: A emergência pública de reforçar a capacitação do sistema nacional de prevenção e combate a incêndios, na sequência da vaga ocorrida em 2017, determinou a atribuição à Força Aérea Portuguesa uma missão global de gestão e comando centralizado dos meios aéreos contratados e utilizados nesse âmbito.

Esta nova missão gera custos para este ramo das forças armadas portuguesas sendo necessário estabelecer procedimentos que permitam o seu apuramento.

Tendo como pano de fundo os dados disponíveis sobre incêndios e área ardida em Portugal e na União Europeia, procedeu-se a uma análise ao modo de como as forças armadas se envolvem no combate a incêndios, em vários países em que esse tema assume grande relevo e importância.

Por outro lado, efetuou-se uma incursão a conceitos essenciais de contabilidade analítica e de gestão, que permitem enquadrar um sistema de custeio a criar neste âmbito. Tendo como objetivo contribuir para um sistema de recolha e apuramento do custo desta missão na Força Aérea Portuguesa, efetuou-se um levantamento custos e estabeleceu-se um esquema visando determinar, aos vários níveis, o modo como os custos diretos e indiretos, associados às várias atividades contribuem para a formação do custo global.

Tendo presente as muitas e relevantes atribuições da Força Aérea Portuguesa, na gestão de meios aéreos e no apoio à prevenção e combate dos incêndios, criou-se um esquema de custeio tendo-se ainda procedido ao ensaio da sua aplicação, ao ano de 2019, com recurso a dados reais e estimados.

Palavras-chave: Incêndios; Contabilidade Analítica; Força Aérea Portuguesa; Meios Aéreos

1. INTRODUÇÃO

Portugal ocupa uma das posições mais elevadas do *ranking* de áreas ardidas e de incêndios florestais da Europa, tendo sido apurados mais de 1.392.500 hectares de área ardida nos últimos 10 anos (PORDATA, 2019), verificando-se a tendência para o aumento do número de incêndios florestais durante a próxima década.

Posto isto deverá ser obrigação do Estado, no seu dever de proteção da população e do património, se fazer dotar de recursos e capacidades para o combate eficaz dos incêndios florestais. O Estado deve dispor de uma estrutura de comando e controlo de meios, sejam eles Humanos, terrestres ou aéreos capazes de satisfazer as necessidades que a situação geográfica e climatérica impõe. Não obstante os meios aéreos serem um grande auxílio ao combate aos

incêndios, estes não são os responsáveis pela sua extinção, sendo o combate a um incêndio vencido no terreno e, só nesse plano, se pode garantir que o mesmo está efetivamente extinto e que não ocorrerão reacendimentos (Autoridade Nacional de Proteção Civil, 2009).

Um eficiente combate às chamas, exige uma eficiente gestão dos recursos finitos disponíveis. Para os autores, Datar e Rajan (2018), perceber como é que se evoluem os custos é crítico para que uma organização, grande ou pequena, possa ter sucesso. As entidades de um dado setor detêm o desafio de gerar serviços que garantam a satisfação da população com a utilização de recursos limitados (Datar & Rajan, 2018).

Assim, a Força Aérea Portuguesa (FAP), enquanto organização do Estado que presta um serviço de carácter público, é obrigada a compreender o impacto que determinado serviço tem e como este poderá ser melhorado. A própria organização define, no seu plano de atividades, que em confrontação “com um ambiente alargado de incerteza económica global e de enorme exigência de gestão, caracterizado por uma forte contenção orçamental e conseqüente limitação de recursos, assume especial relevância garantir um planeamento criterioso de todas as atividades a desenvolver” (Força Aérea Portuguesa, 2017, p. 1).

Neste trabalho foi utilizado o método de custeio tradicional e dividiu-se em 3 grandes grupos: a contratação e gestão de meios locados, a gestão de meios aéreos dos Estado afetos ao combate a incêndios, e a gestão de meios próprios da FAP quando usados na prevenção e combate a incêndios.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os incêndios têm vindo a tornar-se um problema económico e social tanto a nível nacional, como mundial, e Portugal enfrenta atualmente um problema estrutural de ordenamento do território, em que o fenómeno do aumento das temperaturas médias e do aquecimento global têm vindo a constituir uma grave ameaça à segurança das populações e ao potencial de desenvolvimento do país (Marques & Antunes, 2009).

Para fazer face às ameaças identificadas a RCM n.º 157-A/2017, de 27 de outubro, previu a reforma do modelo de gestão dos meios aéreos que integram o Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais (DECIR), no âmbito da capacitação do sistema de gestão integrada de incêndios rurais, confiando à FAP o comando e gestão centralizados dos meios aéreos de combate a incêndios rurais.

2.1. Incêndios

Em 2016 a área ardida na União Europeia foi de 316.866 hectares e em 2017 arderam mais de 1,2 milhões de hectares, dos quais 920.622 ocorreram nos 5 países do sul da Europa (Portugal, Espanha, Itália, França e Grécia). Foram, ainda, registadas 127 mortes causadas por incêndios. (Joint Research Centre, 2018).

Em 2017, foram registados 21.006 incêndios e uma área ardida de 539.921 hectares (PORDATA, 2019), dos quais 94% ocorreram a norte do rio Tejo (Hernández, 2018). Em 2018 foram registados, em Portugal, 9.725 incêndios de que resultaram um total de 38.223 hectares de área ardida (Departamento de Gestão de Áreas Públicas e de Proteção Florestal, 2018).

Importa atender que as estatísticas demonstram uma grande variação de área ardida de ano para ano, sendo a mesma explicada pela grande dependência, da área ardida, das condições meteorológicas (Joint Research Centre, 2018).

2.2. Política da defesa da floresta

Os incêndios de grandes dimensões que, nos dias 17 de junho e 15 de outubro de 2017, deflagraram em Portugal continental, tiveram consequências trágicas em vidas humanas, para além dos inúmeros danos e prejuízos em habitações, explorações agrícolas e industriais, em infraestruturas, equipamentos e bens de pessoas, empresas e autarquias locais, que se somam à destruição da floresta e dos bens e serviços por ela produzidos.

Para fazer face a esta problemática, a RCM n.º 157-A/2017, de 27 de outubro, procurou estimular a capacidade de Apoio Militar de Emergência nas Forças Armadas e expandir e densificar a cobertura do Grupo de Intervenção de Proteção e Socorro da Guarda Nacional Republicana (GNR) a todo o território nacional. À FAP foram confiados o comando e a gestão centralizados dos meios aéreos de combate a incêndios florestais, por meios próprios do Estado ou outros que sejam sazonalmente necessários. Esta RCM veio prever a reforma do modelo de gestão dos meios aéreos que integram o DECIR, no âmbito da capacitação do sistema de gestão integrada de incêndios rurais.

2.2.1. Meios aéreos

Num combate a incêndios, os meios aéreos podem ter inúmeras funções, nomeadamente: (I) monitorização, com o objetivo de prevenção do risco de incêndios florestais; (II) busca e salvamento à população e aos operacionais afetados pelos incêndios; (III) transporte de equipas especializadas, de mantimentos e de material para as áreas de difícil acesso; (IV) fazer a projeção de espuma, água ou retardante para o auxílio à extinção de um fogo florestal ou para o controlo de um incêndio, impedindo/minimizando a sua propagação e ainda, (V) a função de observar, de informar, de coordenar e de guiar as operações no terreno (Castro, et al., 2003).

O Estado Português detém: 6 helicópteros pesados: Kamov 32A11BC (Kamov) dos quais um se encontra acidentado desde setembro de 2012 e 2 se encontram em reparação desde 2015, sendo que os restantes 3 não voaram em 2018. O Estado Português detém, ainda, 3 helicópteros ligeiros Ecureuil AS350B3 (B3). Para além destes meios, detém, contratos para a disponibilização em 2019, de 8 aviões anfíbios médios, 2 aviões anfíbios pesados, 2 aviões de coordenação e 10 helicópteros ligeiros. Face aos meios existentes e segundo a Presidência do Conselho de Ministros, existe a necessidade de, em 2019, se adquirir mais 35 meios aéreos para o combate a incêndios (Presidência do Conselho de Ministros, 2019). A informação referida acima é referente ao ano de 2019.

Em 2017 realizaram-se em Portugal 7.457 missões e mais de 9.000 horas de voo (HV) no combate a incêndios (Joint Research Centre, 2018).

2.3. Contabilidade de gestão

O facto de ser atribuída uma missão nova à FAP faz com que exista a necessidade de ser realizada uma reflexão sobre os seus impactos e necessidades. Assim, a FAP deverá ter em consideração qual o impacto económico e financeiro da missão de combate a incêndios. Para além das necessidades de cariz orçamental, coloca-se a necessidade de apurar o custo anual da missão, fazendo apelo a recursos e conhecimentos de técnicas de contabilidade de gestão

2.3.1. Definição de contabilidade de gestão

Em Portugal as empresas públicas dão bastante importância aos mecanismos de contabilidade de gestão, ainda que, numa escala inferior às das empresas privadas. Dentro das empresas públicas, aquelas que estão relacionadas com a prestação de serviços, têm maior tendência para adotar medidas de contabilidade de gestão, adquirindo métodos mais simples e relacionados com a gestão de custos (Silva, 2017).

O Sistema de Normalização Contabilística para as Administrações Públicas (SNCAP) impõe que a administração pública faça uma gestão eficiente e eficaz dos seus recursos, pelo que, a implementação de um sistema de contabilidade de gestão será útil para apoiar o processo de decisão, de forma mais eficiente (Borrvalho, Pires, Basílio, & Reis, 2017). Assim, a norma de contabilidade pública 27 (NCP-27) procura dar orientações para o desenvolvimento de um sistema de contabilidade de gestão na administração pública, acolhendo no seu articulado conceitos e sistemas de custeios tradicionais e não tradicionais (Comissão de Normalização Contabilística, 2015).

3. METODOLOGIA

Neste trabalho pretende-se contribuir para a criação de um modelo em que, mediante a definição de objetos e centros de custo, se possibilite o apuramento dos custos totais reais da missão incêndios para a FAP. São relevantes para o apuramento todas as áreas e custos que tenham como objetivo auxiliar direta ou indiretamente a missão.

Inicialmente procedeu-se a um levantamento dos diferentes setores e seus segmentos, bem como as respetivas atividades geradoras de custos desta missão, através do contacto direto com as pessoas envolvidas nos mesmos. Posteriormente, definiram-se objetos e centros de custo relevantes que permitam uma aproximação à realidade, criando um mapeamento exemplificativo do desdobramento da missão. No caso dos centros de custo e para cada custo indireto são identificadas as bases de imputação que se sugerem ser mais adequadas à realidade.

Em seguida, e ainda através do contacto direto, foram identificadas as despesas e encargos relevantes relacionados com todos os fatores geradores de custo correspondentes às várias vertentes em que se desdobra a missão.

A partir da esquematização geral de todos os aspetos de funcionamento que contribuem para a missão, foram criadas 3 realidades agregadas em que a mesma se desdobra (os macro objetos de custo): a contratação e gestão de meios locados, a gestão de meios aéreos do Estado afetos ao combate a incêndios e a gestão de meios próprios da FAP, quando usados na prevenção e combate a incêndios. Cada uma destas 3 vertentes foi desdobrada em vários objetos através dos quais ocorre o processo de acumulação de custos. Identificaram-se órgãos, meios e processos da FAP que trabalham em comum para as várias vertentes da missão tendo sido identificados centros cujos custos, por serem indiretos, careceram da definição de bases de imputação para os objetos principais.

Após criação de um modelo global de recolha e apuramento de custos para os 3 designados macro objetos, procedeu-se ao ensaio possível, estimando o custo da missão para 2019, apurado nos termos do esquema pré-definido.

4. FORMAÇÃO E APURAMENTO DOS CUSTOS DA MISSÃO PREVISTA NA RCM Nº 138/2018

4.1. As atribuições gerais de RCM nº 139/2018

A RCM nº 139/2018 veio atribuir à FAP “o comando e gestão centralizada dos meios aéreos de combate a incêndios rurais por meios próprios do Estado ou outros que sejam sazonalmente necessários” (Presidência do Conselho de Ministros, 2018, p. 5059). Isto significa que a FAP passou a ser responsável por adquirir, gerir e controlar todos os meios aéreos envolvidos no combate aos incêndios.

No entanto, continua a ser da responsabilidade da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil (ANEPC) a identificação das necessidades de aquisição e empenhamento dos mesmos, ou seja, a definição de quantas aeronaves são necessárias para cada época de incêndios, a sua distribuição no território português e o período de utilização desses meios

4.1.1. Atribuições e determinações

Em 2019 a FAP passou a assumir a posição contratual da ANEPC nos contratos relativos à locação de meios aéreos realizados em 2018 e com término no ano seguinte. Passou também a ser responsável pelos procedimentos de locação de meios aéreos necessários definidos pelo DECIR, assim como dos serviços relativos à operação, manutenção e reposição da aeronavegabilidade dos meios próprios do Estado.

4.1.2. Realidades a custear

Para se perceber qual o custo desta nova missão para FAP torna-se necessário dividir as realidades a custear em 3 grandes grupos que, quando somados, demonstrarão o custo total desta nova missão de combate a incêndios rurais para a FAP. Assim, esta realidade divide-se em: custos com locação de aeronaves para combate a incêndios; custos com os meios aéreos próprios do Estado para combate a incêndios; e custo dos meios próprios da FAP quando empenhados na missão “incêndios”.

4.2. Objeto de custo e respetivo custeio

4.2.1. Abordagem geral

Para se poder calcular o custo total desta missão foi considerada a sua divisão em 3 macro objetos de custo, os quais se desdobram em vários objetos de custo com impacto económico próprio. Ou seja, o apuramento do custo de cada objeto de custo tem interesse informativo e relevante para a tomada de decisão.

Por sua vez os objetos dividem-se em subobjetos de custo. No entanto estes já não têm relevância económica por si só para a missão “incêndios”, ou seja, identificar o custo total de um subobjeto não terá relevância para tomada de decisão sem se conhecer o objeto de custo a que está atribuído. A agregação dos subobjetos de custo permite-nos saber o custo de cada objeto e, por sua vez, à soma dos objetos de custos corresponderá o custo de um macro objeto

4.2.2. Macro objetos a custear

4.2.2.1. Locação de meios

No macro objeto “locação de meios” deverão ser incluídos todos os custos em que a FAP incorre na locação de aeronaves para fazer face às necessidades descritas no DECIR, incluindo encargos administrativos necessários para que o contrato se concretize.

O caderno de encargos deste contrato público de locação de aeronaves está dividido por lotes (cada lote refere-se a uma frota de aeronaves com um período operacional estipulado) dever-se-á subdividir este macro objeto no número de lotes que existir no caderno de encargos. A estes lotes devem ser acrescentados os lotes provenientes de anos anteriores, bem como, contratos adicionais que possam existir.

4.2.2.2. Meios próprios do Estado

No macro objeto de custo “meios próprios do Estado” deverão ser incluídos os custos relacionados com a locação de serviços para a gestão, manutenção e operação dos meios próprios da Estado sob gestão da FAP. Consideram-se as aeronaves do Estado que foram e serão futuramente transferidas da ANEPC para a FAP por força da RCM 139/2018 (os helicópteros B3 já transferidos e os helicópteros pesados Kamov que se encontram em processo de transferência). Assim dividir-se-á este macro objeto de custo em 2 objetos de custo, um para a aeronave B3 e outro para a aeronave Kamov.

4.2.2.3. Meios próprios da FAP quando aplicados à missão “incêndios”

No macro objeto de custo “meios próprios da FAP” deverão ser incluídos todos os custos das aeronaves e equipamentos de apoio utilizados para a missão de suporte ao combate a incêndios incumbida à FAP. É importante referir que, ao contrário dos macro objetos de custo anteriores cujos meios são utilizados exclusivamente para a missão “incêndios”, os meios da FAP prestam apoio ao combate a incêndios como missão complementar. Isto significa que apenas uma parte dos custos incorridos com estas aeronaves e/ou meios de apoio deverão ser imputados ao custo desta missão.

4.2.3. Custos diretos e indiretos

Ao nível dos subobjectos, os custos podem ser diretos ou indiretos. Os primeiros são alocados diretamente ao subobjecto. Já os custos indiretos são imputados com base num critério de imputação que deverá refletir a realidade e tentar aproximar-se o mais possível do consumo de recursos pelo subobjeto de custo.

4.2.4. Centros de custo

Os custos indiretos podem corresponder a centros de custo. Os centros de custo são divisões criadas para concentração e alocação de custos. Depois de se agrupar todos os custos de um centro, este é repartido através de um critério de imputação conforme o *output*, ou seja, o custo total do centro de custo é repartido pelos setores que influencia.

4.2.5. Custos com meios locados - Lotes

A cada lote corresponde uma frota, que opera por determinado período operacional. O objeto de custo dos lotes divide-se em: “contrato, inspeção e acompanhamento” e “operação”.

4.2.6. Meios próprios do Estado - Ecureuil AS350B3 e Kamov 32A11BC

Apesar dos helicópteros B3 e Kamov serem duas aeronaves com características distintas, concorrem para o custo total destas aeronaves os mesmos custos diretos e indiretos. Estes objetos de custo repartem-se nos subobjectos “contrato, inspeção e acompanhamento”, “operação” e “reposição da aeronavegabilidade”.

4.2.7. Meios próprios da FAP quando aplicados à missão

4.2.7.1. Aeronaves FAP quando aplicadas à missão

Para o cálculo do custo de cada aeronave a FAP utiliza o “custo de hora de voo” (CHV), onde calcula os custos por frota e atribuindo-os por HV. Assim cada objeto de custo tem apenas um subobjecto.

4.2.7.2. UAV quando aplicados à missão

No objeto de custo dos meios aéreos não tripulados (UAV) devem estar todos os custos em que a FAP incorre com a aquisição, manutenção e operação destes meios em auxílio da missão “incêndios”. Os custos com os UAV dividem-se nos subobjectos “CHV”, “locação”, “deslocação”, “remuneração” e parte do custo do centro de custo “Centro de Investigação da Academia da Força Aérea” (imputado com base na proporção das HV do UAV para os incêndios).

4.2.7.3. Meios de apoio

No cálculo do custo total do envolvimento da FAP temos de considerar todos os meios de apoio utilizados, incluindo meios e recursos que não meios aéreos. Assim, concorrem para este objeto todos os custos da FAP, no apoio a combate a incêndios que não se enquadrem nos custos das aeronaves ou UAV. Nos meios de Apoio temos os subobjectos “comunicações”, “máquina de rasto”, “previsão meteorológica” e “Relações Públicas”.

4.3. Apuramento global - Esquema/Síntese geral do apuramento

Para definir o custo da missão imposta pela RCM nº 139/2018, foi então necessário dividir a missão em 3 grandes macro objetos de custo (“Locação de Meios”, “Meios Próprios do Estado” e “Meios próprios da FAP”). Dentro de cada um destes definiram-se vários objetos de custo relevantes.

Para melhor quantificar os custos de cada objeto de custo criaram-se vários subobjetos de custo para cada um, posteriormente, atribuíram-se os custos diretos e indiretos. Os custos indiretos podem vir de centros de custo, o que significa que também estes podem estar divididos em custos diretos e custos indiretos.

5. CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES DE INVESTIGAÇÃO FUTURA

5.1. Conclusões

Após a vaga de incêndios que assolaram o país em 2017, entendeu o Governo, na sua estratégia de reforço do sistema nacional de prevenção e combate a incêndios florestais, envolver a FAP, tendo publicado a RCM 139/2018, de 23 de outubro, na qual foi atribuída a este ramo das forças armadas a gestão e o comando centralizado dos meios aéreos de prevenção e combate a incêndios. Esta missão acarreta custos para a FAP e gera a necessidade de se criar procedimentos adequados para o seu apuramento, requisito de base para que a FAP se possa articular com o poder político em relação ao estabelecimento dos meios financeiros necessários à missão.

Neste trabalho, procedeu-se a uma revisão de literatura com levantamento estatístico do panorama dos incêndios em Portugal e na União Europeia e tendo em conta o foco do trabalho, foram revisitados os conceitos pertinentes de custo e custeio, através de um percurso sucinto pela evolução da contabilidade analítica e da contabilidade e gestão, centrada nos sistemas tradicionais e contemporâneos.

O objetivo central do trabalho residiu em contribuir para a criação de um modelo de procedimentos de recolha, acumulação e apuramento do custo do envolvimento da FAP nesta nova missão, que se desdobra em várias componentes derivadas das atribuições previstas na RCM 139/2018, e que foram designados de macro objetos. Com recurso a conceitos de custeio tradicionais, e em face da atual impossibilidade de, na ausência de contabilidade analítica na FAP, ser possível a utilização de sistemas contemporâneos, foi desenvolvido, pelo autor, um esquema alargado de apuramento de custos diretos e indiretos que, através de uma árvore de objetos e subobjetos de custo (figuras 1 2 e 3), convergem para o apuramento global. Para mais informação sobre estes aspetos pode ser consultada a dissertação de mestrado (Pereira, 2019)

Adicionalmente, simulou-se a aplicação do esquema de apuramento gizado procedendo-se, com os dados reais e estimativas possíveis, ao apuramento do custo dos vários macro objetos e, desse modo, de toda a missão para o ano de 2019.

O presente trabalho teve então, como objetivo, determinar qual o custo da missão “incêndios” para a FAP. Para o atingir, dividiu-se a missão em macro objetos, que por sua vez foram subdivididos em objetos de custo. Os objetos de custo são alimentados por custos diretos e indiretos suportados em subobjetos e centros de custo.

5.2. Limitações

As limitações encontradas situaram-se em grande medida na obtenção de dados e informações quantitativas e qualitativas. Desde logo, o facto de a missão ter tido início no ano de 2019, fez com que não existisse ainda na FAP uma estrutura e procedimentos estabilizados, que permitissem uma eficaz recolha de informação abrangente. Acresce a essa circunstância que algumas das imputações dos custos indiretos são baseadas em estimativas do número de horas despendidas.

Na estimativa de custos de 2019 pesou o efeito dos custos de iniciação de novos processos internos.

5.3. Sugestões de investigação futura

Podem ser identificadas novas linhas de investigação e trabalhos futuros, nomeadamente: (I) refazer este estudo com a utilização de valores históricos e sem influência de custos de iniciação; (II) inventariar a possibilidade de ser feito um levantamento de atividades na missão “incêndios” da FAP visando implementar o método ABC neste âmbito; (III) estudar a utilização de mais aeronaves anfíbias do que aeronaves bombardeiros pesados e helicópteros, diversamente do que ocorre em Portugal, tentando encontrar o portefólio ótimo de aeronaves sem sacrificar a eficácia; (IV) complementar o levantamento do *benchmarking* internacional em termos de gestão de frotas aéreas de combate a incêndios, tendo em conta os rácios de meios locados/adquiridos, de aviões/helicópteros e de gestão militar/civil

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Borrvalho, C., Pires, C., Basílio, M., & Reis, P. (2017). A contabilidade de gestão SNC-AP: Proposta de implementação em subsistemas da Administração Pública
- [2] Castro, C. F., Serra, G., Parola, J., Reis, J., Lourenço, L., & Correia, S. (2003). Combate a incêndios florestais. Em C. F. Castro, G. Serra, J. Parola, J. Reis, L. Lourenço, & S. Correia, Combate a incêndios florestais (vol. XIII). Sintra: Escola Nacional de Bombeiros
- [3] Departamento de Gestão de Áreas Públicas e de Proteção Florestal. (17 de setembro de 2018). 6.º Relatório Provisório de Incêndios Rurais - 2018
- [4] Datar, S. M., & Rajan, M. V. (2018). Horngren's Cost Accounting: a managerial emphasis (16). New York, NY: Pearson
- [5] Força Aérea Portuguesa. (2017). Plano anual de atividades. Alfragide
- [6] Hernández, L. (julho de 2018). O barril de pólvora do noroeste. Madrid: WWF/Adena.
- [7] Joint Research Centre. (2018). Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2017. Luxemburgo: Publications Office of the European Union
- [8] Marques, J., & Antunes, S. (2009). A perigosidade natural da temperatura do ar em Portugal continental. *territorium* (16), 49-61.
- [9] Pereira (2019). Custo do Envolvimento da Força Aérea Portuguesa no Combate a incêndios. Dissertação do Instituto Superior de Economia e Gestão
- [10] PORDATA. (2019). Incêndios rurais e área ardida. Obtido em 5 de abril de 2019, de [pordata.pt:https://www.pordata.pt/Portugal/Inc%C3%AAndios+rurais+e+%C3%A1rea+ardida+%E2%80%93+Continente-1192](https://www.pordata.pt/Portugal/Inc%C3%AAndios+rurais+e+%C3%A1rea+ardida+%E2%80%93+Continente-1192)
- [11] Silva, A. (outubro de 2017). A utilização de instrumentos de contabilidade de gestão nas empresas públicas portuguesas. Dissertação da Universidade de Lisboa.

DIPLOMAS LEGAIS

- [12] Diário da República N.º 128, série I, pp. 3400-3401 (4 de julho de 2012)
- [13] Diário da República n.º 204, Série I, pp. 5059 – 5060 (23 de outubro de 2018)
- [14] Diário da República n.º 64, Série I, pp. 1798 – 1808 (1 de abril de 2019)
- [15] Diário da República n.º 185, Série I, pp. 5-8 (26 de setembro de 2019)

PROPOSTA DE SUBSTITUIÇÃO DA HK-G3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA MACBETH



Autor

Patrick Pires, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Administração Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Professor Doutor Pedro Matos
Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa.

Coorientador

Ricardo Besteiro, Major Técnico de Manutenção de Armamento e Equipamento
Campo de tiro, Alcochete.

António Estêvão, Major de Polícia Aérea
Academia da Força Aérea, Sintra.

Resumo: Face aos novos desafios impostos às Forças Armadas estas encontram-se num processo de modernização dos seus equipamentos. A espingarda HK G3 encontra-se ao serviço da Força Aérea desde a década de 70. A saída das fileiras desta espingarda já se encontra a decorrer no Exército. O presente trabalho tem por objetivo escolher uma possível arma para a substituição da HK G3 na Força Aérea. A escolha assenta na aplicação da análise multicritério, através da metodologia *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Thecnique*.

Para proceder à aplicação desta metodologia foi necessário criar um grupo de trabalho com especialistas das diferentes áreas ligadas ao armamento ligeiro. A implementação da metodologia foi feita através do software Wisedon e os dados foram obtidos através da Direção de Manutenção de Sistemas de Armas. Assim pretendeu-se dotar a Força Aérea de uma ferramenta de apoio à decisão para fazer face a uma questão atual, bem como demonstrar as potencialidades do *software* Wisedon.

Palavras-chave: HK G3, Força Aérea, Análise Multicritério, MACBETH, Wisedon, Apoio à decisão.

1. INTRODUÇÃO

A decisão é um esforço para tentar resolver problemas conflitantes, onde a existência de uma solução ótima não é possível. A tomada de decisão assenta na escolha de uma alternativa, que tem associado um ganho e uma perda. Decidir é um processo que consiste na recolha de dados, tratamento dos mesmos, procura de alternativas e escolha de uma alternativa com base nos resultados obtidos. (Gomes & Gomes, 2007).

No processo de tomada de decisão é necessário possuir dados, no entanto estes encontram-se dispersos e fragmentados. Para maximizar o efeito da tomada de decisão é imprescindível conseguir tratar os dados inerentes à mesma (Angeloni, 2003). Regra geral, os sistemas de apoio à decisão operam através de um *software*. Este permite uma maior rapidez no tratamento dos dados, transformando-os em informações essenciais para a tomada de decisão (Guimarães & Évora, 2004).

Os equipamentos militares são elementos chave para o estabelecimento das capacidades militares. Tais permitem ao Estado o poder efetivo. No entanto, muitos dos equipamentos atuais

que as Forças Armadas possuem têm mais de 30 anos, o que põe em causa a eficácia¹ e a eficiência² dos mesmos (Almeida, 2009).

A complexidade e os custos envolvidos no processo de aquisição e sustentação de uma arma são muito elevados. Não é aceitável que sejam usados métodos *ad hoc* e imaturos. É fulcral utilizar metodologias baseadas em doutrina, processos maduros e eficazes que visem boas práticas comerciais. A encruzilhada entre a recessão económica e a inevitabilidade da modernização das Forças Armadas impõe novos desafios e a necessidade de implementar novas técnicas (Almeida, 2009).

As metodologias de apoio à tomada de decisão, nomeadamente a análise multicritério, têm sido aplicadas na área da Defesa, tanto a nível nacional como internacional. A alocação e avaliação de recursos humanos, financeiros e materiais são exemplos onde os resultados foram positivos (Thomaz, 2005). A análise multicritério vai ser usada neste trabalho com o objetivo de selecionar uma espingarda para utilização dos militares da Força Aérea (FA).

O objetivo deste trabalho é, através da metodologia *Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Thecnique* (MACBETH), auxiliar a FA no processo de tomada de decisão para um problema atual. Esta solução, assente na aplicação de um método analítico, visa a otimização de recursos e eliminação de subjetividade. As questões de investigação deste trabalho são: (A) O método de análise multicritério, para a aquisição de armamento ligeiro, pode ser aplicado na Força Aérea? (B) A espingarda com maior pontuação global será capaz de desempenhar a missão que a Força Aérea lhe aloca? (C) O modelo proposto abrange todas as áreas de interesse intrínsecas ao Caderno de Encargos?

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Introdução

As organizações modernas operam em ambientes complexos, onde a capacidade de se conseguirem adaptar é constante. Consequentemente, é necessário maximizar as decisões ótimas ou apropriadas, no entanto tal pode ser difícil de conseguir (Fabac, 2010).

¹ Grau com que se atingem os resultados. "Cumprir a missão".

² Relação entre o resultado obtido num processo de tomada de decisão e o esforço necessário para o obter. "Cumprir a missão da melhor forma".

A tomada de decisão nas organizações tem como principal objetivo a alocação de recursos a necessidades reais, de forma racional. Tal depende do conhecimento, experiência e ambiente organizacional do decisor (Simon, 1979).

A aquisição de um determinado bem ou serviço substancia-se numa alternativa estratégica, que tem como objetivo a maximização do valor da empresa (Sirower, 1997).

A análise multicritério é uma ferramenta de apoio à decisão e tem como principal objetivo ajudar o decisor a chegar a uma decisão em cenários complexos, com grandes volumes de informação e de diferentes naturezas (Department for Communities and Local Government, 2009).

2.2. Complexidade do processo de aquisição de armamento

O aumento das capacidades militares das principais potências mundiais obriga as intuições militares a reformularem os seus processos de planeamento e decisão, com a certeza que no futuro o ambiente em que irão operar será mais volátil e incerto. A atualização das capacidades militares é uma forma de conseguir assegurar a prontidão³ das tropas (Rich, Stanley, & Anderson, 1984).

No processo aquisitivo de uma arma é necessário ter em conta as características do equipamento e a finalidade para qual o mesmo vai ser utilizado. Características como o alcance, trajetória, poder derrubante, precisão, simplicidade ou maneabilidade são alguns dos fatores a ter em conta (Santos, 2010).

A complexidade é evidente na realidade atual. A evolução constante a nível económico, social e tecnológico vieram aumentar os níveis de incerteza e instabilidade. Para fazer face a esta realidade complexa é necessário ao decisor o uso de técnica que estabeleçam a ponte entre a teoria financeira e a modelação matemática. Técnicas no campo da otimização, simulação, previsão e apoio à decisão (Zopounidis & Doumpos, 2002).

2.3. Procedimento metodológico

Os primeiros estudos realizados nesta área surgem após a Revolução Francesa com as publicações de Borda e Condorcet. O objetivo destes era resolver problemas de conflitos de opinião, nomeadamente na atribuição de penas em tribunal (Barba-Romero, Pomerol, & Jean-Charles, 1997).

³ Capacidade de reação a um estímulo em tempo útil.

A tomada de decisão neste tipo de metodologia é do tipo coletivo. Diversos estudos (Laughlin, Hatch, Silver e Boh, (2006), Tziner (1993), Tindale e Sheffey (2002), Sniezek e Henry, (1989)) salientam o “assembly bonus effect”: a performance de um grupo na tomada de decisão é melhor que a performance individual de cada decisor. Este efeito é potenciado na presença de especialistas de diversas áreas, bem como da formação e experiência individual de cada decisor.

A análise multicritério tem uma componente sociotécnica que se baseia na conjugação da componente social e da componente técnica, com o intuito de envolver todos no desenvolvimento do planeamento estratégico (Costa, Lourenço, & Costa, 2010).

2.4. Metodologias de MultiCriteria Decision Making (MCDM)

Os MCDM são usados como suporte de apoio à decisão em casos onde existam conflitos de natureza económica, ambiental, técnica e social. Estabelecem preferências entre opções, tendo em conta um determinado objetivo. Para tal, são usados critérios mensuráveis que visam avaliar cada uma das opções. Tais critérios são preferencialmente independentes. No entanto este tipo de metodologia resume todos os critérios a um valor. Tal só é possível devido aos procedimentos de agregação matemáticos. A agregação dos critérios é resultado da multiplicação das pontuações dos critérios (*scores*) pelas suas ponderações (*weights*) (Department for Communities and Local Government, 2009).

A escolha da metodologia não é um processo fácil e tem impacto no resultado. A utilização de métodos inapropriados pode conduzir a escolhas não ótimas (Ozernoy, 1992). Segundo Mollaghasemi e Pet-Edwards (1997) é necessário ter em consideração 3 fatores no momento da escolha da metodologia: i) as características do problema, ii) as características dos decisores, e iii) as características da solução.

Os MCDM apresentam várias vantagens, nomeadamente: i) são uma metodologia aberta e explícita; ii) são adaptáveis; iii) têm base científica; e iv) facilitam a comunicação entre decisores. Tais propriedades tornam esta metodologia capaz na resolução de problemas complexos com diferentes tipos de dados (Mendoza & Martins, 2006).

2.5. Métodos de análise de decisão

A *Multicriteria Analysis* (MCA) pode ser definida como uma estrutura que estabelece preferências entre diferentes opções. Os métodos MCA variam tendo em conta o tipo de informação que usam. Podem ser modelos simples que necessitam de pouca informação ou

modelos sofisticados que necessitam de grandes bases de dados para chegar à decisão (Greening & Bernow, 2004).

Para a realização deste trabalho apenas os procedimentos agregados vão ser tidos em conta, uma vez que se encontram associados ao método MACBETH. Segundo Brucker, Macharis e Verbeke (2013), são métodos agregados ao método *Multi-attribute utility/ value theory* (MAUT/MAVT), o método *Analytical Hierarchy Process* (AHP) e o MACBETH.

2.5.1. MAUT/MAVT

Os métodos MAUT/MAVT definem uma função que expressa as preferências do decisor. Estes agregam os diferentes critérios num critério único, de escala entre 0 e 1, de utilidade/valor. Para tal é necessário calcular ponderações que representam a importância relativa de cada critério, tendo como referência a métrica utilizada (utilidade ou valor) (Kiker, Bridges, Varghese, Seager, & Linkovjj, 2005).

2.5.2. AHP

O método AHP é um método matemático de apoio à decisão desenvolvido por Saaty (1980). A base deste modelo é a comparação das alternativas de forma emparelhada (Kurttilaa, Pesonen, Kangas, & Kajanus, 2000).

A implementação do AHP contempla 3 etapas: i) cálculo das ponderações dos critérios; (2) construção da matriz de pontuação das alternativas; e (3) hierarquização das alternativas (Saaty, 1980).

2.5.3. MACBETH

Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique é uma metodologia de apoio à decisão desenvolvida por Costa e Vansnick (2005), no início dos anos 90. O MACBETH é um método de tipo MAUT e a metodologia MACBETH é caracterizada pelo facto de apenas utilizar julgamentos qualitativos que avaliam as diferenças de atratividade entre alternativas. O objetivo desta metodologia é apoiar o processo de decisão através da priorização e seleção da melhor alternativa como resposta a um problema (Costa, Vansnick, & Corte, 2003).

O MACBETH assenta num modelo aditivo que agrega o valor dos vários critérios num único. Para tal é necessário o cálculo de ponderações e de funções de valor, onde o suporte de um software capaz é essencial (Costa, Fernandes, & Correia, 2006). O modelo do procedimento é dado pela seguinte equação matemática:

$$v_a = \sum_{i=1}^n w_i v_i(g_i(a)) \quad (1)$$

onde w_i é a ponderação determinada a partir dos julgamentos qualitativos sobre os critérios e subcritérios multiplicado por $v_i(g_i(a))$ que representa o valor de cada opção, sendo que v_i representa a escala de atratividade de cada critério e $g_i(a)$ representa a performance de cada opção num determinado critério (Costa & Vansnick, 1997).

2.5.3.1. Aplicações do MACBETH

A metodologia MACBETH tem provas dadas no apoio à tomada de decisão tanto em organizações públicas como privadas. São exemplos de algumas aplicações do MACBETH projetos desenvolvidos por entidades como o Metropolitano de Lisboa E.P.E, o Metro do Porto, S.A., a Gás de Portugal SGPS, SA., entre outras (Costa et al., 2000). A utilização da metodologia MACBETH também já foi usada no apoio à decisão em projetos militares. O programa de aquisição do 8x8 *Armored Wheeled Vehicles* (AWV) para o Exército e para a Marinha conduzido pelo Ministério da Defesa Nacional, é um exemplo da aplicação desta metodologia em aquisições de âmbito militar. A avaliação de pilotos de Very Light Jets⁴ foi mais um dos casos onde a metodologia MACBETH apresentou resultados positivos. O objetivo deste estudo foi conseguir definir qual o nível de proficiência, bem como, o perfil que um piloto deve possuir para poder operar uma aeronave com estas características.

Uma das aplicações da metodologia MACBETH, a título de exemplo, foi a comparação do nível de transparência dos portais de internet do governo brasileiro e espanhol. Através da aplicação da metodologia foi possível perceber o que define o nível de transparência de um portal online e quais as intervenções que os respetivos governos poderiam adotar no sentido de aumentar o nível de transparência dos mesmos (Lyrio, Leão, & Taliani, 2019).

⁴ Aeronave operada por um único piloto, com capacidade para 8 tripulantes e peso máximo à decolagem de 4540kg. Agrega os recursos tecnológicos de jatos maiores (Stolt & Ensslin, 2009).

3. ENQUADRAMENTO DO OBJETO DE ESTUDO

3.1. A Força Aérea enquanto ramo das Forças Armadas

O Artigo 275.º da Constituição da República Portuguesa⁵ (CRP) define o papel das Forças Armadas. O n.º 1 do mesmo Artigo prevê que “Às Forças Armadas incumbe a defesa militar da República”.

