

Revista Científica Academia da Força Aérea

“E não menos por Armas que por Letras”



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



Ultrapassada que está a primeira década de existência da Revista Científica da Academia da Força Aérea, marco que se afirmou como um vigoroso estímulo para todos quantos contribuem para a publicação deste periódico anual, verificamos que esta ocupa já, e por mérito próprio, o seu devido lugar enquanto recetáculo da melhor produção científica criada na Academia da Força Aérea.

De forma consolidada, e mercê da colaboração entusiástica e dedicada de docentes e alunos da nossa Academia, este número que agora é trazido à estampa apresenta-se uma vez mais como um breve resumo do tanto que os nossos militares tão

bem sabem fazer.

Embora o transato ano tenha trazido relevantes alterações ao nosso modo de vida tal não obstou que a Academia da Força Aérea seguisse o seu rumo de forma segura e serena, garantindo mesmo nesta conturbada fase o cumprimento do mais elementar âmagio da sua missão: a preparação de quadros altamente qualificados no âmbito das ciências militares, com competência e capacidade para comandar, dirigir e chefiar a nossa Força Aérea.

Orientado sob o desígnio da multidisciplinaridade, o número que agora se coloca ao dispor do leitor abrange um conjunto de artigos que versam áreas tão distintas do saber, mas para nós tão relevantes, como as tecnologias aeronáuticas, a administração de recursos humanos e financeiros, a engenharia de aeródromos ou a medicina aeronáutica.

Neste particular, sou aqui impelido a destacar o artigo produzido pelo Dr. Miguel Christian Janetschek da Cruz, examinador médico aeronáutico, o qual é bem representativo da partilha de conhecimentos e saberes tão incentivada por este nosso *Estabelecimento de Ensino Superior Público Universitário Militar*.

Esta abertura de portas à comunidade científica continua a ser um dos mais relevantes propósitos desta nossa publicação, divulgando-se desta forma não só o saber aqui produzido, como o nome da Força Aérea enquanto instituição produtora de conhecimento.

Por tal, o meu bem-haja.

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



Editorial



A Academia da Força Aérea tem vindo ao longo da sua existência a trilhar um caminho de desenvolvimento e afirmação, tanto no domínio militar como no plano académico e científico, sempre em consonância com os desafios, as necessidades e as exigências socioprofissionais e tecnológicas de um mundo em contínua e acelerada mudança.

Neste sentido, a Revista Científica da Academia da Força Aérea pretende, no essencial, constituir-se como um espaço de exposição pública dos trabalhos realizados quer por investigadores residentes, nomeadamente no âmbito de estudos pós-graduados, quer pelos alunos no quadro do respetivo

processo de formação académica.

Importa notar que os artigos publicados representam apenas uma parcela da produção científica desenvolvida nesta Academia, pretendendo-se que os temas apresentados problematizem sobretudo matérias cujo foco, alcance e atualidade se consideram possuidores de especial interesse e pertinência para a esfera aeronáutica.

Os artigos selecionados expressam ainda, de modo bastante claro, as preocupações que resultam de um olhar particularmente atento aos desafios e oportunidades peculiares do contexto envolvente e da constante necessidade em promover respostas de reconhecido mérito científico e com elevado potencial de exequibilidade prática.

Como tem sido apanágio das edições anteriores da Revista, as temáticas tratadas no presente número abordam múltiplos domínios científicos da realidade que nos é próxima. Exploram-se questões relacionadas com a edificação de infraestruturas aeronáuticas específicas, destinadas a acolher o novo sistema de armas KC-390. Problematizam-se diferentes aspetos na

área da engenharia aeronáutica associados ao desenvolvimento de novas capacidades tecnológicas no âmbito das aeronaves não tripuladas, cuja mais valia operacional é hoje inquestionável. Investigam-se soluções inovadoras e de enorme alcance funcional em matéria de medicina aeronáutica, com aplicação prática em domínios militares e civis. Estudam-se assuntos da maior relevância no quadro da gestão estratégica dos recursos humanos e financeiros da Organização.

O que se espera de uma instituição de ensino superior como a Academia da Força Aérea é, pois, não só que confira aos seus alunos uma formação militar e académica moderna e ajustada às exigências de uma atualidade multivariada e complexa, mas também que se constitua como um espaço de análise, investigação e desenvolvimento em matérias e realidades cuja especificidade apela a um conhecimento muito próprio, de que pretendemos ser um repositório de valor.

É nisso que estamos profundamente empenhados, porque esse é o caminho que nos permite, sem qualquer dúvida e com segurança, continuar a “voar mais alto”.

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

Introdução



A Revista Científica da Academia da Força Aérea (AFA), é um veículo essencial de comunicação e divulgação da ciência, e um repositório das descobertas científicas.

A Revista Científica da AFA, é uma publicação anual que, para além de promover os trabalhos científicos e de investigação, concede reconhecimento aos alunos (autores) do ensino superior militar e da Academia da Força Aérea em particular.

Na décima primeira edição da publicação da Revista Científica da AFA, para além do valor intrínseco das dissertações de mestrado, dos trabalhos científicos e de investigação realizados, foram elaborados pelos alunos (autores) e selecionados os artigos abaixo.

Na área científica de Pilotagem Aeronáutica, enquadrado com as linhas de investigação do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), são apresentados cinco artigos: O primeiro artigo com o objetivo identificar o perfil de âncoras de carreira dos oficiais Pilotos Aviadores da Força Aérea Portuguesa (FA) e verificar como é que o mesmo varia em função da situação pessoal/familiar e profissional do Piloto Aviador. O segundo artigo teve como objetivo desenvolver um Flapping Wing Micro Aerial Vehicle (FWMAV) capaz de voar durante a transmissão de vídeo ao vivo com melhor desempenho, utilizando técnicas simples e de baixo custo. O terceiro artigo teve como objetivo a procura de uma estrutura capaz de satisfazer as necessidades previstas para o desenvolvimento do controlo cooperativo, integrado no plano de I&D do CIAFA. O quarto artigo teve como objetivo avaliar a que fatores de risco psicossocial os Pilotos Aviadores da FA estão sujeitos e observar de que forma é que variam consoante a sua caracterização sociodemográfica. O quinto artigo teve como objetivo identificar o perfil médio de valores humanos evidenciado nos alunos do Ensino Superior Militar e verificar quais as variações observadas quando comparados os alunos das três instituições.

Na área científica de Engenharia Eletrotécnica, enquadrado com as linhas de investigação do CIAFA, são apresentados dois artigos: Um artigo sobre o estudo, desenvolvimento e implementação de uma solução para receber e enviar sinais de voz na banda aeronáutica através de Software Defined Radio (SDR) a bordo de uma aeronave não tripulada. O segundo artigo é

sobre Técnicas de Identificação de Sistemas para Estimar o Modelo Dinâmico Longitudinal e Avaliar Parâmetros dos Controladores de Uma Aeronave Não -Tripulada, equipada com Um Piloto Automático Piccolo II.

Na Área Científica de Engenharia de Aeródromos é apresentado um artigo sobre o desenvolvimento de um projeto para as fundações do hangar a construir na Base Aérea N.º 6, localizada no Montijo, baseado nas características do terreno de fundação no local de implantação, tendo em vista a construção da laje do pavimento recorrendo a uma solução de ensoleiramento geral combinado com pré-esforço e melhoramento do solo.

Na área científica de Economia e Gestão, são apresentados dois artigos. Um destes artigos tem como objetivo analisar as perceções dos Grupos de Utilizadores do orçamento da Força Aérea Portuguesa sobre o papel do orçamento, participação no orçamento e pressões exercidas. Um segundo artigo refere-se a um estudo que pretende diagnosticar o nível de adequação do modelo governativo das Forças Armadas Portuguesas no âmbito do Planeamento Estratégico Militar face às suas necessidades presentes e futuras.

Incluem-se dois artigos resultantes da realização da Pós-graduação em Medicina Aeronáutica. Um dos artigos visa propor um modelo para certificação aeromédica de pilotos com amputação do membro inferior. O outro artigo pretende mostrar a importância da aplicação airRx no contexto do Ground Based Medical Support (GBMS) com intuito de sistematizar a abordagem de uma emergência a bordo de uma aeronave e mitigar a falta de familiaridade dos médicos não aeronáuticos com o ambiente de voo.

Por último, resultante do Estágio Técnico-Militar, apresenta-se um artigo de um aluno da especialidade Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo, cujo o objetivo do artigo é de verificar as implicações decorrentes de um novo modelo formativo para a categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes, nomeadamente ao nível da racionalidade dos recursos financeiros e humanos, da atratividade de candidatos e de uma possível melhoria da gestão estratégica na categoria de Sargentos.

Luís António Monteiro Pessanha, Coronel Engenheiro Aeronáutico
Diretor de Ensino Universitário

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

Comandante do Corpo de Alunos

Coronel Piloto Aviador, João Silva

Chefe do Gabinete de Avaliação e Qualidade

Coronel Técnico de Manutenção de Material Terrestre,
Cunha Silva

Chefe do Gabinete de Estudos e Planeamento

Tenente-Coronel Técnico de Manutenção de Material Aéreo,
Aurélis Santos

Diretor do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea

Major Engenheiro Aeronáutico, Luís Félix



Conselho Consultivo

Luís Pereira, Major Engenheiro de Aeródromos

João Caetano, Major Engenheiro Aeronáutico

Pedro Guerreiro, Major Técnico de Meteorologia

Tiago Oliveira, Major Engenheiro Eletrotécnico

Artur Guerreiro, Major de Administração Aeronáutica

Gonçalo Cruz, Capitão Engenheiro Eletrotécnico

Ana Gomes, Capitão Psicóloga

Ana Castanho, Tenente de Administração Aeronáutica

Propriedade: Academia da Força Aérea

Título: Revista Científica da Academia da Força Aérea

Periodicidade: Anual, Número 11, 2021

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



Revista Científica

Academia da Força Aérea

Índice

Artigos do Curso Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar

Projeto conceptual de uma aeronave pequena e de baixo custo para aplicação em controlo cooperativo	11
Rafael Silva, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador	
Development of a f.w.m.a.v. with livestreaming capabilities	30
Gonçalo Raminhos, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador	
Perceções sobre o papel, participação e pressão no orçamento da Força Aérea	47
Alice Augusto, Alferes Aluna do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Administração Aeronáutica	
Técnicas de identificação de sistemas para estimar o modelo dinâmico longitudinal e avaliar parâmetros dos controladores de um UAV, equipado com o piloto automático piccolo II	68
Tiago Diegues, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia Eletrotécnica	
A carreira em progressão horizontal avaliando as âncoras de carreira dos pilotos aviadores da Força Aérea	84
Pedro Dias, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador	
Projeto de ensoleiramento geral combinado com pré-esforço e melhoramento do solo Aplicação ao caso de hangares para aeronaves de grande porte	110
Pedro Caseiro, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia de Aeródromos	
A governance das Forças Armadas no planeamento estratégico militar	123
Diogo Moreno, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Administração Aeronáutica	
Avaliação dos riscos psicossociais nos pilotos aviadores da Força Aérea	146
Miguel Alves, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador	
Estudo, desenvolvimento e implementação de uma solução para receber e enviar sinais de voz na banda aeronáutica através de um sdr a bordo de um UAV	166
André Glória, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia Eletrotécnica	
Os valores humanos no ensino superior militar - Estudo comparativo entre os ramos das Forças Armadas	183
João Pires, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador	

Artigos da Pós-Graduação em Medicina Aeronáutica

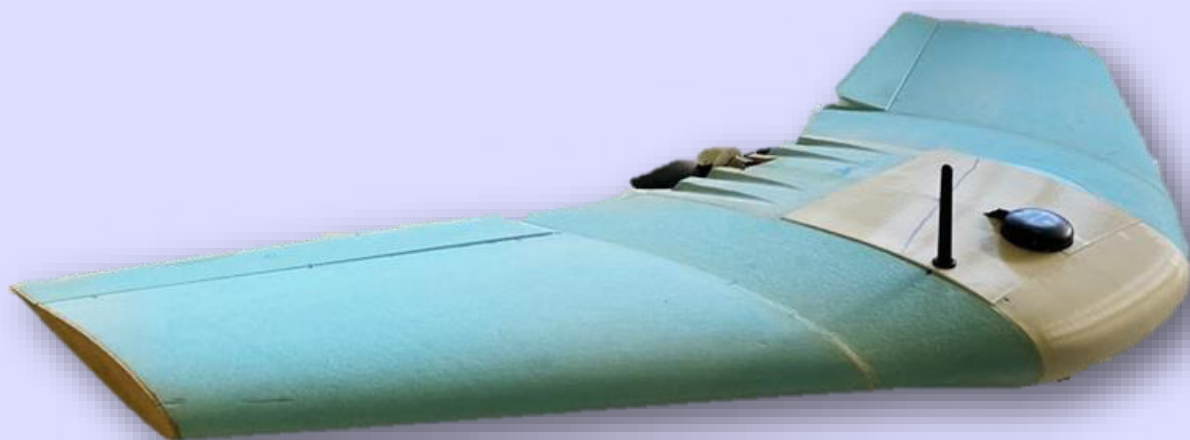
Próteses de membro inferior - Critérios de análise para efeitos de aprovação pela medicina aeronáutica204
Tiago Romão, Tenente Médico, Aluno da VI Pós-Graduação em Medicina Aeronáutica