O Artigo 14.º da LOBOFA determina que “Os ramos das Forças Armadas – Marinha, Exército e Força Aérea – têm por missão principal participar, de forma integrada, na defesa militar da República, nos termos do disposto na Constituição e na lei, sendo fundamentalmente vocacionados para a geração, preparação e sustentação das forças da componente operacional do Sistema de Forças Nacional, assegurando também o cumprimento das missões particulares aprovadas, de missões reguladas por legislação própria e de outras missões de natureza operacional que sejam atribuídas aos ramos”.

O Artigo 1.º da Lei Orgânica da Força Aérea (LOFA)⁶ determina que “A Força Aérea é um ramo das Forças Armadas, dotado de autonomia administrativa, que se integra na administração direta do Estado, através do Ministério da Defesa Nacional” e o Artigo 2.º da LOFA determina que a “Força Aérea tem por missão principal participar, de forma integrada, na defesa militar da República, nos termos do disposto na Constituição e na lei, sendo fundamentalmente vocacionada para a geração, preparação e sustentação de forças da componente operacional do sistema de forças”.

3.2. A Força Aérea e a segurança

A FA preconiza como doutrina na área da Segurança e Defesa, a Segurança Interna e a Defesa Imediata. Estes são fatores essenciais para o cumprimento da missão. Possui ainda capacidade de proteção destacável, tanto em operações nacionais como operações de projeção de forças no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU) e da North Atlantic Treaty Organization (NATO) (Força Aérea Portuguesa, 2015).

A Segurança Interna compreende um conjunto de medidas ativas e passivas de prevenção e reação às ameaças e riscos potenciais contra os recursos humanos e materiais da FA. São exemplos de ameaças e riscos potenciais o vandalismo, a criminalidade, a espionagem, a

⁵ Diário da República n.º 86/1976, de 10 de março.

⁶ Decreto-Lei n.º 187/2014, de 29 de dezembro.

sabotagem, o terrorismo e a subversão. A Defesa Imediata compreende um conjunto de medidas de defesa ativa cujas ações têm lugar no interior do perímetro da Unidade em reação a um ataque. A defesa ativa é um conjunto de medidas necessárias para dissuadir, prevenir, neutralizar ou reduzir a eficácia de um ataque inimigo, incluindo a defesa e contra-ataque por vetores aéreos ou de superfície. Consiste no emprego da força contra o agressor, de forma a negar as suas intenções hostis, ou neutralizar a sua capacidade de atacar ou de se configurar como ameaça viável para a força (Força Aérea Portuguesa, 2015).

Relativamente à projeção de forças é necessário garantir a segurança dos tripulantes e respetivas aeronaves, bem como garantir a capacidade de “*Combat rescue*”⁷ (Força Aérea Portuguesa, 2015).

O Regime de estado de sítio e estado de emergência⁸ define as duas situações onde o uso de força fora das unidades militares está previsto. O n.º 2 do Artigo 8.º prevê a “subordinação das autoridades civis às autoridades militares ou a sua substituição por estas” quando declarado o estado de sítio. No caso de estado de emergência o n.º 3 do Artigo 9.º apenas prevê “reforço dos poderes das autoridades administrativas civis e o apoio às mesmas por parte das Forças Armadas” visto ser uma situação menos gravosa.

Para fazer face ao cumprimento destes objetivos a FA possui no seu inventário armamento diverso, do qual faz parte a espingarda HK G3 como espingarda padrão. A HK G3 é uma espingarda automática de calibre 7,62X51mm NATO. É uma arma de origem alemã produzida pela Heckler & Koch GmbH (H&K) em 1959. A HK G3 chegou a Portugal em 1962 devido à Guerra do Ultramar em África. Portugal adquiriu a licença de fabricação da arma, passando a ser produzida pela Fábrica de Braço de Prata. Neste processo de fabricação foram introduzidas algumas alterações à arma. Entrou ao serviço da Força Aérea na década de 70. Atualmente o único país que produz esta espingarda são os Estados Unidos da América (EUA), onde a arma é utilizada na prática de caça grossa. As suas principais limitações são de duas naturezas: operacionais e logísticas. A nível operacional é uma arma pouco versátil e com a impossibilidade de montagem de equipamentos. A nível logístico encontra-se limitada ao nível de sobresselentes, dadas as alterações que a arma sofreu no seu processo de fabricação a nível nacional.

⁷ Capacidade de resgate de militares em território inimigo.

⁸ Lei n.º 44/86, de 30 de setembro.

3.3. Alternativas

Para testar o modelo é necessário definir quais as alternativas a estudar. Desta forma foram selecionadas armas de fabricantes com os quais a FA já tem relações estabelecidas. Os fabricantes selecionados pertencem ao mercado europeu. Tal facilita a aquisição de sobresselentes, bem como o deslocamento dos militares que vão receber formação nas instalações destes. A proximidade geográfica e o facto de todos os fabricantes estarem sediados em países pertencentes ao espaço Schengen⁹ são mais-valias.

Existem à partida requisitos a cumprir na seleção das alternativas, nomeadamente, de possuir um calibre NATO. O calibre selecionado foi o 5,56X45mm NATO, uma vez que este é o utilizado para esta tipologia de missão. As armas devem possuir calhas *Picatinny*¹⁰, bem como sistemas de segurança que impeçam disparos involuntários. As armas devem ainda permitir utilização total das suas funcionalidades quando o militar está equipado com o fato de proteção NRBQ¹¹ em PPOM4R¹².

Desta forma as armas selecionadas foram:

- FN SCAR L;
- HK416;
- SIG516;
- CZ BREN 2;
- HK G36.

4. METODOLOGIA E SUA APLICAÇÃO

4.1. Recolha de dados

As fontes utilizadas para a obtenção de dados resultaram de reuniões com militares especialistas na área de armamento ligeiro, tanto operacionais como responsáveis pela manutenção e gestão deste tipo de equipamento. Este processo foi corroborado com a análise documental realizada.

A definição dos critérios de avaliação foi um processo composto por duas fases: A primeira fase consiste na análise documental em que os documentos analisados foram peças de um plano

⁹ Livre circulação de pessoas.

¹⁰Plataforma *standard* onde podem ser montados acessórios.

¹¹Nuclear, Radiológico, Biológico e Químico.

¹²Postura de Proteção Orientada para a Missão com Respiradouro.

de testes de armas realizado por uma comitiva composta por militares dos três ramos das Forças Armadas Portuguesas. A segunda fase através de reuniões com militares especialistas na área operacional, da manutenção e com o gestor. O objetivo destas reuniões foi perceber qual a validade dos critérios resultantes da análise documental para este estudo em concreto e a existência de outros possíveis critérios.

4.2. Identificação, explicação de padrões e aplicação da metodologia

O modelo de análise multicritério escolhido para a avaliação das diferentes opções foi o modelo aditivo ponderado. Desta forma, as pontuações finais resultam do somatório das pontuações de cada critério. Para a aplicação da metodologia MACBETH foi necessária a utilização de um *software* que fosse responsável pelo tratamento dos dados recolhidos e optou-se pelo *software* Wisedon.

A aplicação da metodologia MACBETH através do Wisedon divide-se em cinco fases: i) Definição dos Critérios de Avaliação; ii) Construção das Escalas de Valor; iii) Atribuição das Ponderação dos Critérios; iv) Definição das Opções; v) Análise de Resultados.

O Wisedon é responsável pela determinação das pontuações e ponderações dos critérios enquanto o cálculo das ponderações resulta dos julgamentos de atratividade. Estes representam as diferenças de atratividade entre critérios. São utilizadas 7 categorias semânticas nos julgamentos de atratividade: i) "Nula"; ii) "Muito Fraca"; iii) "Fraca"; iv) "Moderada"; v) "Forte"; vi) "Muito Forte"; vii) "Extrema".

4.3. Definição dos critérios de avaliação

Através da análise documental efetuada e das reuniões com os militares relacionados com o processo de aquisição de armamento foi possível fazer o levantamento de uma série de critérios que são tidos em conta na escolha de uma espingarda.

Para a realização deste trabalho não foi possível ter em conta todos os critérios identificados, devido à natureza e dimensão dos mesmos, bem como à dificuldade de reunir dados, em tempo útil, para caracterizar alguns. Para uma melhor análise os critérios foram divididos em 3 grupos (Operacional, Financeiro e Logístico) tendo em conta a sua natureza, sendo por sua vez subdivididos em subcritérios que os caracterizam.

A nível Operacional os critérios e subcritérios identificados foram: Tiro, Alcance útil, Efeito recuo, Cadência de tiro; Aparelho de pontaria, Precisão, Robustez, Coronha, Tipo de coronha;

Carregador, Material do carregador; Peso, Massa total da arma; Extras, Número de extras.

A nível Financeiro os critérios e subcritérios identificados foram: Preço, Preço da arma, Preço dos sobresselentes, Preço das ferramentas.

A nível Logístico os critérios e subcritérios identificados foram: Manutenção, Facilidade de aquisição dos sobresselentes, Oferta formativa de manutenção; Armazenamento e Transporte, Comprimento mínimo da arma.

A definição dos critérios não consiste só em estabelecer quais os critérios a utilizar, mas também no método segundo o qual os mesmos vão ser avaliados. O Wisedon permite 4 métodos: i) Escala Quantitativa, ii) Escala Qualitativa, iii) Opção com 2 referências e iv) Opção.

A estruturação dos critérios é essencial para a compreensão do modelo. A criação da árvore de decisão é essencial para perceber quais as relações que existentes entre os critérios.

4.4. Construção de escalas de valor

Com os critérios e subcritérios definidos foi necessário proceder à avaliação dos mesmos. Para tal foram definidos 5 níveis de avaliação para a generalidade dos critérios. O Wisedon exige a definição de um nível “Neutro” e um nível “Bom”. O nível “Neutro” representa o nível mínimo de performance que cada critério deve apresentar, enquanto que o nível “Bom” representa um nível de performance muito satisfatório. O nível “Bom” não representa o valor mais elevado, podendo haver performances acima desse nível. Neste projeto foi definido como “Bom” o nível “Ótimo” com uma avaliação de 100 pontos e identificado com a cor verde. O “Neutro” corresponde ao nível “Médio”, é avaliado com 0 pontos e identificado com a cor azul. Os níveis de performance abaixo do nível “Neutro” têm pontuação negativa. A definição do nível “Bom” e “Neutro” encontram-se exemplificados na tabela 1.

Tabela 1: Definição dos níveis de performance do subcritério “Alcance Útil”. Fonte: Wisedon

Ótimo	500
Bom	400
Médio	300
Fraco	200
Mau	100

Com os níveis de performance definidos procedeu-se ao preenchimento das matrizes de julgamento dos subcritérios visíveis na tabela 1. O preenchimento das matrizes de julgamento é feito com as sete categorias semânticas anteriormente enunciadas. O preenchimento da matriz reflete as diferenças de atratividade entre os diferentes níveis de performance de um critério.

Tabela 2: Preenchimento da matriz de julgamento de atratividade do critério “Alcance Útil”. Fonte: Wisedon

	400	300	200	100
500	moderate	strong	very strong	extreme
	400	strong	very strong	extreme
		300	very strong	extreme
			200	extreme

O resultado da matriz de atratividade vai definir a função que atribui as pontuações de cada nível de performance identificado. Não esquecendo que ao nível “Neutro” vão ser atribuídos 0 pontos e ao nível “Ótimo” 100 pontos. No caso do critério “Alcance Útil” a função que resultou do preenchimento das matrizes de atratividade encontra-se representada pela Figura 1.

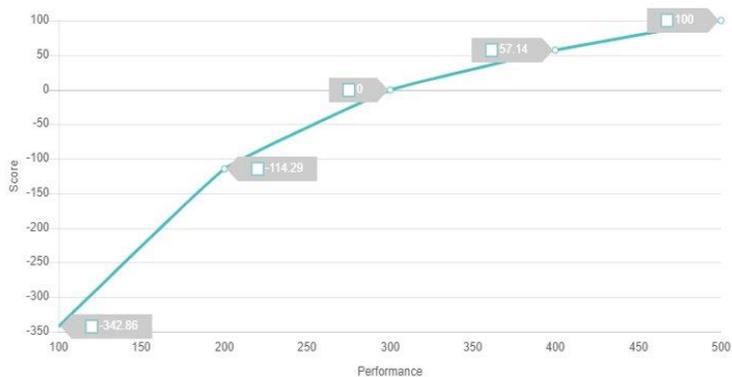


Figura 1: Pontuações atribuídas aos níveis de performance do critério “Alcance Útil”. Fonte: Wisedon

4.5. Atribuição das ponderações dos critérios

As ponderações resultam da comparação dos critérios e subcritérios. Para tal é necessário proceder à ordenação dos mesmos e posteriormente ao preenchimento das respetivas matrizes de julgamento. Como apresentado na tabela 3, os subcritérios são ordenados de forma decrescente tendo em conta o grau de importância da passagem do nível “Neutro” para o nível “Ótimo” de um critério ou subcritério.

Tabela 3: Ordenação decrescente dos subcritérios do critério “Tiro”. Fonte: Wisedon

300	→	500	Alcance Útil
3	→	1	Efeito de Recuo
600	→	800	Cadência de Tiro

Após a ordenação dos critérios foi necessário proceder ao preenchimento das matrizes de julgamento. As ponderações resultam da comparação dos critérios e subcritérios. A avaliação feita assenta na matriz de julgamento (Tabela 4) onde se avalia a atratividade da passagem do nível “Neutro” para o nível “Ótimo” de um critério ou subcritério.

Tabela 4: Preenchimento da matriz de julgamento de atratividade dos subcritérios do critério “Tiro”. Fonte: Wisedon

	Efeito de Recuo	Cadencia de Tiro	Neutral
Alcance Útil	moderate	strong	strong
Efeito de Recuo		strong	strong
Cadencia de Tiro			strong

Do preenchimento das matrizes de julgamento resulta o cálculo das ponderações dos critérios e subcritérios. A Figura 2 representa as pontuações atribuídas aos subcritérios do critério “Tiro”.

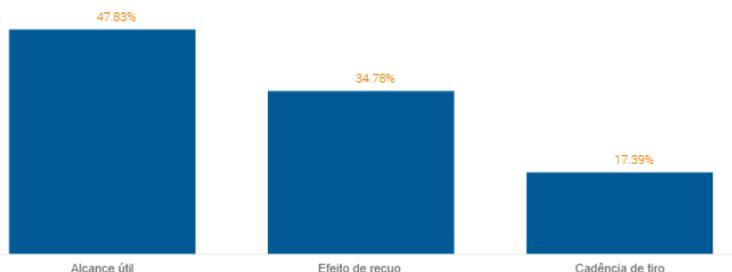


Figura 2: Ponderações atribuídas aos subcritérios do critério "Tiro". Fonte: Wisedon

4.6. Definição das opções

As opções definidas para testar o modelo proposto foram: FN SCAR L; HK 416; SIG 516; CZ BREN 2; HK G36. As opções são inseridas na "Definir e Avaliar Alternativas" no software Wisedon. Nesta mesma rúbrica procedeu-se à avaliação das opções. Para tal foi necessário inserir os dados referentes às opções (exemplo: cadência de tiro de cada uma das alternativas).

O Wisedon procedeu à aplicação do método aditivo ponderado. Tal resultou nas pontuações finais de cada uma das opções e na criação de um ranking de atratividade das mesmas (para este cenário em concreto).

5. ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1. Apresentação dos resultados

Após a definição e caracterização das opções o Wisedon apresenta-nos os resultados, que são as pontuações globais de cada uma das opções que foram obtidas através da aplicação do modelo aditivo ponderado. Os resultados apresentados pelo Wisedon foram os seguintes:

- 1º- FN SCAR L 42,55 pontos
- 2º- CZ BREN 2 24,26 pontos
- 3º- SIG 516 15,57 pontos
- 4º- HK G36 3,32 pontos
- 5º- HK 416 97,89 pontos

Através deste ranking é possível perceber que a espingarda que reúne as melhores características, tendo em conta o modelo desenvolvido, é a FN SCAR L.

5.2. Análise dos valores parciais

Uma das ferramentas que o Wisedon possui é a análise parcial das pontuações. Esta permite perceber qual foi a pontuação de cada uma das opções nos 3 grupos de análise (Operacional, Logístico e Financeiro), independentemente da ponderação dos critérios e subcritérios. No caso da espingarda vencedora (FN SCAR L) foi possível constatar que foi a única que obteve pontuação positiva nas 3 áreas (Figura 3), apesar não ter sido aquela que teve maior pontuação em todas as áreas de análise.

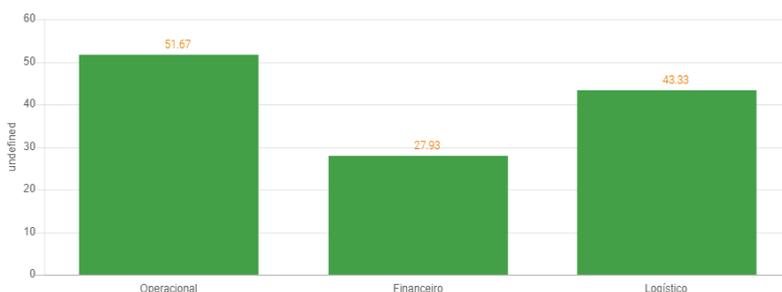


Figura 3: Análise dos Valores Parciais da opção "FN SCAR L". Fonte: Wisedon

5.3. Análise de perfil

Esta análise consiste na comparação direta entre duas das opções e permite perceber quais são as diferenças a nível de pontuação das opções. Apresenta ainda um gráfico onde apenas são apresentadas as vantagens comparativas das opções em análise e a sua quantificação. Procedeu-se à comparação entre a FN SCAR L e a CZ Bren 2 (Figura 4).

É possível observar que a CZ BREN 2 tem um melhor desempenho em termos operacionais (com uma pontuação de 58,44 pontos) comparativamente com a FN SCAR L (com 51,67 pontos). A nível Financeiro a CZ BREN 2 teve uma performance negativa, com – 28,69 pontos, enquanto que a FN SCAR L obteve 27,93 pontos, o que perfaz um diferencial de 56,62 pontos entre as duas opções. Isto deve-se à CZ BREN 2 ter um valor de aquisição, dos seus sobresselentes e das suas ferramentas mais elevado que a FN SCAR L e superior ao nível "Neutro". Por último, a nível Logístico ambas as espingardas tiveram pontuações positivas, no entanto a FN SCAR L destaca-se com mais 19,5 pontos que a CZ BREN 2, pois possui um comprimento mínimo inferior.

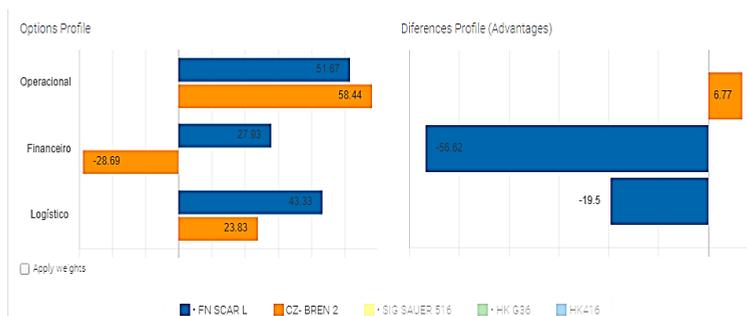


Figura 4: Análise de Perfil da opção “FN SCAR L” e da opção “CZ BREN 2”

5.4. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade tem em conta a ponderação atribuída aos critérios. Esta avaliação permite aferir quais seriam os resultados caso a ponderação de um critério sofresse alterações. Esta informação é essencial para a produção de recomendações.