Avaliação crítica da app airrx no apoio à decisão médica na perspetiva de ground based medical support para emergências em aviação comercial225
Miguel Cruz, Dr., Examinador Médico Aeronáutico ANAC/EASA Aluno da VI Pós-Graduação em Medicina Aeronáutica

Artigos do Estágio Técnico Militar

Atribuição de nível 5 de qualificação aos cursos de formação de sargentos dos quadros permanentes das Forças Armadas - Principais desafios na Força Aérea243
José Gomes, Tenente Aluno do Estágio Técnico Militar na Especialidade de Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo

PROJETO CONCEPTUAL DE UMA AERONAVE PEQUENA E DE BAIXO CUSTO PARA APLICAÇÃO EM CONTROLO COOPERATIVO



Autor

Rafael Augusto da Costa Silva, 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

Coorientador

Tiago Oliveira, Major Engenheiro Eletrotécnico
Academia da Força Aérea, Sintra

Resumo: Tendo como objetivo principal a busca por uma estrutura capaz de satisfazer as necessidades previstas para o desenvolvimento do controlo cooperativo, integrado no plano de Investigação e Desenvolvimento do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea, identifica-se no presente estudo um modelo de aeronave proposto e validado.

Após serem salientados os requisitos essenciais ao sistema de controlo cooperativo, é apresentado um tipo de arquitetura do qual se destacam os sistemas de voo associados à mesma. Deste modo, após dimensionar o corpo onde estarão presentes os sistemas, opta-se por um *design* estrutural de asa voadora, em espuma, com uma caixa central fabricada através de manufatura aditiva.

Através de uma comparação com outros modelos idênticos e métodos analíticos para valores de carga alar e *power loading*, desenvolve-se um modelo computacional da aeronave final, justificando os perfis alares a utilizar na sua elaboração. O modelo final desenvolvido é caracterizado por um *design* de asa voadora, com peso à descolagem de 1,2 kg e uma envergadura de 1 m. Este modelo é validado através de uma ferramenta computacional, executando-se uma caracterização aerodinâmica e uma análise de estabilidade.

Posteriormente, é desenvolvido um modelo à escala de 1/1,25 para ser utilizado no túnel aerodinâmico. Os dados obtidos são comparados com a simulação computacional, validando a aeronave segundo este método.

Finalmente, é desenvolvido um protótipo real do modelo sujeitando-o a ensaios em voo por forma a ser validado através de um método prático.

Este estudo satisfaz assim a necessidade de produzir uma aeronave de construção rápida, baixo custo e capaz de responder às necessidades de um controlo cooperativo, validada segundo uma análise teórica, computacional com base no XFLR5, experimental através do túnel aerodinâmico e prática através de ensaios em voo.

Palavras chave: asa voadora; controlo cooperativo; *design* conceptual; túnel aerodinâmico; manufatura aditiva.

1. INTRODUÇÃO

A crescente importância dos Unmanned Aerial Vehicles (UAV) nas operações de hoje em dia e a sua, nunca antes vista, variedade de ambientes possíveis de serem utilizados, leva a que seja necessária uma configuração de baixo custo e eficiente deste tipo de meios (Edi et al., 2008).

Os sistemas autónomos de veículos não tripulados, não necessitando de um controlo direto por parte de um ser humano, visam satisfazer necessidades operacionais como detonação

de munição, navegação para obtenção de informação, transporte de bens, entre outros(Schoenwald, 2000).

O sistema de missão cooperativo, também denominado de swarm robotics, é uma abordagem ao *design* de um regime composto por um grande número de robôs simples, autónomos e com controlo descentralizado inspirada num âmbito biológico. Cada um destes elementos deve tomar decisões baseadas nas leituras dos sensores e em coordenação com os outros. Este tipo de sistema pode trazer grandes vantagens quando comparado com o controlo tradicional (controlo autónomo sem interconexão), tal como a flexibilidade, robustez contra falhas, complementaridade e capacidade de expansão inerente (Sahin, 2005).

O interesse no programa de sistema de controlo cooperativo, por parte do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), remonta ao Projeto de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Não Tripulados (PITVANT) onde um dos objetivos propostos na terceira fase do projeto (Sousa Rodrigues, 2009) propunha a investigação no âmbito do controlo cooperativo de aeronaves não tripuladas, tendo em consideração a realização de uma determinada missão. Deste modo, a utilidade do controlo cooperativo mostra-se interessante e atual.

Numa primeira fase, em que se pretende desenvolver as estratégias de cooperação, os requisitos de carga máxima da aeronave em missão são baixos e, como tal, é necessário desenvolver uma estrutura que tenha em consideração o sistema de controlo cooperativo, e que satisfaça os requisitos do contexto do mundo atual, sendo de fácil manufatura, de baixo custo e de utilização comum.

2. CONTEXTO TEÓRICO

2.1. Modelos de Referência

Alguns dos modelos que podem ser tomados como exemplo, assim como algumas das suas características relevantes para o desenvolvimento deste projeto, tendo por princípio a conceção de uma aeronave pequena e de baixo custo, podem ser sintetizadas da seguinte forma:

- Parrot Disco com uma estrutura em Expanded Polypropylene (EPP) e fibra de carbono, *design* de asa voadora, envergadura de 1,150 m, comprimento de 0,580 m, corda média de 0,250 m e componentes num corpo central;
- Skywalker com uma estrutura em EPP e *design* de asa voadora, 2,120 m de envergadura e componentes num corpo central;
- Bullit EVO com estrutura de asa voadora em balsa e 0,840 m de envergadura;

- DATAHawk Standard com um *design* de asa voadora, 1,164 m de envergadura, motor localizado na retaguarda do modelo e um compartimento central com os componentes essenciais;
- Sonicmodell AR WING manufaturada em EPP e fibra de carbono segundo um modelo de asa voadora, 0,900 m de envergadura e 0,208 m de corda média.

2.2. Materiais e Processos de Fabrico

No meio aeronáutico, a construção leve e resistente é essencial à boa operação das aeronaves. A resistência necessária para a construção de uma aeronave é determinada pelo seu tipo de missão, visto ser impossível para um único veículo aéreo operar com as características necessárias para todo o tipo de missões (U.S. Department of Transport, 2012).

2.2.1. Extruded Polystyrene - XPS

As placas de XPS, também denominada de espuma, têm um elevado fator de compressibilidade e conseguem ser facilmente cortadas e moldadas às necessidades do utilizador (Remak, s.d.). A sua forma rígida confere-lhe uma resistência elevada à absorção de água, boas capacidades físicas e térmicas (Remak, s.d.). Este tipo de material pode ter valores de massa específica que variam entre 28 e 45 kg/m³ (Remak, s.d.). O custo deste material é semelhante aos valores do Expanded Polystyrene (EPS) rondando entre os 0,5 e os 16 euros por m², dependendo do tamanho das placas e da espessura das mesmas (Fibrosom, 2018).

2.2.2. Polyactic Acid - PLA

O PLA é constituído por moléculas de ácido láctico, de origem biológica e de fontes naturais e recicláveis (Ken Giang, s.d.). Apresenta propriedades químicas, como a sua considerável rigidez e processabilidade termoplástica e propriedades biológicas, como a sua biodegradabilidade (Caminero et al., 2019, p. 2). Este material é muito utilizado em processos de manufatura aditiva, também denominada de impressão a três dimensões (3D) (Industry, 2017).

A utilização da impressão 3D demonstra ter vantagens como: o encurtamento do ciclo de produção utilizando poucas ferramentas para a manufatura; o recurso a menos material; a redução do tempo entre o *design* e o desenvolvimento do produto; e ainda o aumento da complexidade e detalhe que, através de processos de manufatura tradicionais, se tornam difíceis ou até impossíveis de atingir (dos Santos, 2016, p. 3). A massa específica do PLA, na maioria das suas manufaturas, é de 1240 kg/m³ quando se encontra no seu estado natural, não estando misturado com outros materiais como metal ou madeira (Emiliano, 2019).

3. SISTEMAS DE VOO

3.1. Arquitetura do Sistema

Tendo por base o artigo *Design and Development of an Inexpensive Aquatic Swarm Robotics System* (Costa et al., 2016), e em concordância com um dos seus autores, foi possível identificar, para o sistema, as seguintes necessidades:

- Capacidade de comunicação com uma Ground Control Station (GCS) assim como com outras aeronaves, partilhando informações de estado e, se aplicável, de sistemas de sensores instalados a bordo;
- Capacidade de execução de um voo autónomo, cumprindo com planos de voo pré-programados ou seguindo referências de controlo geradas em tempo real, como posição, altitude e velocidade, provenientes tanto diretamente da GCS, como de rotinas carregadas a bordo para esse efeito. As respostas destas rotinas dependem dos dados provenientes de fontes internas, como os sensores de bordo ou externas, como é o caso de outras aeronaves;
- Capacidade, por uma questão de redundância e necessidade de configuração inicial de voo, de controlo manual da trajetória da aeronave.

A resposta a estas necessidades dá-se segundo três ligações representadas na figura 1 como *Links*.

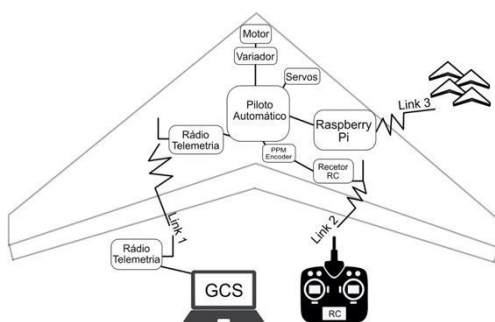


Figura 1 - Arquitetura do Sistema

3.2. Dimensionamento do Sistema

A Tabela 1 apresenta os componentes que satisfazem uma possível configuração de resposta à problemática anterior, expondo o seu custo, a sua massa, o seu consumo médio, quando aplicável, e as dimensões dos elementos cujas proporções se apresentam como essenciais para o dimensionamento do modelo.

O piloto automático a considerar, juntamente com o seu módulo GPS e *Power Management Board* (PMB) é o Pixhawk 4 Mini. O computador de bordo ponderado para o modelo

final foi o Raspberry Pi Model 3 B+. O motor apresentado é o A2212 utilizado na aeronave Ranger 757-4 da Volantex, com uma hélice 8x4 e o variador correspondente de 30 A. A bateria considerada no desenvolvimento do projeto foi a Lion Power com capacidade de 4200 mAh. Para um modelo das dimensões dos apresentados como referência, propôs-se a utilização do Servo Motor SG90. O sistema de telemetria proposto utiliza dois SiK Telemetry Radios a funcionar na gama dos 433 MHz. Por fim, o controlo rádio (RC) dá-se através do rádio comando Flash 7 da HiTEC.

Os valores de consumo marcados com um asterisco (*) não se encontram detalhados na bibliografia dos respetivos sistemas. Assim sendo, optou-se como valor de consumo total destes componentes, sugerido segundo a experiência adquirida dos elementos do CIAFA, 1 A. O valor de consumo marcado com dois asteriscos (**) depende das características da aeronave final. Os valores de custo apresentados resultam de uma média dos valores encontrados para a compra destes produtos *on-line*.

Tabela 1 - Síntese de Massa e Dimensões dos Equipamentos

SISTEMA	DIMENSÕES (MM)	MASSA (G)	CONSUMO (A)	CUSTO (€)
PX4 MINI	38x55x15,5	37,8	*	200
GPS	50 (diâmetro)	31	*	
PMB	N/A	36	*	
RASPBERRY PI (RASPBERRY PI, S.D.)	85x56x17	41	0,95	35
MOTOR + HÉLICE	N/A	78	**	10
VARIADOR	N/A	39	**	13
BATERIA	138x37x27	270	N/A	20
SERVO (NETTIGO, S.D.)	N/A	9	0,550	4
RC IN	N/A	7	*	N/A
TELEMETRIA	N/A	29	*	20

4. DESIGN CONCEPTUAL

4.1. Processo de Design

Para determinar o tipo de *design* estrutural da aeronave, foi utilizado o método Analytic Hierarchy Process (AHP) desenvolvido por Thomas Saaty (2008). O método em questão demonstrou-se bem-sucedido no design conceptual de aeronaves (Ferreira, 2019; Franco, 2018;

Moreira et al., 2013).