Tendo em conta a análise de perfil às duas espingardas com melhor performance é pertinente fazer uma análise de sensibilidade tendo por base os critérios de aspeto Financeiro, uma vez que foi onde a discrepância entre as pontuações das opções foi maior.

Através da realização da análise de sensibilidade (figura 5) foi possível observar que independente da ponderação dos critérios Financeiros não haveria mudança de posição entre as duas opções, sendo que caso os critérios Financeiros fossem desprezados, isto é, assumissem uma ponderação de 0 a diferença entre as duas opções seria de 0,7 pontos. No

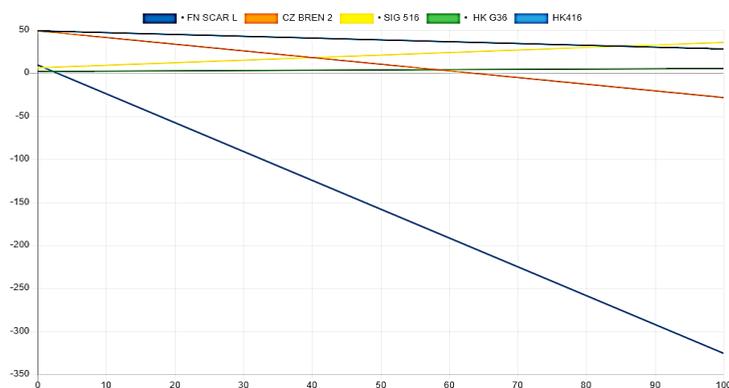


Figura 5: Análise de Sensibilidade da componente Financeira. Fonte: Wisedon

cenário oposto, em que os critérios Financeiros assumissem uma ponderação de 100% a diferença entre as opções seria de 56,62 pontos.

6. CONCLUSÕES

6.1. Principais conclusões

Com o presente trabalho pretendeu-se comprovar a aplicabilidade da metodologia MACBETH no processo de seleção de uma espingarda para a substituição da atual HK G3. Foi possível observar que todas as fases do processo tiveram sucesso e que com a aplicação da metodologia, através do software Wisedon, permitiu incluir todas as componentes intrínsecas do Caderno de Encargos.

O desenvolvimento do modelo foi realizado por vários militares de diferentes áreas onde foram evidenciados os aspetos operacionais, financeiros e logísticos. As integrações destas três áreas no modelo tornam o mesmo realista.

A espingarda que obteve maior pontuação global foi a FN SCAR L, arma recentemente adquirida pelo Exército. Apesar de não ser a arma com maior pontuação em nenhuma das áreas foi a única que conseguiu ter pontuação positiva nas três, o que globalmente se revelou positivo. A mesma é capaz de cumprir a missão que a Força Aérea lhe incumbem.

6.2. Limitações e estudos futuros

As limitações sentidas durante a realização deste trabalho estiveram relacionadas com a recolha de informação. Ao longo do desenvolvimento de projeto, a necessidade de redefinição constante dos critérios a adotar em face da informação recolhida.

Ao nível de investigações futuras poder-se-á revelar interessante proceder à aquisição de uma nova arma usando paralelamente a metodologia atual e a metodologia MACBETH e tentar perceber quais as diferenças nos resultados e qual o impacto dos mesmos. Numa análise futura seria ainda interessante a utilização desta metodologia na avaliação dos Pilotos-Aviadores no processo de alocação dos mesmos às suas respetivas aeronaves. Aquando da substituição da HK G3 é ainda necessário estudar qual o modelo mais vantajoso de alienação deste equipamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Almeida, C. P. (2009). A metodologia nacional de aquisição de equipamentos militares para as Forças Armadas (face à perspectiva do seu emprego nos cenários de evolução estratégica, durante o seu ciclo de vida). Lisboa.
- [2] Angeloni, M. T. (2003). Elementos intervenientes na tomada de decisão. Brasília, vol.32, 17-22.
- [3] Assembleia Constituinte (1976), Diário da República n.º 86/1976, 10 de março Constituição da República Portuguesa.
- [4] Assembleia da República (2009). Lei Orgânica n.º 31-A/2009, de 7 de julho – Lei de Defesa Nacional.
- [5] Assembleia da República (2014). Lei n.º 187/2014, de 30 de setembro – Regime do estado de sítio e do estado de emergência
- [6] Assembleia da República (2014). Lei Orgânica n.º 6/2014, de 9 de setembro – Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas.
- [7] Barba-Romero, Pomerol, S., & Jean-Charles. (1997). Decisiones Multicriterio, Fundamentos teóricos y Utilización Práctica. Alcalá: Colección de Economía.
- [8] Brucker, K. D., Macharis, C., & Verbeke, A. (2013). Multi-criteria analysis and the resolution of sustainable development dilemmas: A stakeholder management approach. *European Journal of Operational Research*, 224(1), 122–131.
- [9] C. Gomes, C. F., & L. Gomes, L. F. (2007). A Função de Decisão Multicritério. Parte I: Dos Conceitos Básicos à Modelagem Multicritério. *Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial*, v. 2. n. 3.
- [10] Costa, C. A., & Vansnick, J.-C. (1997). Applications of the MACBETH Approach in the Framework of an Additive Aggregation Model. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 107-114.
- [11] Costa, C. A., Corte, J.-M. D., & Vansnick, J.-C. (2005). On the mathematical Foundations of MACBETH. Em *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* (pp. 409-437). New York: Springer.
- [12] Costa, C. A., Ferreira, J. A., & Corrêa, É. C. (2000). Metodologia Multicritério de Apoio à Avaliação de Propostas de Concursos Públicos. Em C. H. Antunes, *Casos de Aplicação da Investigação Operacional* (pp. 336-363). Amadora: McGraw-Hill.
- [13] Costa, C. A., Lourenço, J. C., & Costa, J. C. (2010). A Socio-Technical approach for group decision support in public strategic planning: The Pernambuco PPA case.
- [14] Costa, C. A., Vansnick, J.-C., & Corte, J.-M. D. (2003). MACBETH. (Overview of MACBETH multicriteria decision analysis approach). *International Journal of Information Technology and Decision Making*.
- [15] Fabac, R. (2010). Complexity in Organizations and Environment - Adaptive Changes and Adaptive Decision-Making. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 34-48.
- [16] Força Aérea Portuguesa. (2015). Individual Common Core Skills: Booklet de ICCS.
- [17] Greening, L., & Bernow, S. (2004). Design of coordinated energy and environmental policies: use of multi-criteria decision-making. *Energy Policy*, 721-735.

- [18] Guimarães, E. M., & Évora, Y. D. (2004). Sistema de informação: instrumento para tomada. Brasília, vol. 33, 72-80.
- [19] Kiker, G. A., Bridges, T. S., Varghese, A., Seager, T. P., & Linkovjj, I. (2005). Application of Multicriteria Decision Analysis in Environmental Decision Making. *Integrated Environmental Assessment and Management* — Volume 1, Number 2, 95–108.
- [20] Kurttilaa, M., Pesonena, M., Kangas, J., & Kajanus, M. (2000). Utilizing the analytic hierarchy process AHP in SWOT analysis - a hybrid method and its application to a forest-certification case. *Forest Policy and Economics*, 41-52.
- [21] Laughlin, P. R., Hatch, E. C., Silver, J. S., & Boh, L. (2006). Groups Perform Better Than the Best Individuals on Letters-to-Numbers Problems: Effects of Group Size. *Journal of Personality and Social Psychology*, 644 – 651.
- [22] Lyrio, M., Leão, V., & Taliani, E. C. (2019). Transparency in the context of brazilian and spanish governments: proposal of a model for comparative analysis. *Revista Internacional: Transparecia e Integridad*.
- [23] Mendoza, G., & Martins, H. (2006). Multi-Criteria Decision Analysis in Natural Resource Management: A Critical Review of Methods and New Modelling Paradigms. *Forest Ecology and Management*, 1-22.
- [24] Ministério da Defesa Nacional (2014b). Decreto-Lei n.º 187/2014 – Lei Orgânica da Força Aérea.
- [25] Ozernoy, V. M. (1992). Choosing the "Best" Multiple Criteria Decision-Making Method. *Canadian Operational Research Society*, 159-171.
- [26] Rich, M., Stanley, W., & Anderson, S. (1984). Improving US. Air Force Readiness and Sustainability.
- [27] Santos, C. C. (2010). M211 - Elementos de Armamento- Manual do Aluno. Lisboa: Academia Militar.
- [28] Simon, H. A. (1979). Rational Decision Making in Business Organizations. *The American Economic Review*, 493-513.
- [29] Sirower, M. L. (1997). *The synergy trap: how companies lose the acquisition game*. New York: The free press.
- [30] Sniezek, J. A., & Henry, R. A. (1989). Accuracy and confidence in group judgment. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 1-23.
- [31] Thomaz, J. P. (2005). O apoio à tomada de decisão na avaliação de desempenho de pessoas: contributos para o processo de decisão militar em tempos de paz.
- [32] Tindale, R. S., & Sheffey, S. (2002). Shared Information, Cognitive Load, and Group Memory. *Group Processes &*, 5-18.
- [33] Tziner, A. (1993). The Assembly Bonus Effect: A Comment on the Dispute between Michaelsen, et al. (1989, 1992) and Tindale and Larson (1992). *Professional Forum: The assembly bonus effect* , 241-243.
- [34] Zopounidis, C., & Doumpos, M. (2002). Multi-criteria Decision Aid in Financial Decision Making: Methodologies and Literature Review. *Journal of multi-criteria decision analysis*, 167-186.

NOVAS TÉCNICAS DE RECRUTAMENTO E SUA APLICAÇÃO NA FORÇA AÉREA



Fonte: Centro de Recrutamento da Força Aérea

Autor

Marta Fonseca, Tenente Aluna do Estágio Técnico-Militar na especialidade de Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Nuno Martins, Tenente-coronel Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo
Direção de Pessoal, Alfragide.

Resumo: Os métodos e técnicas de atração de candidatos têm vindo a adaptar-se no sentido de se tornarem eficazes perante uma realidade cada vez mais competitiva quando se trata de atrair os melhores, exigindo soluções inovadoras que criem maior comprometimento do candidato com a organização. Esta investigação analisou as técnicas de recrutamento mais recentes e práticas de organizações civis, de outros ramos das Forças Armadas e de Segurança portuguesas bem como de alguns membros da Organização do Tratado do Atlântico Norte. Foram também realizadas entrevistas a militares que, pela sua experiência profissional ou formação académica, foram considerados especialistas capazes de contribuir positivamente para a descoberta de novas soluções para o recrutamento na Força Aérea. Na linha do que de melhor se faz no recrutamento associou-se as técnicas de recrutamento ao *marketing* do consumo e verificou-se ser possível a implementação de um plano de ação com linhas orientadoras para a criação de um modelo que pretende constituir-se como ponto de partida para a implementação de uma política de *Employer Branding* na Força Aérea.

Palavras-Chave: Recrutamento, Recrutamento militar, Técnicas de recrutamento, Força Aérea, *Employer Branding*, *Recruitment Marketing*, Gerações.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento técnico-científico das instituições militares originou a necessidade de recrutar indivíduos mais aptos e competentes, no desempenho de funções cada vez mais específicas, originando um novo perfil de militar e consequentemente um desafio para a Gestão dos Recursos Humanos (GRH) nas Forças Armadas (FFAA) (Carrilho, 1981).

No caso Português, a aprovação da Lei do Serviço Militar (LSM) de 1991, que preconiza a extinção do Serviço Militar Obrigatório (SMO), as saídas precoces do pessoal não permanente, para além das cessações já programadas, bem como, a diminuição da base demográfica alvo para a prestação de serviço, contribuíram para uma escassez de efetivos que assume contornos cada vez mais significativos (Rijo et al., 2018).

Na Força Aérea (FA), torna-se relevante abordar esta temática na medida em que, não pode ser desprezado o *gap* significativo entre o número de vagas e o número de candidatos para o Regime de Contrato (RC), que tem sido recorrente ao longo de vários anos. Este fenómeno criou uma situação crítica no efetivo da categoria de praças, considerando-se crucial a implementação de medidas que possam mitigar a dificuldade na atração de jovens para o ingresso nas fileiras. Esta investigação tem por objetivo desenhar um plano de ação com linhas orientadoras para a

criação de um modelo de *Employer Branding* na FA, que permita minimizar a escassez de candidatos para a categoria de praças no RC. O processo de investigação respeitou os três atos e as sete etapas propostas por Quivy & Campenhoudt e através de uma investigação de carácter qualitativo, utilizou-se um modelo Hipotético-Dedutivo (Quivy; Campenhoudt, 2008). Desta forma, a informação será recolhida através de revisão de literatura e entrevistas realizadas a especialistas na área dos Recursos Humanos (RH).

A investigação foi orientada pela seguinte Pergunta de Partida (PP): De que modo a Força Aérea pode constituir-se como uma *Employer Brand* (EB) capaz de promover uma maior atração de candidatos à categoria de praças para o regime de contrato?

Desta pergunta surgiram as seguintes Perguntas Derivadas (PD), com as respetivas Hipóteses (H) possíveis de resposta:

PD1: De que forma o Recrutamento Direcionado poderá constituir uma alternativa ao recrutamento convencional, a curto/médio prazo?

H1: A aplicação de técnicas de recrutamento direcionado a grupos específicos, atrai um maior número de candidatos.

PD2: De que forma a definição da Geração Alvo leva em consideração a idade com que os jovens definem os seus interesses profissionais?

H2: A definição de públicos baseada em diferentes gerações alvo melhora a diversidade do universo de candidatos.

PD3: De que modo o *Recruitment Marketing* (RM) pode promover a FA como uma organização atrativa para as gerações alvo?

H3: Os canais de promoção devem ser utilizados numa perspetiva mais comercial, com táticas e métodos do *marketing*, permitem uma melhor difusão da FA, junto das gerações alvo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Considerando o contexto atual, o perfil de trabalhador mudou e deu lugar a uma economia de conhecimento que enfatiza a qualidade dos RH como um dos fatores fundamentais a considerar no desempenho de uma organização (Gomes; et al., 2008). Assim se compreende, que a atração de pessoas que se identifiquem com a organização, aumenta a probabilidade de as mesmas permanecerem mais tempo, de forma empenhada e geradora de sucesso,

contribuindo também para a criação de uma melhor reputação e conseqüentemente a atração de novos e melhores candidatos (Gomes; et al., 2008).

A reputação da organização enquanto empregador, a EB, é determinante para a qualidade do recrutamento e é cada vez mais valorizada, sobrepondo-se muitas vezes à função a desempenhar e ao salário a auferir (Santo, 2016). Ambler e Barrow (1996) estudaram este fenômeno e mencionaram o conceito de EB pela primeira vez, definindo-o como: o conjunto de benefícios funcionais, económicos e psicológicos proporcionados pelo empregador e que passam a fazer parte da identidade da organização. O equilíbrio trabalho-família, oportunidades de experiência internacional e políticas amigas do ambiente entre outros, são fatores cada vez mais considerados na escolha da organização onde trabalhar e que as empresas deverão considerar na sua atuação (Gomes; et al., 2008).

Por esta razão, a EB é, cada vez mais, considerada um conceito chave para atrair e reter pessoas, pois constitui a marca com a qual o candidato, mais tarde colaborador, estabelece uma relação próxima, que influenciará inevitavelmente a sua atuação e permanência na empresa (Ambler & Barrow, 1996).

A exposição da EB deve ser feita de forma controlada, planeada de acordo com a visão e objetivos estratégicos da empresa ou organização, podendo ser um fator crítico de sucesso e fortalecer a sua posição no mercado, bem como, reduzindo ao máximo as interferências indesejáveis (Santo, 2016).

Tendo em conta a complexidade e abrangência do conceito de EB, considerou-se importante explorar mais detalhadamente algumas das dimensões onde este se pode materializar, nomeadamente os conceitos de recrutamento direcionado, de geração-alvo e de RM.

A diversidade da força de trabalho de uma empresa ou organização apresenta inúmeras vantagens, nomeadamente a riqueza de perspetivas, a capacidade de discutir estratégias e formas de atuar, a capacidade de antecipar mudanças e analisar problemas, possibilitando a criação de soluções inovadoras e contribuindo para um crescimento sustentável (Fernandes, 2017). A inclusão da diversidade nas organizações implica que os gestores compreendam a importância do conceito. Só assim será possível espelhar esta filosofia nas políticas de recrutamento, remuneração, avaliação e carreira, não descurando a meritocracia como fator regulador e sempre presente. (Fernandes, 2017).

No que respeita ao recrutamento feminino considera-se de extrema importância a implementação de estratégias que promovam o planeamento para a carreira, nas raparigas, mas também a promoção da divulgação de modelos, ou seja, mulheres que conciliam com sucesso a sua vida profissional e familiar (Mata, 2015).

Diana Morais (2019), Tenente-coronel do Exército e primeira portuguesa eleita para a presidência do Comité para as Perspetivas de Género da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) e atualmente chefe do Gabinete da Igualdade da Defesa Nacional, refere que é importante que as políticas de recrutamento e retenção sejam diferentes para homens e mulheres, visto que as motivações para o ingresso e permanência também o são. Desta forma destaca a importância da “promoção da visibilidade das mulheres em todas as funções, para que as jovens portuguesas percebam que podem ingressar nesta carreira e progredir de igual forma, bem como as medidas relacionadas com a conciliação da vida profissional, pessoal e familiar” (Freire, 2019).

Ainda no âmbito do recrutamento direcionado, no que respeita à comunidade LGBTQI, o reconhecimento legal de relações entre pessoas do mesmo sexo, através do casamento, representou também um passo importante, pois para além de contribuir para um sentimento de reconhecimento e respeito, permitiu que esses casais usufruíssem de benefícios que a prestação de serviço confere ao cônjuge do militar, nomeadamente serviços de saúde e pensões de sobrevivência (Polchar et. al., 2014).

Por sua vez, a identidade de género é também um fator importante a ter em conta, visto que uma pessoa transgénero deseja ver a sua identidade publicamente reconhecida. Assim, as FFAA que não possuem restrições à mudança de género são mais inclusivas na medida em que garantem a autodeterminação de cada um, reconhecendo a sua identidade (Polchar et. al., 2014).

Por último, no que respeita a esta estratégia de recrutamento, alguns países têm apostado no recrutamento de cidadão estrangeiros, apresentando como denominador comum o país de origem dos mesmos possuir laços históricos e culturais com os países recrutadores, nomeadamente a língua oficial e o facto de serem ex-colónias (Borges, 2011).

Esta solução foi adotada por alguns países membros da OTAN que optaram por recrutar estes cidadãos com vista a fazer face à carência de candidatos, implementando alguns incentivos, como a aquisição da nacionalidade e vantagens económicas (Francisco, 2009).

O sucesso desta medida prende-se com o forte empenho das chefias militares em todo o processo e a ausência de diferenciação entre nacionais e estrangeiros, em aspetos como: atribuição de cargos e funções, concursos onde todos competem em igualdade de circunstâncias e apólice de seguro com idênticas condições e garantias (Borges, 2011).