Numa fase inicial, foram consideradas as seguintes configurações: convencional, canard, v-tail, três superfícies sustentadoras e asa voadora. Estas configurações foram comparadas em termos de complexidade de construção e custo, massa, qualidade de voo e facilidade de lançamento manual, tendo-se optado pelo modelo de asa voadora.

4.2. Ponto de Projeto

Para além dos componentes referidos, considerou-se ainda, como requisito mínimo, que esta aeronave operasse com uma velocidade de cruzeiro de 15 m/s e uma velocidade de perda abaixo dos 9 m/s.

Tendo em consideração que o *design* estrutural de asa voadora tem apenas duas superfícies de controlo, serão necessários dois servomotores para efetuar o controlo do modelo. Assim sendo, e utilizando os dados descritos na Tabela 1, a massa total dos componentes eletrónicos é de cerca de 0,600 kg. Considerando, com alguma margem de erro, que a estrutura irá assumir a mesma massa, atinge-se o valor de massa total da aeronave de cerca de 1,200 kg.

Por forma a fundamentar, teoricamente, o ponto de desenvolvimento do projeto, foram avaliados os parâmetros de carga alar e *power loading*. Estes parâmetros foram calculados segundo as equações utilizadas por Corda (2017) e Kamal (2018), tendo em consideração os requisitos do projeto. No caso da carga alar, os valores obtidos foram comparados com a média dos modelos de referência pertinentes.

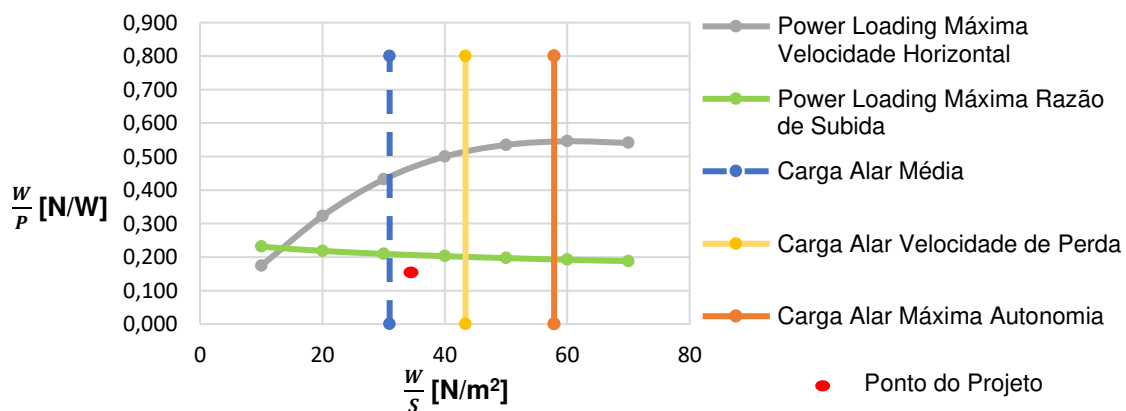


Figura 2 - Ponto de Projeto

Constata-se que, para uma carga alar média de 30,980 N/m², o parâmetro mínimo de *power loading* é imposto pela máxima razão de subida, no valor aproximado de 0,209 N/W.

Assim, para uma massa de 1,200 kg, estima-se uma propulsão necessária de aproximadamente 56,330 W para obter a razão máxima de subida pretendida.

4.3. Seleção do Perfil Alar

A publicação de Martin Hepperle: *Neue Profile für Nurflügelmodelle* (1988), indica quatro perfis projetados especificamente para asas voadoras: MH 60, MH 61, MH 62 e MH 64. Estes são os perfis que integram a série MH 60, que pretendiam causar coeficientes de momento de picada pequenos e melhorar o coeficiente de sustentação, em comparação com os perfis disponíveis neste âmbito (Hepperle, 1988).

Através do programa XFLR5, uma ferramenta computacional de apoio à análise de escoamentos baseado no sistema XFOIL, desenvolvido por Mark Drela (1989), os perfis foram comparados para o número de Reynolds próximo do indicado para a velocidade cruzeiro (400000), em termos de 3 parâmetros:

- coeficiente de sustentação (C_L) *versus* ângulo de ataque (α), por forma a obter os valores de ângulo de ataque e velocidade de perda para cada perfil;
- C_L sobre coeficiente de resistência (C_D) *versus* α , com o intuito de comparar a melhor eficiência aerodinâmica e respetivo ângulo de ataque, assim como o valor da eficiência aerodinâmica para os ângulos de ataque próximos do regime de voo de nível;
- coeficiente de sustentação elevado a três meios sobre coeficiente de resistência ($C_L^{3/2}/C_D$) *versus* α , parâmetro associado à potência mínima necessária para o voo de nível, com o objetivo de determinar o seu valor máximo e respetivo ângulo de ataque.

Tabela 2 - Resumo Perfis Alares Auto Estáveis

Perfis	$C_l \max$	$\alpha \text{ perda}$	$\frac{C_l}{C_D} \max$	$\alpha \text{ para } \frac{C_l}{C_D} \max$	$\frac{C_L^{3/2}}{C_D} \max$	$\alpha \text{ para } \frac{C_L^{3/2}}{C_D} \max$
MH60	1,23	12º	78,39	6º	73,26	8º
MH61	1,01	10º	79,41	6º	68,91	6º
MH62	1,13	11º	75,50	6º	67,38	7º
MH64	1,06	10º	74,80	5º	64,70	7º

Segundo os valores apresentados na Tabela 2 é possível denotar que o perfil indicado para este projeto, com maior valor de coeficiente de sustentação máximo e respetivo α de perda, melhor valor de $C_L^{3/2}/C_D$ máximo e nível elevado de C_L/C_D máximo, é o perfil MH60.

O *design* estrutural da aeronave prevê, à semelhança dos modelos apresentados, um corpo central com os componentes eletrónicos. Deste modo foi ainda necessário encontrar um perfil alar que fosse espesso o suficiente, capaz de cumprir os requisitos de espaço ocupado por estes componentes.

O perfil adotado foi o NACA 0018, um perfil simétrico e com valor máximo de espessura de 18% da corda. Este perfil foi sugerido pelos elementos do CIAFA, por ser simétrico e simples.

4.4. Caraterização do Modelo

Inicialmente, o modelo foi desenhado e analisado no programa XFLR5 com as especificações referidas na tabela 3.

O modelo é constituído por 3 secções de cada lado da asa, em que a primeira destas constitui parte do corpo central, a segunda o local de transição do perfil alar NACA 0018 para o perfil auto estável, e a terceira o componente principal da asa e responsável pela força de sustentação, onde se localizam as superfícies de controlo.

Tabela 3 - Dimensões Modelo Final

Distância ao Centro (mm)	Corda (mm)	Offset (mm)	Perfil Alar
0,0	445	0	NACA 0018
94	425	20	NACA 0018
188	400	58	MH60 10,08%
500	300	248	MH60 10,08%

Assim, o modelo apresentado tem uma AR de 2,650, com área alar aproximada de 0,380 m², ao que corresponde um valor de carga alar, considerando a aceleração gravítica de 9,810 m/s², de 30,980 N/m², como determinado no Ponto de Projeto.

O enflechamento do modelo apresenta-se como um fator essencial para o controlo de profundidade da aeronave e para a melhoria da sua estabilidade. Neste caso, optou-se por uma flecha de 23°, obtida de uma ponderação dos modelos utilizados como referência. O afilamento,

contudo, surge com um propósito não só estético, mas também de maior facilidade de construção.

Considerando a configuração escolhida, a superfície de controlo associada a este modelo deve satisfazer o controlo do eixo longitudinal e transversal. Para tal, recorreu-se à utilização de elevons cuja posição e comprimento dos mesmos foi testada através do programa XFLR5. A posição da superfície de controlo encontra-se unicamente na última secção, visto que o perfil empregue é o MH60 ao longo da mesma. Das simulações executadas resultou a escolha de 20% da corda do modelo, o que origina uma superfície de controlo trapezoidal, cuja largura na raiz da última secção é de 0,080 m e na ponta da asa é de 0,060 m.

A configuração final da asa voadora foi modelada em SolidWorks, tendo o aspeto apresentado na figura 3.

4.4.1. Aerodinâmica

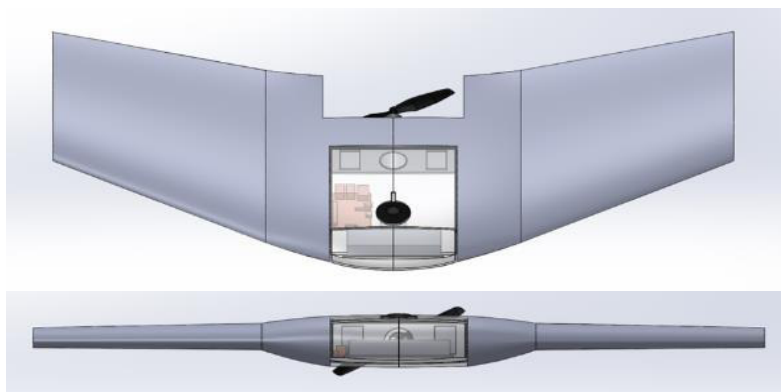


Figura 3 – Modelo Final em 3D

Numa primeira abordagem, o modelo foi simulado para condições de sustentação fixa (com o peso definido), com velocidade variável, com variação de ângulo de ataque entre -5° e 20° , com incrementos de 1° . Nesta simulação foi analisada a força necessária para realizar voo de nível em função da velocidade de voo, tendo-se obtido os resultados descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Resumo de Análise Aerodinâmica do Modelo em XFLR5 - Sustentação Fixa

T_r, min [N]	V_x para T_r, min [m/s]
0,72	15,24

Numa segunda fase, o modelo foi analisado para uma condição de velocidade fixa, igual ao valor indicado na Tabela 4. Considerou-se também o peso definido e variação de ângulo de ataque, à semelhança da anterior, entre -5° e 20° , com incrementos de 1° . Nesta segunda simulação foram analisados os coeficientes de sustentação, resistência e momento de picada, guinada e rolamento.

Em termos aerodinâmicos, a análise computacional deste modelo, para a condição de velocidade fixa, pode ser sintetizada destacando os valores de interesse presentes na Tabela 5.

Tabela 5 - Resumo de Análise Aerodinâmica do Modelo em XFLR5 - Velocidade Fixa

$C_L max$	α para $C_L max$	$\frac{C_L}{C_D} max$	α para $\frac{C_L}{C_D} max$	$\frac{C_L^{\frac{3}{2}}}{C_D} max$	α para $\frac{C_L^{\frac{3}{2}}}{C_D} max$	C_{D0}
1,04	20°	16,57	4°	9,40	$7,5^\circ$	0,008

4.4.2. Estabilidade

A análise de estabilidade tomou em consideração a localização do ponto neutro (NP), por forma a ser determinado o centro de gravidade (CG) do modelo.

No caso de uma asa voadora, o NP é coincidente com o centro aerodinâmico (AC), visto que o *design* do modelo consiste numa única superfície simétrica, e localiza-se a aproximadamente a 25% da corda média aerodinâmica (MAC). O valor de MAC corresponde à corda do modelo a uma distância de 0,234 m do centro (Y_{MAC}), que, para o modelo apresentado, é de 0,383 m. No entanto, através de simulações no programa XFLR5, para esta configuração em específico, foi obtido o valor do NP de 0,181 m, local onde o momento de picada é constante com alfa. A posição deste ponto corresponde a 22,12% da MAC.

A posição do CG deve caraterizar a aeronave como estável e controlável, por esse motivo procurou-se uma margem estática (ME) superior a 5% (Swatton, 2011), sendo considerado o valor de 20%, através do método prático, como um valor máximo de referência para um bom acordo entre o controlo e a estabilidade do modelo. Segundo as percentagens apresentadas, a posição do CG pode variar entre 0,162 m e 0,100 m de distância ao bordo de ataque, respetivamente. Foi selecionado, para as simulações deste modelo, o valor de 20% de ME, correspondendo a uma posição do CG de 0,104 m.