A abrangência das ações de recrutamento deve considerar o conceito de escolha vocacional como a ação de eleger uma alternativa em detrimento de outra e de iniciar um plano de realização de um determinado objetivo onde se pressupõe a ponderação das diversas possibilidades de sucesso (Soares, 2015).

Considerando o papel determinante das experiências vividas desde idades tão precoces, a partir dos 6 anos, para as escolhas vocacionais, para além do papel da família, é facilmente compreensível que a informação educacional e ocupacional adquira uma enorme importância (Mata, 2015). Por esta razão o papel da escola tem sido amplamente reconhecido e considera-se importante a implementação de programas de educação para a carreira, mesmo no início da escolaridade (1.º e 2.º anos do ensino básico), prolongando-se ao longo do percurso, com o objetivo de dotar os estudantes de informação vocacional realista e reduzir estereótipos profissionais (Mata, 2015).

Além da importância que a intervenção escolar apresenta, importa salientar que alguns dos jovens em idade recrutável já se encontram no mercado de trabalho, colocando as FFAA em concorrência direta com os empregadores civis, sendo imperativo que se tornem atrativas e uma alternativa a considerar para estas gerações (Rijo, 2018).

O “*Millennials Survey 2016*”, realizado pela Deloitte (2016), que inquiriu 7.700 *Millennials* de 29 países, revelou que os objetivos pessoais destes jovens se direcionam para um bom equilíbrio entre trabalho e vida pessoal, ter casa própria, um parceiro para a vida, segurança financeira que permita amealhar para a reforma, ou seja, valores bastante próximos dos tradicionais (Saraiva, 2017).

Por sua vez, um estudo da agência de recrutamento Monster Worldwide (2016) sobre os *Centennials* revelou que as principais exigências relativamente ao emprego assemelham-se às das gerações anteriores. Quando questionados, 70% dos jovens privilegiavam um bom plano de saúde e só em seguida o salário, um chefe respeitável, espaço para crescer e a licença parental (Saraiva, 2017).

Assim, compreende-se que as pessoas não são entidades apenas económicas, desejam também satisfazer as suas necessidades pessoais, realizar trabalho com significado, pertencer

a redes que satisfaçam as suas necessidades sociais, de pertença e comunidade, ou seja, apesar da enorme mudança, existem valores imutáveis que atravessam as várias gerações (Gomes; et al., 2008).

Independentemente do público alvo a considerar, a comunicação da marca é um processo que deverá ocorrer de dentro para fora, com paixão e pelo melhor veículo para a fazer, os Recursos Humanos da organização (Ferreira; Santos, 2019).

Esta necessidade de promover e difundir a EB estimulou a aplicação de métodos do *marketing*, originando o RM, que tem também como objetivo entregar a mensagem certa aos candidatos certos (Quinhones, 2019). O RM privilegia publicações apelativas com recurso a vídeo e imagem, preocupando-se com a escolha dos canais a utilizar de acordo com o público alvo (Quinhones, 2019).

Neste âmbito, as plataformas de recrutamento/carreiras deverão ser apelativas, começando por otimizar as suas páginas de entrada e investindo em formatos *mobile responsive*, informação disponibilizada relevante, permitindo um processo de candidatura simples e direto e começando desde logo a criar ou melhorar a experiência do candidato, o que possibilita criar comprometimento ao longo das fases de recrutamento, seleção e integração (Quinhones, 2019).

O acesso democratizado às tecnologias de informação e internet, originou utilizadores com um papel cada vez mais ativo, como produtores de conteúdos, que utilizam uma série de ferramentas como os blogues e as redes sociais para comunicar e interagir. Ao reconhecer que o seu público está ligado à internet, as empresas sentiram a necessidade de desenvolver também os seus perfis nas redes sociais, permitindo uma maior comunicação e interação, não só com os seus consumidores, mas também com os seus colaboradores e potenciais candidatos (Figueiredo, 2015).

As funções disponibilizadas pelas redes sociais como *like*, *tag* ou *share* passaram a ocupar um lugar comum no dia-a-dia dos utilizadores sendo a expressão imediata da sua opinião, o que provocou nas empresas uma necessidade constante de se posicionarem favoravelmente e consequentemente chegar e atrair mais e melhores candidatos (Figueiredo, 2015).

Esta mudança de paradigma influenciou fortemente os processos de recrutamento, banalizando o recrutamento efetuado *online*, ou seja, o e-recrutamento (Rijo, 2018). Neste âmbito, rapidamente as redes sociais ganharam um lugar de destaque, potenciando também o impacto do *word of mouth* (WOM). Fazendo mais uma vez o paralelismo com o *marketing* de consumo, que considera que as conversas entre consumidores são mais influenciadoras que as

comunicações oficiais. Facilmente se compreende a importância deste fenómeno para o recrutamento (Rijo, 2018).

Embora a utilização destes canais pareça ser inevitável, esta não constitui por si só, um fator atrativo, é fundamental ter em conta a forma como se escreve, o tipo de conteúdos, o que é mais apetecível para o público alvo e quais os melhores momentos para comunicar (Rijo, 2018). Por esta razão importa então que a gestão das redes sociais seja feita por uma equipa multidisciplinar, com profissionais que possuam competências nas áreas da seleção e produção de imagens, comunicação, atendimento ao público, compreensão dos motores de busca e *marketing*, com vista a contribuir para uma boa reputação organizacional e, conseqüentemente, mais intenções de candidaturas e ingressos (Rijo, 2018). O *storytelling* revelou-se um exemplo de um tipo de conteúdo mais vinculativo do que a informação simplesmente quantitativa, visto que promove a identificação das pessoas, criando vínculos emocionais (Znanewitz, 2016).

Considerando o tempo considerável que os jovens despendem em plataformas como *smartphones* ou *tablets*, constata-se que existe uma maior predisposição para enviarem as suas candidaturas através das mesmas e, como tal, importa considerar que, se o acesso às candidaturas for pouco intuitivo, complexo e demorado, é provável o abandono da pesquisa (Amorim, 2018). Desta forma, os formatos com *responsive design* são essenciais para proporcionar aos utilizadores e potenciais candidatos, experiências positivas e passíveis de partilhar com os seus círculos mais próximos (Amorim, 2018).

Este tipo de tecnologias de informação possibilita recolher métricas que permitem avaliar a implementação das medidas através de indicadores como o custo por clique, o custo por candidato e o alcance da mensagem da marca (Santos, 2016). Este enorme conjunto de dados e a sua respetiva análise designa-se por *BIG DATA*, uma ferramenta com um vasto potencial, visto que permite perceber o alcance que uma empresa conseguiu com determinado anúncio e qual a qualidade do mesmo através do seu poder persuasivo (Santos, 2016).

Esta disponibilização e análise de dados permitiu realizar projeções, estabelecer correlações entre características, variáveis e comportamentos podendo auxiliar os gestores e equipas de recrutamento no momento da tomada de decisão (Santos, 2016).

Apesar do avanço tecnológico, o contacto pessoal no processo comercial terá sempre um forte impacto, conferindo às feiras, exposições e outros eventos de contacto com o público uma plataforma de comunicação muito eficaz ao permitirem uma conexão direta com potenciais clientes (Teotónio, 2018).

Para além das presenças que tradicionalmente apresentam interesse, a proliferação dos festivais de verão despertou as empresas para o potencial destes eventos no que diz respeito ao contacto direto com o seu público, mas de uma forma mais descontraída e fora do contexto habitual (Teotónio, 2018).

A potencialidade dos eventos de *gaming* tem também despertado a atenção de algumas organizações, mas o fenómeno da *gamification* não se resume apenas a estas participações, sendo que em alguns casos é já utilizado para desafiar os colaboradores e é também uma tendência crescente no âmbito do recrutamento (Silva, 2018). Mais concretamente, no que ao recrutamento diz respeito, é possível referir algumas ferramentas utilizadas para “gamificar” o recrutamento, nomeadamente: organizar competições de “quizzes” e quebra cabeças e a criação de pontuações e barras de progresso, que permitem motivar o candidato que pode observar a evolução da sua prestação ao longo do processo (Lima, 2017).

3. METODOLOGIA

A realização deste trabalho suportou-se na metodologia de Quivy e Campenhoudt (2008), passando pelos seus três atos: Rutura, Construção e Verificação. O primeiro ato, a rutura, começou com uma abstração do conhecimento pessoal sobre o fenómeno em estudo e efetuou-se uma revisão da literatura, através de artigos e trabalhos realizados no âmbito do recrutamento e do *Employer Branding*, tanto em contexto militar nacional e internacional, como em contexto civil e documentação produzida pela FA.

Seguidamente, no ato de construção, recorreu-se ao método Hipotético-Dedutivo para a elaboração de um modelo de análise. Foram então geradas hipóteses, conceitos e dimensões, de uma forma lógica, para as quais se procurou correspondências no contexto real (Quivy; Campenhoudt, 2008).

Neste modelo, o conceito “Recrutamento Direcionado” desdobrou-se em quatro dimensões: i) Mulheres; ii) Comunidade Lésbica, Gay, Bissexual, Transgénero, *Queer* e Intersexo (LGBTQI); iii) Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP) e iv) Especialidade tendo em conta as suas características próprias. O conceito “Geração Alvo” subdividiu-se em três dimensões: Geração Y – *Millennials*, Geração Z – *Centenials* e Geração Alfa que englobou a caracterização das mesmas e as suas expectativas no mercado de trabalho. Por último, o conceito RM segmentou-se em três dimensões: Transformação Digital, Presenças

em Eventos e *Gaming*, onde foram exploradas diversas possibilidades de aplicar o *marketing* de consumo ao recrutamento.

Perante o modelo de análise, com vista a efetivar o ato de verificação, procedeu-se à recolha de informação através da realização de sete entrevistas de investigação a militares, que pelo seu percurso institucional ou académico, são considerados especialistas em diversas áreas da GRH e como tal capazes de contribuir positivamente para o desenho de um plano de ação com linhas orientadoras para a criação de um modelo de EB na FA.

As entrevistas foram dirigidas aos seguintes oficiais:

- Coronel Rui Roque, Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo (TPAA), então Diretor do Museu do Ar, foi Chefe das Relações Públicas e porta-voz da FA e Chefe da Repartição de Carreiras e Promoções (RCP) da Direção de Pessoal (DP);

- Coronel Jorge Simões, TPAA, foi Chefe do CRFA, Chefe da RCP da DP e Chefe do Serviço de Ação Social;

- Coronel José Diniz, Piloto-Aviador (PILAV), Sub-Diretor da DP;

- Tenente-Coronel Aires Marques, Técnico de Manutenção de Material Aéreo, Chefe do CRFA, foi assessor do Chefe do Estado Maior da Força Aérea;

- Tenente-Coronel Ana Silva, TPAA, Chefe de Gabinete do General Comandante Aéreo, foi Chefe da Secção de Cargos, Missões e Cursos da Repartição de Colocações, da DP. Chefe do Grupo de Trabalho sobre Perspetiva de Género na FA;

- Tenente-Coronel Quirino Martins, TPAA, Chefe da RCP da DP, foi Adjunto para as Carreiras na Divisão de Recursos do Estado-Maior da Força Aérea;

- Capitão Tiago Teotónio, TPAA, Chefe da Sub-repartição de cursos, concursos e contratos da RCP da DP.

Terminadas as entrevistas para recolha de informação, procedeu-se à análise do conteúdo das mesmas através das tendências de resposta e consequentes conclusões.

4. RESULTADOS

No que diz respeito ao recrutamento direcionado foram consideradas diversas possibilidades com o objetivo de perceber se a promoção de campanhas dirigidas a determinados públicos alvo faria sentido, podendo potenciar a eficácia dos esforços de recrutamento.

Quando questionados a este respeito os entrevistados, de uma forma geral, consideraram que esta pode constituir uma possibilidade a ter em conta, na medida em que permite alcançar com maior eficácia públicos menos cativados pelas estratégias de âmbito genérico, dando maior relevância à possibilidade de considerar as mulheres e os cidadãos estrangeiros, mas reforçando sempre a importância de estudar aprofundadamente o público que se pretende atrair, bem como, as medidas a implementar.

Tendo em conta a informação anteriormente referida é possível validar a H1 – “A aplicação de técnicas de recrutamento direcionado a grupos específicos, atrai um maior número de candidatos”, pois enquanto resposta à PD1 – “De que forma o Recrutamento Direcionado poderá constituir uma alternativa a curto/médio prazo?”, reforça a importância de abordar públicos específicos como as mulheres ou cidadãos de outros países e até mesmo direcionar ações mais específicas a indivíduos com determinadas características individuais ou de caráter técnico-profissional, aumentando a abrangência do recrutamento.

Este trabalho científico procurou também identificar qual a faixa etária que deverá ser abrangida e perceber se existirão abordagens adequadas e distintas consoante a idade dos potenciais candidatos. Quando questionados, os entrevistados consideraram que as experiências em idades mais precoces apresentam um impacto considerável nas decisões futuras, devendo estas ser consideradas para a implementação das ações de recrutamento. Foi ainda reforçada a importância de diferenciar o tipo de intervenção, tendo em consideração as idades das crianças/jovens em questão, bem como, a implementação de ações no âmbito escolar.

Desta forma, é possível validar a H2 – “A definição de públicos baseada em diferentes gerações alvo melhora a diversidade do universo de candidatos”, pois enquanto resposta à PD2 – “De que forma a definição da Geração Alvo leva em consideração a idade com que os jovens definem os seus interesses profissionais?”, explica a importância de diversificar as ações a públicos de diferentes faixas etárias.

Por último pretendeu-se estudar a possibilidade de utilizar técnicas e métodos do marketing com o objetivo de potenciar a divulgação da FA junto das gerações alvo. Os entrevistados consideraram que, de facto as técnicas de RM, permitem uma comunicação mais apelativa para o público alvo e conseqüentemente mais eficaz.

Perante a informação referida anteriormente, é possível validar a H3 – “Os canais de promoção devem ser utilizados numa perspetiva mais comercial, utilizando táticas e métodos do

marketing que permitam uma difusão da FA, mais eficiente, junto das gerações alvo”, pois enquanto resposta à PD3 – “De que modo o RM pode promover a FA como uma organização atrativa para as gerações alvo?”, revela a importância de adequar os canais e a mensagem ao público que se pretende cativar.

Testadas as hipóteses e em resposta à PP - “De que modo a Força Aérea pode constituir-se como uma EB capaz de promover uma maior atração de candidatos à categoria de praças para o regime de contrato?” importa registar a pertinência da implementação de um modelo de EB, abrangendo toda a organização, que deverá ter em conta as seguintes ações:

- Identificação clara e exaustiva do público alvo, não só no que respeita às características pessoais e técnico-profissionais, mas também no que respeita à faixa etária que se pretende atingir, com vista a direcionar e adequar a intervenção a cada grupo específico;
- Análise da situação atual seguida da definição clara da EB e do *Employer Value Proposition* (EVP), ou seja, o valor enquanto empregador e o que se pretende atingir e divulgar;
- Escolha e planeamento das ações a executar, bem como, os canais de comunicação mais adequados para cada situação e para cada público;
- Monitorização dos resultados e se necessário ajuste da estratégia de *Employer Branding*.

Com vista a colocar em prática a resposta dada à pergunta de partida, apresenta-se na figura 1 a sistematização de um conjunto de linhas orientadoras que poderão nortear a implementação do *Employer Branding* na FA, mais concretamente ao nível da comunicação e atração de candidatos:



Figura 1. Fases do processo de *Employer Branding*. (Fonte: Autor)

Este trabalho pretendeu apresentar alternativas que possam minimizar as dificuldades de recrutamento. Desta forma, apresentam-se na tabela 1 as questões chave de um guião para a formação da EB da FA, que foi elaborado tendo por base os contributos dos entrevistados, assim como o alinhamento temático identificado na revisão bibliográfica deste trabalho.

Tabela 1. Guião para a EB da FA. (Fonte: Autor)

Fase 1	Fase 2 e 3	Fase 4	Fase 5	Fase 6, 7, 8	Fase 9
Qual é o perfil do meu candidato?	Quem é a organização?	Quais as metas pretendidas?	Qual o EVP?	Quais os canais a utilizar?	Quais são os resultados?
O que o motiva?		Qual a identidade da marca?			Quais os ajustes necessários?
Quais as suas frustrações?					
Quais as suas características?					
Como procura emprego?					
Quem influencia a sua decisão?					
Que tipo de informação procuram e valorizam?					

5. CONCLUSÕES

A presente investigação pretendeu apresentar um plano de ação com linhas orientadoras para a criação de um modelo de *Employer Branding* na FA, que permita minimizar a escassez de candidatos para a categoria de praças no RC, indo ao encontro dos objetivos estratégicos definidos pelo Chefe do Estado-Maior da Força Aérea até 2022.

Considerando as rápidas mudanças do contexto organizacional e o ambiente volátil característico dos dias de hoje, a organização deve adaptar-se de forma célere e abrangendo as mais diversas áreas.

A atração de jovens para a prestação de serviço na Força Aérea é uma das tarefas organizacionais que claramente sofre o impacto destas mudanças, espoletando a necessidade de repensar as estratégias de recrutamento na organização.

Neste sentido, criou-se a seguinte Pergunta de Partida que sustentou este trabalho de investigação: “De que modo a Força Aérea pode constituir-se como uma *Employer Brand* capaz de promover uma maior atração de candidatos à categoria de praças para o regime de contrato?”

cuja resposta foi dada seguindo a Metodologia de Investigação em Ciências Sociais de Quivy e Campenhoudt (2008).

Com vista a desenvolver esta investigação procedeu-se a uma pesquisa documental que permitiu a definição de um modelo de análise composto por três perguntas derivadas, três hipóteses e três conceitos: Recrutamento Direcionado, Geração Alvo e *Recruitment Marketing*. Cada um destes conceitos foi ainda subdividido, o primeiro em quatro dimensões e os seguintes em três dimensões, cada uma com três indicadores.

Com vista a proceder à recolha de dados, realizou-se entrevistas de carácter semidiretivo a 7 militares que, pela sua experiência profissional militar e percurso académico, foram identificados como especialistas e capazes de dar um contributo significativo para a presente investigação.

Através da análise do conteúdo das entrevistas foi possível testar e validar as hipóteses para dar resposta às perguntas derivadas e conseqüentemente à pergunta de partida. No que diz respeito ao Recrutamento Direcionado concluiu-se que este constitui de facto uma alternativa com enorme potencial visto que ajusta a sua intervenção ao público alvo. Faz-se, no entanto, a ressalva que os públicos a quem se pretende dirigir estas práticas, deverão ser alvo de estudo aprofundado. Quanto à definição da Geração Alvo foi possível concluir que as ações dirigidas aos candidatos passivos, ou seja, aqueles que ainda não estão em busca de emprego, são determinantes, na medida em que podem proporcionar experiências marcantes às crianças e jovens, contribuindo para uma possível futura candidatura. Porém importa salientar que é fulcral que as abordagens sejam distintas, mediante as idades e fase da escolha vocacional em que estas crianças e jovens se encontram.

Por último no que respeita ao conceito de *Recruitment Marketing*, concluiu-se que, de facto, a utilização de técnicas do marketing do consumo tem-se revelado eficaz na atração de candidatos e no desenvolvimento da relação de comprometimento com a organização, reforçando a importância não só, dos canais de comunicação escolhidos, mas também, do tipo de conteúdos utilizados.