A análise de estabilidade à qual foi sujeito este modelo foi meramente estática. Assim, é visto como estável, qualquer corpo que, sujeito a uma força externa, altere a sua posição, num primeiro momento, no sentido de voltar à posição de equilíbrio (Anderson, 1989).

A bibliografia confere que uma aeronave é considerada como estaticamente estável longitudinalmente se o coeficiente do momento de picada em torno do seu CG diminuir com o ângulo de ataque, isto é, se a derivada da estabilidade estática longitudinal ($\partial C_{m_{CG}}/\partial \alpha$) < 0 (Etkin & Reid, 1995; Russel, 1996). Visto que a derivada de estabilidade longitudinal tem o valor de -0,0106, menor que 0, considera-se que a aeronave tem estabilidade estática longitudinal.

Relativamente à estabilidade estática direcional e lateral, estas foram avaliadas variando o ângulo de guinada (β), para um α de 4° e 15°, por forma a constatar se a mudança de situação de voo origina alguma influência na estabilidade do modelo e se a resposta da aeronave se mantém ao longo do voo. A estabilidade estática direcional acontece se o coeficiente de momento de guinada aumentar com o ângulo de guinada, isto é, ($\partial C_{n_{CG}}/\partial \beta$) > 0 e, visto que a derivada do coeficiente de momento de guinada para α de 4° é de 0,0002 e para 15° é de 0,002, é possível dizer que, teoricamente, a aeronave é direcionalmente estável. Pode ainda dizer-se que com o aumento do ângulo de ataque verifica-se um aumento de estabilidade estática direcional.

A estabilidade estática lateral acontece se o coeficiente de momento de rolamento diminuir com o ângulo de guinada, isto é, ($\partial C_{l_{CG}}/\partial \beta$) < 0 e, visto que a derivada da estabilidade estática lateral para α de 4° é de -0,0013 e de 15° é de -0,0038, este modelo pode ser considerado, na teoria, lateralmente estável.

A partir desta análise, pode dizer-se que a aeronave cumpre, na teoria, com os requisitos mínimos expectáveis acusando estabilidade estática em relação aos 3 eixos de rotação.

5. VALIDAÇÃO DO MODELO

O modelo preparado especificamente para o túnel aerodinâmico foi adaptado do modelo real à escala de 1/1,25, com o intuito de reduzir a envergadura da aeronave. Desta forma, é possível diminuir o grau de incerteza provocado por fatores externos nas extremidades da área de operação do túnel aerodinâmico.

5.1. Conceção dos Modelos

O método utilizado para a construção do modelo a ensaiar no túnel aerodinâmico valida o procedimento para o protótipo final, adaptando apenas as medidas e o número e tipo de peças constituintes do corpo central, de cada aeronave.

O processo de manufatura do modelo inclui a impressão 3D, o corte em fio quente e a colagem dos vários componentes.

Relativamente à manufatura aditiva, os componentes foram produzidos na impressora B2X300 da empresa BeeVeryCreative. As especificações finais para a construção das várias peças, resultantes dos conhecimentos adquiridos e da experiência desenvolvida ao longo deste projeto, definem-se com espessura de parede de 0,8 mm, altura de linha de 0,2 mm e 10% de *infill* do tipo triângulos. Os três componentes a produzir para o modelo final são o bordo de ataque, a peça central e a tampa. Estes contam com um tempo de produção total aproximado de um dia e meio e uma massa total de cerca de 0,4 kg.

Quanto ao segundo momento, o corte em fio quente, este recorre ao *software* GMFC PRO, um programa de utilização específica no corte de espuma para fabrico de asas, fuselagens ou outro tipo de formas (GMFC, s.d.), para preparar as instruções de funcionamento da máquina de corte de fio quente do CIAFA. Neste programa são inseridas todas as informações, por secção do modelo, à semelhança das representadas na Tabela 3. A máquina de fio quente recorre a uma fonte de alimentação necessária para aquecer o fio. Esta fonte permite regular a tensão de saída e ajusta a intensidade de corrente em função do circuito, que neste caso corresponde ao fio de corte. A intensidade de corrente ao qual foi sujeito o fio, durante os cortes, foi de 2,65 A.

Através de um balanço do mercado *on-line*, estima-se um consumo máximo de 35 € de PLA e 5 € de XPS, perfazendo um total de 40 €.

Os componentes em espuma e os impressos em PLA foram posteriormente colados com resina epóxi SR1500 com um endurecedor SD2505 (Sicomín Epoxy Systems, 2014) e misturados com *micro ballon*, um tipo de esferas ocas, microscópicas, utilizadas como aditivo em vários materiais com o intuito de alterar as suas características (3M, 2007), que permitem uma maior maleabilidade na colagem e reforçam ainda o ponto do modelo onde esta acontece. É ainda de referir que o modelo final contou com um reforço em balsa no ponto de colagem do GPS, nas extremidades da aeronave, ao longo da asa e da superfície de controlo, e no ponto de colagem entre a componente em espuma do corpo central e a secção seguinte. A bancada do motor foi também reforçada em balsa com o intuito de garantir resistência a vibrações. A estrutura anterior à caixa central foi desgastada, criando entradas de ar, com o propósito de resultar num aumento da eficiência da hélice. Finalmente, foi feita uma perfuração na tampa do corpo central, por forma a colocar a antena do sistema de telemetria fora da caixa, e duas perfurações na zona inferior do corpo central, habilitando o lançamento manual do modelo.

5.2. Túnel Aerodinâmico

De forma a obter condições de semelhança dinâmica, a velocidade do escoamento para o ensaio experimental no túnel aerodinâmico, encontra-se a partir da igualdade dos números de

Reynolds para as duas situações distintas. Assim, para uma velocidade de cruzeiro da aeronave final de 15 m/s, a análise do modelo do túnel aerodinâmico deve ser feita a uma velocidade de 18,77 m/s, visto que o valor de MAC do modelo reduzido é de 0,306 m. Tendo isto em consideração, o modelo de teste foi avaliado no túnel aerodinâmico do CIAFA através da medição de forças e momentos feita pela balança do mesmo.

A fim de se analisar o comportamento aerodinâmico e a estabilidade do modelo, foram realizados 3 tipos de ensaio: variação de α um intervalo de -15° a 21° , mantendo β nulo; variação de β no intervalo de -20° a 20° α de 4° e variação de β no intervalo de -20° a 20° com α de 15° .