Após a confirmação das três hipóteses foi possível dar resposta à Pergunta de Partida. Para implementação de um modelo de *Employer Branding*, abrangendo toda a organização deverão ser consideradas as seguintes ações: i) identificação clara e exaustiva do público alvo; ii) análise da situação atual e iii) *Employer Brand* que se pretende atingir e divulgar; iv) escolha

e planeamento das ações a executar e canais a utilizar; e por fim v) monitorização dos resultados e se necessário o ajuste da estratégia de *Employer Branding*.

Após a investigação foi possível contribuir com linhas orientadoras para a criação de um modelo de *Employer Branding* na Força Aérea, propondo novas abordagens, até então nunca utilizadas na organização. Este contributo constitui uma possível base para uma investigação futura com vista à criação da mesma, não só para a categoria de praças, mas abrangendo outras categorias e formas de prestação de serviço.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMBLER, T.; BARROW, S. – The Employer Brand. *The Journal of Brand Management*. Londres. Vol. 4, n.º3 (1996).
- [2] AMORIM, P. – O candidato 2.0: preferências tecnológicas no mercado de trabalho. *INFORH*. [Em Linha]. 2018. [Consult. 10 Ago. 2019] Disponível em WWW:<<https://inforh.pt/o-candidato-2-0-preferencias-tecnologicas-no-mercado-de-trabalho/>>.
- [3] BORGES, Pedro Miguel – O Recrutamento de Estrangeiros nas Forças Armadas Portuguesas. Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares, 2011. Trabalho de Investigação Individual do CEMC.
- [4] CARRILHO, M. - Forças Armadas, Sociedade e Poder: A Subordinação das Forças Armadas ao Poder Político, [Em linha]. (1981). [Consult. 10 Ago. 2019]. Disponível em [www.<URL:https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/2892/1/NeD16_MariaCarrilho.pdf>](http://www.comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/2892/1/NeD16_MariaCarrilho.pdf).
- [5] FERNANDES, Filipe – A diversidade como vantagem competitiva. *Jornal de Negócios*. [Em Linha]. 2017. [Consult. 30 Ago. 2019] Disponível em WWW<<https://www.jornaldenegocios.pt/negocios-iniciativas/premio-excellens-o-economia/detalhe/a-diversidade-como-vantagem-competitiva>>.
- [6] FERREIRA, Pedro; SANTOS, Cândida – Gestão de pessoas a preto e branco. 1.ª Edição. Porto: Vida Economica – Editorial, SA., 2019. ISBN 978-989-768-528-6.
- [7] FIGUEIREDO, Inês Pereira – Novos mecanismos de atração de candidatos: O impacto das redes sociais no processo de recrutamento. Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra, 2015. Dissertação de Mestrado.
- [8] FRANCISCO, Vitor Manuel – A Sociedade Moderna e o Recrutamento, Estrutura e Procedimentos. Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares, 2009. Trabalho de Investigação Individual do CPOG.
- [9] FREIRE – Entrevista a Major Diana Morais. *Diário de Notícias*. [Em Linha]. 2019. [Consult. 30 Ago. 2019] Disponível em WWW: <<https://www.dn.pt/edicao-do-dia/06-ago-69-2019/interior/-nunca-senti-problemas-comandar-tem-que-ver-com-a-pessoa-e-nao-por-serhomem-ou-mulher-11144607.html>>.
- [10] GOMES, Jorge [et al.] – Manual de Gestão de Pessoas e do Capital Humano. 1.ª Edição. Lisboa: Sílabo, 2008. ISBN 978-972-618-506-2.
- [11] LIMA, L. – Jogos de fuga podem trazer prejuízos. [Em Linha]. 2017. [Consult. 15 Ago. 2019] Disponível em WWW: <<https://exame.abril.com.br/negocios/jogos-de-fuga-podem-trazer-prejuizos/>>.
- [12] MATA, Patrícia Maria – Desenvolvimento Vocacional na Infância: Interesses e competências percebidas numa amostra de alunos do ensino básico. Coimbra: Universidade de Coimbra, 2015. Dissertação de Mestrado.
- [13] POLCHAR, J. [et al.] – LGBT Military Personnel, a Strategic Vision for Inclusion. The Hague Centre for Strategic Studies, 2014. ISBN 978 94-91040-93-1.

- [14] QUINHONES, R. – Employer Branding versus Recruitment Marketing. INFORH. [Em Linha]. 2019. [Consult. 30 Ago. 2019] Disponível em WWW:< <https://inforh.pt/employer-branding-versus-recruitment-marketing/>>.
- [15] QUIVY, Raymond; CAMPENHOUDT, Luc Van – Manual de Investigação em Ciências Sociais. 5.ª Edição. Lisboa: Gradiva, 2008. ISBN 978-972-662-275-8
- [16] RIJO, Francisco José – O Recrutamento para as Forças Armadas para o Regime de Contrato. O Papel das Redes Sociais. Pedrouços: Instituto Universitário Militar, 2018. Trabalho de Investigação Individual do CPOS.
- [17] SANTO, Mariana Espírito – The Importance of Employer Branding on the Millennial's. Lisboa: ISCTE Business School, 2016. Dissertação de Mestrado.
- [18] SANTOS, Cíntia Raquel Alves Lopes Simão – Atração, Recrutamento, Seleção e Desenvolvimento Do Segmento Jovem na Vodafone. Lisboa: ISEG Lisbon School of Economics & Management, 2016. Dissertação de Mestrado.
- [19] SARAIVA, Aníbal Carlos – Como se posicionam as Forças Armadas Portuguesas perante as expectativas e as preferências laborais dos millennials da região norte de Portugal. Vila Nova de Gaia: Instituto Politécnico de Gestão e Tecnologia, 2017. Dissertação de Mestrado.
- [20] SILVA, A. – Transformação digital, liderança e intranets sociais. INFORH. [Em Linha]. 2018. [Consult. 30 Ago. 2019] Disponível em WWW:< <https://inforh.pt/transformacao-digital-lideranca-e-intranets-sociais/>>.
- [21] SOARES, Sara Medeiros – Escolha Vocacional em Adolescentes: Contributos de competências sociais e emocionais. Ponta Delgada: Universidade dos Açores, 2014. Dissertação de Mestrado.
- [22] TEOTÓNIO, J. – Festivais: o marketing do verão. [Em Linha]. 2018. [Consult. 15 Ago. 2019] Disponível em WWW: <<https://pt.wyser-search.com/festivais-o-marketing-verao/>>.
- [23] ZNANEWITZ, J.; GILCH, K. – A guideline and na application in the Bundeswehr's (personnel) marketing, Helmut – Schidt University [Em linha]. (2016). [Consult. 20 Ago. 2019]. Disponível em www: <URL <https://tinyurl.com/yyd2aqxh>>.

Resumo: Ao longo do último século, a estrutura clássica das Forças Armadas mudou significativamente, fruto de novas e complexas ameaças. Com o fim da conscrição, surgiu a consequente necessidade das Forças Armadas se adaptarem a uma nova realidade em que é necessário manter uma contínua capacidade de atrair e reter recursos humanos, de modo a não comprometer o cumprimento das suas missões. Em Portugal, esta mudança materializou-se no surgimento de um novo modelo de recrutamento assente no Regime de Voluntariado e no Regime de Contrato e, mais tarde, fruto da crescente diversidade e especificidade das missões das Forças Armadas, é criado o Regime de Contrato Especial, um vínculo de duração mais alargada.

A investigação apresentada pretendeu perceber se os militares presentemente a prestar serviço em Regime de Contrato na Força Aérea têm intenção, ou não, de concorrer ao Regime de Contrato Especial, e desta forma concluir se este se poderá constituir como um mecanismo de atração e retenção de recursos humanos que promova a gestão estratégica de recursos humanos na Força Aérea Portuguesa.

Para esta investigação foi utilizada a Metodologia em Ciências Sociais proposta por Quivy e Campenhoudt (2008), através da aplicação de um questionário aos militares do Regime de Contrato da Força Aérea e posterior análise descritiva.

De acordo com os dados recolhidos, concluiu-se que o Regime de Contrato Especial pode potenciar a gestão estratégica dos recursos humanos da organização, pois trata-se de um mecanismo que permite reter durante mais tempo militares experientes e já plenamente identificados com a organização, algo que permite uma poupança significativa de custos associados à formação de novos militares.

Contudo, o baixo nível de recetividade que os inquiridos mostraram perante a perspetiva de ingressar em RCE é preocupante, pelo que deverão ser tomadas medidas que procurem ir ao encontro de algumas das preocupações que estes militares vincaram, nomeadamente, ao nível do vencimento, atrasos nas promoções ao posto imediato e ausência de protocolos de apoio à transição para o mercado laboral, finda a prestação de serviço militar.

Palavras-chave: Atração, Retenção, Gestão Estratégica de Recursos Humanos.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo do último século e, em particular, após o final da Guerra Fria, observaram-se mudanças significativas na estrutura clássica das Forças Armadas (FFAA), decorrentes

sobretudo da emergência de uma realidade geoestratégica multipolar, do surgimento de conflitos globais associados a atores não estatais, e de ameaças imprevisíveis que dificultam a promoção de ações preventivas por parte dos estados (Santos, 2012).

Face a esta alteração de paradigma, o conceito de FFAA tradicional, vocacionado exclusivamente para a defesa do território contra ameaças provenientes do exterior das suas fronteiras, baseado num modelo de conscrição, denominado em Portugal por Serviço Militar Obrigatório (SMO), deu lugar a um modelo de FFAA Pós-Modernas, caracterizadas por um reduzido número de efetivos militares, altamente profissionalizados, flexíveis e equipados com os meios tecnologicamente mais avançados (Moskos; Williams & Seagal, 2000).

Com esta alteração na sua matriz de funcionamento, as FFAA passaram a ter a necessidade de apresentar uma capacidade contínua de atração e retenção de efetivos necessários ao cumprimento das suas missões. Em Portugal, esta nova realidade traduziu-se no surgimento de um modelo de recrutamento em tempo de paz, baseado no Regime de Voluntariado (RV) e no Regime de Contrato (RC), passando o serviço através de convocação e mobilização a revestir-se de natureza excecional, conforme estabelecido na Lei do Serviço Militar (LEI N.º 174/1999). A esta nova metodologia de recrutamento foi associado um sistema universalizante de incentivos, que se viria a traduzir no surgimento do Regulamento de Incentivos à Prestação de Serviço Militar (RIPSM) no RC e no RV, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 320-A/2000, de 15 de dezembro, cujos principais objetivos eram assegurar a atração de capital humano para a prestação de serviço em RV e RC, incentivar a sua permanência nas fileiras e, em caso de não ingressarem nos Quadros Permanentes (QP) das FFAA, apoiar no processo de transição para a vida civil (DECRETO-LEI N.º 320-A/2000).

Para além do RC e do RV, foi também consagrada na LSM a possibilidade de criação, através de Decreto-Lei, de regimes de contrato com a duração máxima de até 20 anos, utilizados em contextos funcionais que exijam uma prestação de serviço por um período mais prolongado (LEI N.º 174/1999).

Neste sentido, de modo a garantir a prestação de serviço militar por um período de tempo que fosse ao encontro da diversidade e especificidade das necessidades inerentes à missão das FFAA, foi criado, através do Decreto-Lei n.º 130/2010, de 14 de dezembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 147/2015, de 3 de agosto, o Regime de Contrato Especial (RCE), aplicável à categoria de Oficial, nas áreas funcionais de medicina, pilotagem de aeronaves e assistência religiosa, com uma duração mínima de prestação de serviço de 8 anos e máxima de 18 anos, mediante a

abertura de concurso, destinado a cidadãos na reserva de recrutamento e de disponibilidade, e de entre os militares que prestam serviço efetivo em RV ou RC (DECRETO-LEI N.º 130/2010).

Porém, a diversidade e a especificidade das necessidades inerentes ao cumprimento da missão das FFAA revelou a necessidade de não restringir o RCE a determinadas categorias ou especialidades e de promover o seu alargamento a novas áreas funcionais. Deste modo, através do Decreto-Lei n.º 75/2018, de 11 de outubro, o RCE passou a ser aplicado em situações funcionais cujo grau de formação e treino, habilitações académicas específicas e particulares exigências técnicas requeiram uma prestação de serviço efetivo de duração prolongada, e que garantam maior estabilidade na gestão dos efetivos militares. Mais ficou estabelecido no referido diploma, que seriam os ramos das FFAA a definir as situações funcionais aplicáveis ao RCE (LEI N.º 75/2018) sendo que, no caso da Força Aérea (FA), os trabalhos de definição do âmbito de aplicação do RCE encontram-se em curso por parte da Divisão de Recursos (DIVREC) do Estado-Maior da FA.

Independentemente da evolução observada no modelo de funcionamento do RV e do RC desde a sua criação, e de se tratar de um regime que pressupõe um elevado número de efetivos, muito por força do processo de ajustamento das contas públicas, e à semelhança do que se tem vindo a observar em outros setores do Estado, assistiu-se nos últimos anos a uma redução no orçamento disponível para a Defesa, bem como a uma contínua redução de efetivos militares (Cardoso, 2008).

Para além desta questão, também nos últimos anos se têm vindo a observar dificuldades cada vez maiores na atração e retenção de recursos humanos (RH) para as FFAA (RIJO; et al., 2018). No caso da FA, e mais concretamente no que diz respeito ao RC, este panorama assume contornos muito preocupantes uma vez que, para além de se ter registado uma redução de 34.7% no número de efetivos entre 2010 e 2018, desde 2014 que se observa, de forma cumulativa, um decréscimo no preenchimento de vagas para ingresso no RC, bem como um número significativo de rescisões de contrato durante o período de permanência em RC.

Face ao contexto exposto, o presente estudo procurou perceber, através da aplicação de um questionário aos militares que presentemente se encontram a prestar serviço em RC na FA se têm intenção, ou não, de concorrer ao RCE, e desta forma concluir se este regime de contrato de duração alargada poderá potenciar a atração e retenção de RH, bem como promover a gestão estratégia de RH (GERH) na FA, através a aplicação da seguinte pergunta de partida: “O Regime de Contrato Especial, enquanto mecanismo de atração e retenção, pode promover a gestão

estratégica de recursos humanos na Força Aérea?” Foram identificadas três Hipóteses: “H1 – Os militares que presentemente prestam serviço em RC pretendem ingressar no RCE devido a fatores instrumentais inerentes à condição militar”, “H2 – Deverá ser implementado um conjunto de medidas profissionais para incentivar a prestação de serviço militar em RCE” e “H3 – O RCE irá potenciar a GERH na FA”; - bem como os conceitos em estudo, as dimensões e os indicadores selecionados para o mesmo.

2. CRESCIMENTO DA IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS HUMANOS NAS ORGANIZAÇÕES

A GRH é, possivelmente, de entre todas as funções organizacionais, aquela que mais se foi transformando ao longo do séc. XX (Bilhim, 2004). Tendo surgido com base na necessidade de englobar as pessoas e os seus comportamentos na componente organizacional e estando alicerçada em áreas científicas como a psicologia, a sociologia, a gestão e a economia, é possível defini-la como uma abordagem estratégica à gestão de pessoas numa determinada organização, com o objetivo de obter vantagem competitiva através dessa abordagem, maximizando a performance dos RH, em função dos objetivos estratégicos da mesma, e constituindo-se assim como uma ferramenta que compreende processos como o planeamento de RH, o recrutamento e seleção, a gestão de carreiras e a avaliação de desempenho, entre outros (Gomes; et al., 2008).

A GRH passou por diversos estágios de consolidação ao longo dos anos. Até 1945, decorria a fase pré-histórica da função, puramente administrativa e contabilística. De 1945 a 1973 dá-se a fase das relações humanas, em que surgiram pela primeira vez políticas de humanização do trabalho, tendo Robert Owen como pioneiro no reconhecimento da importância das pessoas no sucesso da organização. De 1973 a 1985 vigora a fase da gestão integrada, marcada pela consciencialização de que era necessário conjugar necessidades individuais e organizacionais, pois só assim seria possível maximizar a produtividade (Bilhim, 2004).

Por fim, a partir de 1985, dá-se efetivamente a viragem da GRH clássica para a fase da gestão estratégica, em função do aumento constante da competitividade à escala global e da consequente busca pela vantagem competitiva, sendo esta fase que efetivamente impulsiona a GRH para o lugar de destaque que ocupa atualmente (Dyer; Reeves, 1995).

3. GESTÃO ESTRATÉGICA DE RECURSOS HUMANOS E ATRAÇÃO/RETENÇÃO

O ambiente externo das organizações, em constante mutação fruto do processo de globalização e da evolução tecnológica, a crescente complexidade e dinâmica dos mercados, e as novas visões do mundo contribuíram, em grande medida, para que as organizações percebessem que teriam que se adaptar rapidamente para sobreviver (Bilhim, 2006). Esta sucessão de eventos traduziu-se, efetivamente, numa total mudança do paradigma da GRH: esta era, finalmente, encarada como um importante aliado para a obtenção de vantagem competitiva, uma vez que se cimentava a noção de que é através da utilização da capacidade, inteligência, potencial e experiência das pessoas que se atinge o sucesso organizacional, tornando-se efetivamente o melhor “parceiro de negócios” para uma organização (Ulrich, 1997; Lawler III; Boudrea, 2009).

De facto, de entre as inúmeras perspetivas sob as quais é possível abordar a GERH, existem determinadas práticas que se apresentam como denominador: deve ser dada ênfase a uma seleção criteriosa, ao trabalho em equipa, a uma avaliação de desempenho formal e à segurança no emprego (Mendes, 2012). Adicionalmente, de acordo com Bilhim (2004), existem também quatro elementos chave que verdadeiramente encapsulam a essência da GERH: o capital humano representa um recurso que tem que, necessariamente, ser valorizado ao máximo; todas as decisões em matéria de GRH devem ser de carácter estratégico; o desempenho de uma organização está intimamente ligado ao modo como a GRH é desenvolvida nessa organização; e, por fim, existem quatro conceitos essenciais na GRH (recrutamento, seleção, formação e sistema de recompensas), e estes devem aproximar e promover a integração sistemática.

Estabelecida a noção de que o capital humano se configura como um recurso inestimável, intimamente ligado ao sucesso da organização (Mahoney; Pandian, 1992) e, tendo em conta que o capital e a tecnologia eram cada vez mais amplamente disponíveis, as organizações passavam a sentir necessidade de procurar no seu seio e, mais especificamente, no seu capital humano, fontes de vantagem competitiva (Dyer, 1983). A GRH, executada de forma estratégica, é capaz de influenciar não só o desempenho individual, mas também o da organização, uma vez que existe a noção de que as pessoas constituem um ativo fundamental da organização, cujo valor pode ser aumentado e potenciado, gerando resultados positivos para a mesma (Bilhim, 2006). A própria denominação “Gestão Estratégica de Recursos Humanos” passou, inclusive, a ser utilizada exatamente em alusão à importância e ao valor acrescentado que esta nova era trazia

para a estratégia organizacional propriamente dita, bem como à vantagem em que esta se traduzia (Inacio, 2012).

Efetivamente, se as pessoas são um fator chave para o sucesso de qualquer organização, é cada vez mais fulcral que seja reconhecida a importância da GRH, percebendo claramente qual o papel que esta cumpre no seio da organização, procurando intervir ativamente na gestão das pessoas, a fim de motivá-las na implementação de novas estratégias organizacionais, bem como desenvolver nelas determinados atributos com o objetivo de melhorar a organização ao longo do tempo (Gomes; et al, 2008).

Dois dos desafios da GRH, que podem também ser encarados como parte do seu ciclo de funcionamento, passam pela atração de capital humano, assim como a sua retenção na organização. A atração de capital humano consiste na capacidade de obter pessoas que consigam acrescentar valor à organização, ou seja, é todo o conjunto de procedimentos que uma organização leva a cabo para identificar, atrair e recrutar um determinado número de candidatos (Taylor; Collins, 2000), sendo para isso necessário que possua uma capacidade substancial de atração junto dos mesmos.

O conceito da retenção, ou seja, a capacidade de uma organização para manter um ativo nas suas fileiras (Martins, 2014) assume, de resto, particular importância devido aos vários custos, diretos e indiretos, que advêm do turnover de um colaborador, isto é, do termo da relação de trabalho deste com a organização (Tett; Meyer, 1993).

Em suma, num mundo laboral cada vez mais dinâmico, em constante mutação e altamente competitivo, os conceitos de atração e retenção representam cada vez mais uma preocupação dos responsáveis de RH. O talento é um bem raro, valioso e difícil de replicar, pelo que as organizações que melhor o atraem e retêm possuem vantagem sobre as restantes (Ployart, 2006). Paralelamente, os efeitos perversos do turnover de um ou vários colaboradores podem afetar significativamente o desempenho da organização, pelo que estas devem promover medidas de retenção dos seus talentos (Shaw; et al., 2005).

4. EVOLUÇÃO DO MODELO DE GRH DAS FORÇAS ARMADAS

A emergência de novas e complexas ameaças à escala global ao longo da segunda metade do século XX resultou diretamente na tendência generalizada de redução de efetivos mas, simultaneamente, na necessidade imperativa de que os militares possuíssem acentuados níveis de competência, polivalência e disponibilidade (Vieira, 2001). Esta tendência fez-se sentir

um pouco por todos os países europeus pertencentes à aliança atlântica e, naturalmente, foi também adotada em Portugal, onde o primeiro passo para o fim da conscrição foi dado em 1991, através da adoção de um sistema de semiprofissionalização, assente numa prestação de serviço militar que durava apenas quatro meses. No entanto, este sistema viria a mostrar-se inadequado, na medida em que a constante rotatividade de pessoal se traduzia em ineficiência: demasiadas pessoas a gastar demasiados recursos, resultando em parco produto operacional (Cardoso, 2008). Um modelo de profissionalização “total”, por assim dizer, garantiria uma menor rotatividade e, conseqüentemente, um aumento do know-how e experiência dos militares, resultando num aumento de produtividade. Adicionalmente, o modelo de profissionalização garantia também, a priori, militares mais motivados e mais qualificados, o que permitiria reduzir o número de incorporações (Cardoso, 2008).

Seria em 1998 que se iniciaria efetivamente o processo de profissionalização total das FFAA, concretizando-se em 1999 a publicação de uma nova LSM, na sequência da Revisão Constitucional de 1997. Esta viria a definir o voluntariado como forma de prestação de serviço militar em tempo de paz, alteração que entraria em vigor a 19 de novembro de 2004. Não obstante já existir RV desde 2000, este coexistia com o SMO. Com a alteração verificada, a assunção voluntária de vínculo com as FFAA passava a ser a única forma de iniciar uma carreira militar (Cardoso, 2008).

Em Portugal, esta nova realidade materializou-se com o surgimento do RV e do RC. A fim de promover a sustentabilidade do novo modelo profissional, é criado o Regulamento de Incentivos à Prestação de Serviço Militar nos Regimes de Contrato e Voluntariado, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 320-A/2000, de 15 de dezembro. Este diploma surge com o intuito de apoiar a consolidação da profissionalização do serviço militar, promovendo a sua atratividade através de um conjunto de benefícios, nomeadamente, a potencialização da permanência nas fileiras através de ingresso nos QP, incremento ao apoio na obtenção de qualificações profissionais e assistência na inserção no mercado de trabalho, quando a permanência nas fileiras não se efetivasse (DECRETO-LEI N.º 320-A/2000).

No entanto, surgiram algumas dificuldades associadas à profissionalização, fruto da já mencionada necessidade das FFAA competirem com as restantes entidades empregadoras. Esta situação representa um problema, na medida em que essas entidades estão em condições de oferecer um conjunto de benefícios pecuniários e não-pecuniários que não estão ao alcance das FFAA, fazendo com que a instituição militar acabe por sentir dificuldades em atrair capital

humano em quantidade e qualidade suficiente para fazer face às suas necessidades. Efetivamente, a profissionalização das FFAA depreende uma sustentabilidade de RH que não é fácil de obter, uma vez que é necessário conseguir um equilíbrio entre capacidade de atrair candidatos para o serviço militar, capacidade de os reter na organização tempo suficiente que permita rentabilizar o investimento feito, e potenciar a transição desses ativos para o mercado de trabalho (DGRDN, 2017).

Por outro lado, o processo de ajustamento de contas públicas que, de há vários anos a esta parte, tem vindo a ser levado a cabo e se tem traduzido numa progressiva redução do orçamento disponível para a Defesa poderá também ter influência negativa no que concerne às questões de atração e retenção (Cardoso, 2008). De igual modo, a contínua redução de efetivos também tem sido uma realidade: de acordo com dados cedidos pelo Ministério da Defesa Nacional, é possível constatar que, por exemplo, entre 2010 e 2016, o efetivo total das FFAA decresceu de 37813 militares, para apenas 28646, o que representa uma redução de cerca de 24%. Esta situação é particularmente visível no caso dos militares em RC/RV, onde o decréscimo de efetivos tem sido mais constante e acentuado. Se em 2010, as FFAA contavam com 19716 militares RC/RV, em 2016 este número já havia decaído para 12523, o que representa uma perda de 7193 militares, cerca de 36,5% do efetivo.

No caso específico da FA, de acordo com os dados disponibilizados pela Direção de Pessoal (DP), também na última década se observou uma redução acentuada no efetivo, especialmente nos militares afetos ao RC, seguindo a tendência que se verifica a nível global nas FFAA. Efetivamente, em 2010 o ramo contava com 3145 militares do RC nas suas fileiras, sendo que no final de 2018 esse número era apenas de 2055 militares, representando uma diminuição de cerca de 35% em menos de uma década.

5. ATRACÃO E RETENÇÃO DE RECURSOS HUMANOS NO CONTEXTO MILITAR

A sustentabilidade do modelo profissional de FFAA assenta fortemente na capacidade da organização militar de “identificar, atrair, classificar, selecionar, incorporar, formar, reter e potenciar a empregabilidade de um número significativo de jovens cidadãos” (Palhoco; Alves, 2012, p. 5).

Rijo, Marreiros, Mairos e Paquete (2018) estudaram o problema da retenção nas FFAA, concluindo que algumas das características instrumentais da instituição, nomeadamente, o baixo vencimento, as condições e carga de trabalho e a perceção de outras alternativas de emprego

mais vantajosas, bem como os indicadores macroeconómicos que vão no sentido da redução da taxa de desemprego, são os principais fatores que influenciam o abandono precoce das fileiras por parte dos militares em RV e RC.

Cardoso (2008) escrutinou também os efeitos que as mudanças sociais e o final da conscrição exerceram nas FFAA, bem como a necessidade por parte destas em assegurar um processo de seleção criterioso e rigoroso, de modo a garantir que os RH obtidos vão ao encontro dos padrões de qualidade necessários. É também essencial que o conjunto de incentivos oferecidos pela instituição militar seja suficientemente atrativo, para que esta consiga competir com os restantes empregadores, públicos e privados, presentes no mercado de trabalho.

No que concerne ao caso específico da FA, segundo dados disponibilizados pelo Centro de Recrutamento da Força Aérea (CRFA), conclui-se que a maioria das vagas disponibilizadas para concursos de admissão de candidatos aos Cursos de Formação de Militares do RC desde 2014, particularmente na categoria de Praças, não são preenchidas por falta de candidatos. Com efeito, no ano de 2014 a taxa de preenchimento de vagas na categoria de Praças foi de 100%, uma vez que as 172 vagas planeadas foram preenchidas em pleno. No entanto, analisando os dados referentes aos anos seguintes, é possível verificar um decréscimo acentuado da taxa de preenchimento de vagas entre 2015 e 2016, e mantendo-se na ordem dos 35%-40% até 2018, ano em que, das 515 vagas planeadas, apenas 169 foram preenchidas, traduzindo-se numa taxa de preenchimento de cerca de 33%.

Cumulativamente a este problema, existe ainda o facto de o número de rescisões de contrato durante o período do RC, e antes do limite máximo de permanência nas fileiras, ser significativo ao longo dos últimos anos. É importante referir, perante os factos apresentados, que estas dificuldades de recrutamento e retenção podem também ser influenciadas por uma questão geracional.

Ao longo dos últimos anos, as características e a composição da força laboral tem vindo a alterar-se significativamente devido à entrada no mercado de duas novas gerações: a Geração Y, mais conhecida por geração *millennial*, e a Geração Z, sendo estas as duas gerações mais jovens presentes no mercado laboral. Estas são gerações com características marcadamente diferentes das anteriores, tendo sido particularmente influenciadas por eventos como a globalização e a evolução acentuada da tecnologia, nomeadamente as tecnologias da comunicação e da informação (Prensky, 2001). Assim, face às características que a população alvo das FFAA atualmente apresenta, e tendo em conta que se verifica uma propensão de os

militares mais escolarizados terem menos tendência a dar como justificação para o ingresso a atração pelas características da vida e profissão militar (Cardoso; et al., 2009), é possível perceber que poderá existir um desfasamento entre aquilo que uma carreira nas FFAA oferece, e aquilo que muitos jovens procuram. Assim, o problema das dificuldades de recrutamento assume uma nova dimensão. Perante um contexto social profundamente distinto, urge que a instituição militar se torne mais atrativa perante estes.

6. A CRIAÇÃO DO REGIME DE CONTRATO ESPECIAL

De modo a fazer face às necessidades das FFAA, é criado o RCE, através do Decreto-Lei n.º 130/2010, de 14 de dezembro, alterado pelo Decreto-Lei n.º 147/2015, de 3 de agosto. Traduzindo-se inicialmente na criação de um vínculo mais prolongado, apenas reservado para a categoria de Oficiais e para três situações funcionais específicas (medicina, pilotagem de aeronaves e assistência religiosa), a diversidade e especificidade das necessidades inerentes ao cumprimento da missão das FFAA revelou a necessidade de alargar o RCE a novas áreas funcionais e, conseqüentemente, às categorias de Sargentos e Praças, através do Decreto-Lei n.º 75/2018, de 11 de outubro. Ficou também estabelecido, no referido diploma, que seriam os ramos das FFAA a definir as situações funcionais aplicáveis ao RCE, sendo que, no caso da FA, encontram-se a decorrer os trabalhos de definição do âmbito da sua aplicação, por parte da DIVREC do Estado-Maior da FA, para posterior submissão à tutela.

Estas alterações permitem perceber o RCE como um instrumento que se pretende adequado para fazer face a alguns dos problemas com que as FFAA se debatem atualmente, procurando gerir de forma mais flexível os RH militares a médio prazo, potenciando uma visão mais planeada e integrada da gestão dos efetivos, conjugando eficácia e eficiência no cumprimento da missão das FFAA” (DECRETO-LEI N.º 75/2018). Simultaneamente, existiu a necessidade de rever o Regulamento de Incentivos à Prestação de Serviço Militar (RIPSM) em vigor, não só para refletir as alterações introduzidas pelo RCE, mas também para continuar a assegurar a consolidação da profissionalização do serviço militar e da sustentabilidade das FFAA, procurando “assegurar a sua atratividade num contexto em que as FFAA concorrem no mercado de trabalho com outros agentes económicos (DECRETO-LEI N.º 75/2018, p. 4930). Outro dos objetivos que motivam esta alteração, tem que ver com o potenciar da formação profissional no seio das FFAA. Não só este é um dos aspetos que as gerações mais novas valorizam, como se afigura também como “um dos principais pilares da sustentabilidade do

modelo de profissionalização do Serviço Militar”, concorrendo para ser um garante de transferibilidade para o mercado de trabalho civil após o término da prestação de serviço militar em RCE (DECRETO-LEI N.º 76/2018).

7. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Como mencionado ao longo da presente investigação, são vários os motivos que concorrem para que, ao longo dos últimos anos, o efetivo da FA tenha vindo a diminuir de forma muito acentuada. Os desafios decorrentes do processo de profissionalização, as reduções no orçamento disponível para a Defesa e o choque geracional que parece provocar algum desfasamento entre o que as FFAA podem oferecer e aquilo que os jovens pretendem, são fatores que devem ser tidos em consideração quando se pretende analisar a problemática da atração e retenção de capital humano na FA.

Nesse sentido, a escolha da FA como objeto de estudo justifica-se pelo facto de se tratar de uma organização que se encontra perante uma problemática nova, pouco explorada e, conseqüentemente, pela necessidade de encontrar soluções que lhe permitam mitigar esses problemas sem comprometer o desempenho da sua missão.

Para levar a cabo este estudo foi elaborado e aplicado um questionário aos militares do RC que se encontram a prestar serviço efetivo nas fileiras na FA. Este questionário era composto por vários grupos de perguntas às quais os inquiridos deveriam responder de acordo com uma escala numérica de 1 a 5, sendo que 1 correspondia a nada importante e 5 correspondia a muito importante. O questionário foi também construído de acordo com objetivos propostos para o presente estudo e resultou igualmente da adaptação do modelo de questionário aplicado no âmbito do “Estudo das razões de saída do RV/RC nas Forças Armadas”, elaborado pela DGPRM, em 2012, e da tese de mestrado da Major Técnico de Pessoal Apoio Administrativo Ana Martins, subordinada ao tema “Turnover e Retenção dos Militares do Regime de Contrato da Força Aérea”.

Face aos objetivos delineados para a presente investigação, para além da informação recolhida através da aplicação de questionários aos militares em RC na FA, foi necessário proceder à recolha de um conjunto de dados adicionais. Desta forma, para além da consulta de um vasto conjunto de legislação afeta à área da Defesa, sobre a prestação de serviço militar em RC, procedeu-se à recolha de informação constante nos anuários estatísticos da FA e em vários documentos estatísticos facultados pela DP, Direção de Instrução (DINST) e CRFA.

8. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Tendo em consideração que o grau de representatividade de uma determinada população se encontra diretamente relacionado com o tamanho da amostra, o objetivo do presente estudo passava por obter respostas da totalidade da população. Desta forma, o questionário elaborado para o presente estudo foi disponibilizado durante 3 semanas no portal intranet da FA para a totalidade da população, isto é, para todos os militares do RC na efetividade de serviço na FA, sendo que foram obtidas 396 respostas, de entre um universo de 1504 militares, o que representa sensivelmente 26,3% da população em estudo.

Relativamente à caracterização socioprofissional da amostra, importa referir que a média das idades dos inquiridos é de 25 anos e, no que diz respeito ao nível de escolaridade, 61,9% dos inquiridos possuem o 12.º ano ou equivalente, 21% são licenciados, 12,1% possuem um mestrado, e 3% possuem nível inferior ao 12.º ano, sendo que os restantes 2% ostentam, maioritariamente, Doutoramentos, Pós-Graduações ou Cursos de Técnico Superior Profissional. Ainda relativamente à variável escolaridade, importa referir que 73% dos inquiridos não se encontra a frequentar qualquer curso para obtenção de nível de escolaridade superior ao que apresenta atualmente, sendo que, de entre os 27% que o estão a fazer, 63,6% fazem-no com vista à obtenção de licenciatura.

Quanto ao ano de contrato, após conclusão da Instrução Complementar, em que os inquiridos se encontram, importa referir que a maioria dos inquiridos encontra-se entre o 2º e 5º ano de contrato, nomeadamente, 35,9% cumprem o 4.º ou 5.º ano de contrato, 42,4% encontram-se no 2.º ou 3.º ano, e 21,7% no 1.º ano de contrato. No que concerne à distribuição da amostra pela variável categoria e especialidade, observa-se que 59,8% dos inquiridos são praças, 27,8% são oficiais e 12,4% são sargentos.

8.1. Atração de recursos Humanos

No que diz respeito à dimensão Atração de RH, de acordo com as respostas obtidas, 39,1% dos inquiridos revelaram-se indecisos quanto à possibilidade de ingressarem no RCE, 45,5% manifestaram intenção de não ingressar no referido regime de contrato e apenas 15,4% dos inquiridos revelou intenção de ingressar no RCE.

Face a estes resultados, conclui-se que, no presente momento, a maioria dos inquiridos revela uma intenção clara e inequívoca de não ingressar no RCE, existindo, no entanto, uma percentagem muito elevada de inquiridos que ainda não decidiu sobre a adesão, ou não, a este

regime. Estes dados revelam assim uma margem de manobra muito significativa para que, no futuro, o RCE possa vir a constituir-se como um mecanismo que minimize os problemas de atração e retenção com que a FA se depara atualmente.

8.1.1. Grau médio de importância da atração de RH por dimensão e indicador

No que diz respeito à dimensão simbólica-operacional, que congrega aspetos simbólicos e operacionais relacionados com a prestação de serviço militar, de acordo com as respostas obtidas junto dos militares que manifestaram intenção de aderir ao RCE, conclui-se que estes atribuem uma importância muito significativa ao indicador identificação com os valores característicos da instituição/vida militar, com um valor médio de 4,55, seguido do indicador participar na defesa e na representação do país e atração pela missão da FA, com valores médios de 4,45 e 4,39, respetivamente, para o seu ingresso no RCE.

Em sentido claramente inverso encontra-se o indicador atração pelos sistemas de armas da FA, que apresenta um valor abaixo do valor médio da dimensão, isto é, 3,90.

Relativamente à dimensão profissional, que integra aspetos relacionados com o vínculo contratual, face às respostas obtidas junto dos militares que manifestaram intenção de aderir ao RCE, conclui-se que os inquiridos atribuem uma importância muito significativa ao indicador obtenção de estabilidade profissional, com um valor médio de 4,72, seguido do indicador desempenhar as funções da especialidade por um período de tempo mais alargado e possibilidade de alcançar um posto superior ao que é permitido no RC, com valores médios de 4,36, 4,18 e 4,09, respetivamente, para o seu ingresso no RCE. Já o indicador nível de remuneração assume um valor um pouco abaixo do valor médio da dimensão, isto é, 4,44.

No que concerne à dimensão instrumental, que congrega aspetos relacionados com o futuro profissional dos inquiridos, de acordo com as respostas obtidas junto dos militares que manifestaram intenção em aderir ao RCE, destaca-se a importância que os inquiridos atribuem ao indicador possibilidade de concorrer aos QP da FA, com um valor médio de 4,57, seguido dos indicadores beneficiar do RIPSMM nos Diferentes RC e no RV, possibilidade de frequentar cursos de formação profissional com acesso a certificação profissional e continuação dos estudos, com valor médio de 4,57 e 4,47, respetivamente, para o seu ingresso no RCE.

No sentido inverso surge o indicador possibilidade de concorrer aos QP das forças e serviços de segurança, órgãos de polícia e bombeiros profissionais por um período mais alargado

e possibilidade de concorrer aos QP do Exército ou da Marinha, que apresentam valores abaixo do valor médio da dimensão (4,03).

Comparativamente, e após análise das três dimensões em estudo, conclui-se que, relativamente ao conceito de atração de RH, a dimensão a que os inquiridos atribuem mais importância para ingressarem no RCE é a dimensão profissional, com um valor médio de 4,55, ou seja, estes tendem a valorizar mais os aspetos relativos às características intrínsecas do vínculo com a FA. A dimensão instrumental, que integra questões relacionadas com o projeto profissional e/ou formativo, mostrou ser a menos relevante, com um valor médio de 4,03.

Desta forma, e não obstante a dimensão simbólica-operacional apresentar um peso muito significativo na intenção de ingressar em RCE, demonstrado através de indicadores como a identificação com os valores característicos da instituição/vida militar, participar na defesa e na representação do país ou a atração pela missão da FA, a dimensão profissional acaba por assumir uma preponderância maior, uma vez que os inquiridos atribuem uma maior importância a fatores como a obtenção de estabilidade profissional, a possibilidade de continuar a desempenhar funções inerentes à especialidade por um período de tempo mais alargado ou a possibilidade de alcançar um posto superior ao que é permitido no RC.

Assim sendo, e perante as respostas obtidas, a H1 – “Os militares que presentemente prestam serviço em RC pretendem ingressar no RCE devido a fatores instrumentais inerentes à condição militar” não se confirma.

8.1.2. Grau médio de importância dos fatores inerentes à prestação de serviço militar face à intenção de concorrer ao RCE, por dimensão e indicador

As perguntas analisadas neste capítulo da investigação foram apenas direcionadas a militares que demonstraram intenção de não concorrer ao RC. Independentemente das dimensões em estudo, o objetivo deste grupo de perguntas passava por perceber quais as razões que mais contribuíram para a decisão destes militares não quererem ingressar em RCE. Deste modo, através da análise dos dados obtidos é possível perceber que os parâmetros que assumem maior relevância nessa decisão prendem-se com a dimensão profissional, ou seja, têm que ver com aspetos relacionados com as características intrínsecas do vínculo que liga estes militares à FA. Com efeito, as baixas remunerações assumem-se como o indicador com maior relevância (valor médio de 4,65), devendo também ser destacados os indicadores atrasos nas promoções (4,37) e sobrecarga de serviço (4,02). Para além da importância destes indicadores, e não obstante a dimensão instrumental não se constituir como a aquela que apresenta maior

importância na análise global das 3 dimensões em análise, importa salientar que, nesta dimensão, os indicadores ausência de perspectivas de evolução na carreira nos QP (4,18), ausência de formação profissional certificada (4,11) ausência de um vínculo permanente (3,97) ou regalias adicionais ao vencimento inexistentes ou insuficientes (3,90) também apresentam uma importância muito significativa enquanto fator justificativo de não pretender ingressar no RCE.

No sentido oposto de importância surge a dimensão simbólica-operacional, em que, na globalidade, os indicadores não se revelam muito importantes na decisão de não concorrer ao RCE. Da análise a esta dimensão, destaca-se ainda o facto dos indicadores realidade da instituição/vida militar não corresponder às expectativas pessoais (3,86) e desilusão com a missão da FA (3,35) apresentarem valores médios de resposta significativos, o que traduz uma desilusão dos inquiridos para com a missão da FA e a realidade da vida militar.

8.2. Retenção de recursos Humanos - Grau médio de importância da retenção de RH, por dimensão e indicador

No que diz respeito à dimensão simbólica-operacional, os valores são algo homogéneos. O indicador possibilidade de participar em missões no estrangeiro é o que apresenta o valor médio mais elevado, com 3,91, enquanto que o indicador valorização da imagem e do prestígio das FFAA e da FA apresenta o valor mais baixo da dimensão, 3,65, situando-se mesmo abaixo da média da dimensão, que se cifra em 3,77.

Relativamente à dimensão profissional, observam-se valores substancialmente mais elevados do que na dimensão simbólica-operacional. O indicador vencimento mais elevado destaca-se, com um valor médio de 4,77, sendo que o indicador atribuição de regalias/recompensas não monetárias, com 4,26, e o indicador desempenho exclusivo de funções inerentes à especialidade, com 4,10, são os que apresentam valores mais reduzidos, claramente abaixo do valor médio de resposta observado nesta dimensão. De resto, ambos se encontram abaixo da média da dimensão, que corresponde a 4,43. Não obstante, este valor médio permite concluir que os aspetos relacionados com o vínculo com a FA são relevantes no que concerne à retenção de RH.

Os dados relativos à dimensão instrumental do conceito de retenção de RH demonstram que os indicadores criação de protocolos que promovam a reinserção profissional no mercado civil (4,49), possibilidade de frequentar cursos de formação profissional com acesso a certificação (4,33) e concretização efetiva das medidas previstas no RIPSM nos diferentes RC e no RV (4,32)

são os indicadores que apresentam um valor médio mais elevado, o que sugere que uma das grandes preocupações dos inquiridos é, de facto, a transição para o mercado laboral. Em sentido oposto, a criação de órgãos especializados na interpretação e aplicação do RIPS M é o indicador menos relevante, com um valor médio de 4,12. Os indicadores criação de apoios à família, possibilidade de continuar os estudos e possibilidade de obtenção de um vínculo permanente com a FA obtiveram um valor médio de 4,29, ou seja, abaixo dos 4,30 de valor médio da dimensão. Assim, de acordo com as respostas obtidas, conclui-se que esta dimensão apresenta menor importância do que a dimensão instrumental, mas ainda assim é considerada substancialmente mais relevante do que a dimensão simbólica-operacional.

Comparadas as três dimensões associadas ao conceito de retenção de RH, é possível perceber que a dimensão mais valorizada pelos inquiridos é, à semelhança do que sucedeu com o conceito de atração de RH, a profissional, com um valor médio de 4,43. Em sentido oposto, os fatores associados à dimensão simbólica-operacional são aqueles que apresentam valores médios mais reduzidos, demonstrando inequivocamente que os aspetos operacionais e simbólicos inerentes à missão da FA não exercem influência significativa no modo como os militares encaram a possibilidade de continuarem a prestar serviço na FA em RCE.

Face aos resultados obtidos, conclui-se que a H2 – “Deverá ser implementado um conjunto de medidas profissionais para incentivar a prestação de serviço em RCE” se confirma. É também possível perceber que, de acordo com as respostas obtidas, existe a necessidade de promover uma melhoria nos aspetos relacionados com o contrato que procurem ir ao encontro das expectativas dos militares, nomeadamente medidas ao nível das remunerações, de oferta de formação/experiência profissional certificada e da criação de protocolos que facilitem a transição para o mercado civil. Apenas desta forma será possível motivar os militares a prolongar o seu vínculo à FA através do RCE.

8.3. Gestão estratégica de recursos Humanos

Para além das respostas obtidas através do inquérito, de modo a obter elementos que permitam elaborar uma conclusão relativa à dimensão organizacional, procedeu-se à análise de um conjunto de indicadores disponibilizados pela DP e pela DINST.

Desta forma, relativamente ao indicador Limite máximo de permanência nas fileiras, de acordo com os dados constantes no Sistema de Gestão Integrada – Recursos Humanos e Vencimentos, conclui-se que até 2025, inclusive, a FA irá perder 1356 militares do RC. Associada

a esta questão, surge igualmente o indicador experiência profissional/operacional uma vez que, independentemente da FA se tratar de uma organização altamente tecnológica, como já foi referido ao longo do presente estudo, presentemente a capacidade competitiva de uma organização reside na “capacidade, inteligência, potencial e experiência das pessoas que a compõe” (ULRICH, 1998). Deste modo, o RCE poderá permitir que uma parte significativa dos militares que passariam à disponibilidade por atingirem o limite máximo de permanência nas fileiras, isto é, após terem permanecido nas fileiras durante 6 anos a acumular um conjunto de competências e experiência profissional que não se obtém em mais nenhuma área do mercado, possam permanecer na organização por mais tempo. Desta forma, conclui-se que o RCE poderá promover a rentabilização da experiência profissional e operacional obtida pelos militares do RC e, em última instância, constituir-se como uma dimensão geradora de vantagem competitiva na FA, uma vez que irá continuar nas suas fileiras com militares com vasta experiência.

No que diz respeito ao indicador recursos financeiros, da análise aos dados disponibilizados pela DP e pela DINST também se conclui que, face às saídas associadas ao limite máximo de permanência nas fileiras do atual RC nos próximos anos, a FA terá a necessidade de disponibilizar uma quantidade considerável de recursos financeiros para a área da formação, nomeadamente para a formação de novos militares.

Em conclusão, da análise aos indicadores limite máximo de permanência nas fileiras, experiência profissional/operacional e recursos financeiros, relativos à dimensão organizacional, conclui-se que o RCE é um mecanismo que poderá trazer vantagens competitivas à FA na medida em que irá permitir reter nas fileiras alguns dos militares com maior experiência profissional e operacional, permitirá maximizar o investimento formativo efetuado nos atuais militares do RC e irá gerar poupanças financeiras na área da formação de novos militares, possibilitando à FA orientar esses recursos financeiros para outras áreas de investimento.

8.3.1. Grau médio da dimensão individual do conceito de GERH

Da análise ao conjunto de indicadores selecionados para a dimensão individual, nomeadamente indicadores que foram construídos com base nos traços caracterizadores das gerações mais novas, conclui-se que o indicador vencimento mais elevado é aquele ao qual os inquiridos atribuem mais importância, tendo obtido um valor médio de 4,77. Em sentido oposto, aparece o vínculo de trabalho não permanente, que registou o valor médio mais reduzido da

dimensão, com 3,67. Também o indicador desempenho exclusivo de funções afetas à especialidade apresentou valores inferiores à média da dimensão, que se cifrou em 4,22.

Perante as respostas obtidas, conclui-se que a H3 – “O RCE irá potenciar a gestão estratégica dos RH da FA” confirma-se. De facto, do ponto de vista da dimensão organizacional, é inequívoco que o RCE irá potenciar a GERH na FA, uma vez que permitirá a possibilidade de manter nas fileiras durante mais tempo militares com um elevado capital de experiência profissional e operacional, bem como potenciar um conjunto de poupanças financeiras consideráveis. Assim, o RCE permite não só atenuar as saídas de militares do RC antes do limite máximo de permanência nas fileiras como, paralelamente, potenciar uma poupança financeira significável na área da formação de novos militares do RC.

Testadas todas as hipóteses em estudo, é possível, responder à pergunta de partida que norteou a presente investigação: “O Regime de Contrato Especial, enquanto mecanismo de atração e retenção, pode promover a gestão estratégica de recursos humanos na Força Aérea?”

Como mencionado anteriormente, o RCE pode promover a GERH na FA sobretudo ao nível da sua dimensão organizacional. Contudo, do ponto de vista da dimensão individual, o facto de apenas 15,4% dos militares inquiridos quererem ingressar no RCE não deve ser ignorado. O RCE será, efetivamente, um mecanismo válido para potenciar uma GERH na FA, mas para isso é necessário que, do ponto de vista dos militares em RC, ele se constitua como uma alternativa atrativa. Nesse sentido, indicadores como um vencimento mais elevado, garantia de promoção ao posto imediato e criação de protocolos que promovam a reinserção profissional no mercado civil devem ser potenciados, uma vez que os inquiridos mostraram ser estes alguns dos fatores aos quais atribuem mais importância do que diz respeito à eventual atratividade do RCE.

9. CONCLUSÕES

Foram profundas as mudanças que se fizeram sentir na estrutura clássica das FFAA ao longo do último século. Em última análise, estas mudanças levaram ao fim da conscrição e à necessidade da instituição militar de se reinventar e de competir com as restantes entidades empregadores pela atração e retenção de capital humano, criando para isso mecanismos como o RC e o RV e, mais tarde, face à diversidade e especificidade das missões das FFAA, o RCE. Ao mesmo tempo, a importância da GRH foi crescendo, assumindo hoje um lugar de grande centralidade no mundo organizacional, podendo afirmar-se que vivemos na era da GERH.

Face a este contexto e às problemáticas que lhe são inerentes, a presente investigação apresentava como objetivo central responder à pergunta – O Regime de Contrato Especial, enquanto mecanismo de atração e retenção, pode promover a gestão estratégica de recursos humanos na Força Aérea?

A percentagem de inquiridos que abertamente demonstra querer ingressar no RCE – 15,4% – é manifestamente reduzida; no entanto, 39,1% mostraram-se indecisos, o que revela existir uma margem de manobra considerável para potenciar a atratividade do RCE, através da concretização de medidas nesse sentido. Desta forma, mesmo sabendo que o RCE não foi criado para resolver problemas de atração e retenção de RH, face aos problemas sentidos na FA, trata-se de um mecanismo com potencial para ajudar a minimizar alguns desses problemas. De facto, trata-se de um mecanismo que pode potenciar a GERH na FA, uma vez que permite utilizar os RH disponíveis de forma mais eficiente e racional, através da possibilidade de manter nas fileiras durante mais tempo militares com uma elevada experiência profissional, permitindo à organização obter poupanças significativas em custos de formação de novos militares. Ainda assim, e como já foi mencionado, a GERH só poderá ser potenciada se for tida em conta a dimensão individual da problemática, uma vez que têm que ser criadas condições para que os RH efetivamente se queiram manter na organização.

Afigura-se como relevante mencionar que os militares participantes neste estudo e que mostraram não querer ingressar no RCE, foram inquiridos acerca das razões que os levam a tomar essa decisão. Através das suas respostas, conclui-se que é a dimensão profissional a assumir maior relevância na sua decisão, ou seja, são maioritariamente aspetos relacionados com as características do vínculo profissional destes militares, nomeadamente, baixas remunerações, atrasos nas promoções e a não existência de protocolos de reinserção no mercado de trabalho, que deverão ser tidos em conta no momento de promover alterações ao modelo de RCE vigente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BILHIM, João – Qualificação e Valorização de Competências. Porto: SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação, 2004. ISBN 972-8589-11-1.
- [2] BILHIM, João – Gestão Estratégica de Recursos Humanos. 2.^a Edição. Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, 2006. ISBN 972-8726-71-6.
- [3] CARDOSO, A. I. - O Benefício da Profissionalização das Forças Armadas. Nação & Defesa. N.º 120 - 3.^a série. 2008. p.77-101
- [4] CARDOSO, A. I.; MADEIRA, I.; MARQUES, F. S.; VILHENA, C. P.; BAPTISTA, L. V.; RESENDE, J. M.; FERREIRA, P. A.; PEREIRA, P. - A profissionalização das forças armadas: um olhar sobre o seu pilar de sustentação – os militares do regime de voluntariado e de contrato. Fórum sociológico, 19 (2009), p. 37-48.
- [5] DYER, Lee. – Bringing Human resource into the strategy formulation process. Human Resource Management, vol. 22, n.º 3 (1983), p. 257-271.
- [6] DYER, Lee; REEVES, Todd – Human resource strategies and firm performance: what do we know and where do we need to go?. The International Journal of Human Resource Management, Vol. 6, n.º 3 (1995), p. 656-670.
- [7] GOMES, Jorge; CUNHA, Miguel Pina; REGO, Arménio; CUNHA, Rita Campos; CABRAL-CARDOSO, Carlos; MARQUES, Carlos Alves – Manual de Gestão de Pessoas e do Capital Humano. 1.^a Edição. Lisboa: Sílabo, 2008. ISBN 978-972-618-506-2.
- [8] LAWLER III, Edward E.; BOUDREAU, John W. – Achieving Excellence in Human Resources Management: An Assessment of Human Resource Functions. Stanford, California: Stanford University Press, 2009. ISBN 978-0-8047-6091-1.
- [9] LEI N.º 174/99. D.R. I-A Série. 221 (1999-09-21) 6541-6550.ULRICH, Dave – New Mandate for Human Resources. Harvard Business Review. January-February (1998) p. 124-134.
- [10] MAHONEY, Joseph T.; PANDIAN, J. Rajendran – The resource-based view within the conversation of strategic management. Strategic Management Journal, vol. 13, n.º 5 (1992) p. 363-380.
- [11] MARTINS, Ana Margarida de Bastos Silva Quirino – Turnover e Retenção dos Militares do Regime de Contrato da Força Aérea. Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão, 2014. Dissertação de Mestrado.
- [12] MENDES, Inácio Manuel – Gestão estratégica de recursos humanos na Administração Pública: mito ou realidade? Setúbal: Instituto Politécnico de Setúbal, 2012. Dissertação de Mestrado.
- [13] MOSKOS, Charles C., WILLIAMS, John A., SEGAL, David R. – The Postmodern Military. Armed Forces after the Cold War. 1st ed. London: Oxford University Press, 2000. ISBN 0195133293.
- [14] PALHÔCO, Vitor; ALVES, Maria Clara – Estudo das razões de saída do RV/RC nas Forças Armadas. VII Congresso Português de Sociologia (2012).
- [15] PLOYHART, R. E. – Staffing in the 21st Century: New Challenges and Strategic Opportunities. Journal of Management, 32 (2006). p. 868-897.

- [16] PRENSKY, Marc – Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon – MCB University Press. ISSN 1074-8121., Vol. 9, n.º 5 (2001), p. 1-6.
- [17] QUIVY, Raymond; CAMPENHOUDT, Luc Van – Manual de Investigação em Ciências Sociais. 5.ª Edição. Lisboa: Gradiva, 2008. ISBN 978-972-662-275-8.
- [18] RIJO, Francisco; MARREIROS, João; MAIROS, João; PAQUETE, Olinto. – A Retenção dos Militares nas Forças Armadas. Revista de Ciências Militares. Lisboa. ISSN 2183-0711. Vol. VI, N.º 1 (2018), p. 333-356.
- [19] SANTOS, J. L. – Forças Armadas em Portugal. 5.ª ed. Lisboa: Fundação Francisco Manuel dos Santos, 2012. ISBN 9789898424518.
- [20] SHAW, Jason D.; DUFFY, Michelle K.; JOHNSON, Jonathan L.; LOCKHART, Daniel E. – Turnover, Social Capital Losses, and Performance. Academy of Management Journal, Vol. 48, n.º 4 (2005), p. 594-606
- [21] TAYLOR, M. Susan; COLLINS, Christopher J. – Organizational recruitment: Enhancing the intersection of research and practice. In C. L. Cooper & E. A. Locke (Eds.), Industrial and organizational psychology: Linking theory with practice. Oxford: Blackwell (2000) p. 304-334.
- [22] TETT, R. P.; MEYER, J. P. - Job satisfaction, organizational commitment, turnover intention, and turnover: path analyses based on meta-analytic findings. Personnel Psychology, 46 (1993), p. 259-293.
- [23] ULRICH, Dave – New Mandate for Human Resources. Harvard Business Review. January-February (1998) p. 124-134.
- [24] VIEIRA, Guilherme Belchior – Que Modelo de Militar para a Nova Arte de Guerra e Paz? Nação e Defesa. N.º 98 - 2.ª série. 2001. p. 33-48. Dados cedidos pela Direção de Pessoal, Direção de Instrução e Centro de Recrutamento da Força Aérea, constantes em anexo à investigação completa.

Diplomas Legais

- [25] DECRETO-LEI N.º 130/2010. D.R. I Série. 240 (2010-12-14) 5680-5683.
- [26] DECRETO-LEI N.º 75/2018. D.R. I Série. 196 (2018-10-11) 4930-4936.
- [27] DECRETO-LEI N.º 76/2018. D.R. I Série. 196 (2018-10-11) 4936-4945.
- [28] DECRETO-LEI N.º 320-A/2000. D.R. I-A Série. 288 (2000-12-15) 7342-(2) a 732(11).



Revista Científica Academia da Força Aérea



“E não menos por Armas que por Letras”

2020