No momento do ensaio experimental, foi medida a temperatura e a pressão atmosférica, assim como a velocidade do escoamento, para que fosse possível calcular, posteriormente, os valores dos respectivos coeficientes.

Os valores do ensaio experimental em túnel aerodinâmico confirmaram as simulações realizadas em XFLR5 tanto a nível aerodinâmico, aproximando-se dos valores obtidos, como mostra a tabela 6, como a nível da estabilidade demonstrando a sua estabilidade estática segundo os três eixos. É ainda de referir que, através desta análise, foi possível constatar que o valor da velocidade de cruzeiro foi adaptado para 13,11 m/s e que a velocidade de perda, tendo em conta as limitações dos testes realizados, estima-se que aconteça a uma velocidade de 8 m/s. É relevante mencionar que o valor da potência necessária para este modelo, para uma razão de subida de 2,60 m/s, a uma velocidade de 13,11 m/s, é de 40,16 W.

Tabela 6 - Resumo de Análise Aerodinâmica do Modelo em Túnel Aerodinâmico

C_{Lmax}	α para $C_L max$	$\frac{C_L}{C_D} max$	α para $\frac{C_L}{C_D} max$	$\frac{C_L^{\frac{3}{2}}}{C_D} max$	α para $\frac{C_L^{\frac{3}{2}}}{C_D} max$	C_{D0}
0,082	21°	16,07	5°	8,94	7°	0,011

5.3. Ensaio em Voo

A massa do modelo final, medida previamente ao voo, sem o computador de bordo, é de cerca de 1,5 kg visto que este incluiu um reforço em fita adesiva (cerca de 200 g) e duas derivas, em balsa, na ponta das asas.

Os ensaios em voo necessitaram de uma configuração prévia do piloto automático, recorrendo à instalação da versão estável 1.10.1 *firmware* do Pixhawk 4 Mini, lançada por Lorenz Meier (2020), utilizando, como GCS, a plataforma QGroundControl.

Os modos de voo utilizados no decorrer dos ensaios foram os de manual e estabilização.

O primeiro modo pressupõe o controlo direto das superfícies da aeronave através de *inputs* do piloto. O segundo modo, por sua vez, é semiautomático, pelo que o piloto automático mantém o voo de nível e as informações do controlo remoto processam-se como controlo de ângulo (para o pranchamento e picada) e taxa de variação (para o caso do *throttle*) (PX4 Dev Team, 2020b). Após serem configurados estes modos, foram definidas ações de segurança para o voo. Estes sistemas surgem essencialmente da necessidade de salvaguardar o espaço aéreo a ser utilizado visto que este se localiza num espaço com atividade aérea militar. Foram estabelecidas ações de segurança que previam a perda de comunicação RC, GPS e telemetria, controlo do nível de bateria, quebra na vedação geográfica definida e o desarme automático do veículo aquando a sua aterragem.

Previamente à realização dos ensaios em voo, foi ainda analisado o CG do modelo final através do método prático do pêndulo, traçando uma linha reta desde o ponto de suspensão do modelo (em cada ponta da asa) até ao centro. O ponto de interseção das retas marca o CG.

No decorrer dos voos não foi possível instaurar o regime totalmente autónomo visto que o *firmware* carregado no piloto automático não prevê um modo de Autotune, ao contrário de outros como o Arduplane, pelo que a configuração dos ganhos dos controladores do modelo deve ser feita manualmente para o eixo lateral, tendo sido definidos os valores para os parâmetros de ganho da taxa de variação de rolamento proporcional (FW_RR_P) e integral (FW_RR_I) de 0,033 e 0,040 respetivamente. (ArduPilot Dev Team, 2019b, 2019a; PX4 Dev Team, 2020a).

Segundo estes ensaios, foi ainda possível obter uma estimativa de autonomia em voo, sem o computador de bordo, de 22 minutos em média; uma velocidade cruzeiro aproximada de 20 m/s referente a um *thrust* médio de 60%.

A figura 4 representa o lançamento manual do modelo, à esquerda, e a trajetória realizada no último ensaio de voo, à direita.



Figura 4 - Modo de Lançamento do Modelo e Registo da Trajetória do Último Voo

6. CONCLUSÕES

Este trabalho estudou um modelo de aeronave proposto e validado segundo uma análise teórica, computacional com base no XFLR5, experimental através do túnel aerodinâmico e prática através dos ensaios em voo.

O modelo final inclui um copo central, de maior resistência, para instalação dos equipamentos eletrónicos, por sua vez mais dispendiosos, utilizando processos de manufatura aditiva de baixo custo e de pouca especialização e engloba ainda uma estrutura de peso reduzido em XPS. É possível concluir que o custo de construção é significativamente reduzido, cerca de 40 €, quando comparado com o custo dos componentes eletrónicos referidos visto que, segundo um estudo geral do mercado *on-line*, o valor estimado para o custo dos componentes é de cerca de 306 €. Assim, estima-se um custo total do modelo aproximado de 350 €.

Por todas estas razões, evidencia-se que os objetivos propostos para este estudo foram alcançados.

Do modelo final teórico podem salientar-se as seguintes características:

- Envergadura: 1,000 m
- MAC: 0,383 m
- Perfis: auto estável MH60 e NACA 0018
- AR: 2,650
- Área alar: 0,380 m²
- Carga alar: 30,980 N/m²
- Peso à decolagem: 1,200 kg
- Velocidade de cruzeiro: 13,110 m/s
- Velocidade de perda: 8,000 m/s
- Autonomia de voo estimada: superior a 10 minutos

Visto que a estrutura engloba um corpo central feito por manufatura aditiva, a sua manipulação, através de qualquer tipo de *software* CAD, oferece grandes vantagens, considerando que poderá ser adaptado aos requisitos dos próximos projetos. Estes devem, futuramente, incluir no desenho 3D do corpo central, as perfurações feitas durante a construção do modelo final, tanto para o manuseio e lançamento do modelo, como para a antena do sistema de telemetria.

Por forma a ser possível caracterizar, com maior detalhe, as propriedades do modelo em voo, é de salientar a necessidade de adquirir e instalar, logo que possível, um sensor de

velocidade ar, para caraterização do modelo em ensaios em voo e, posteriormente, controlo da plataforma. Deve também ser considerado um sensor ou método de monitorização das RPM do motor, sendo que este requisito será exclusivo para caraterização do modelo em ensaios em voo.

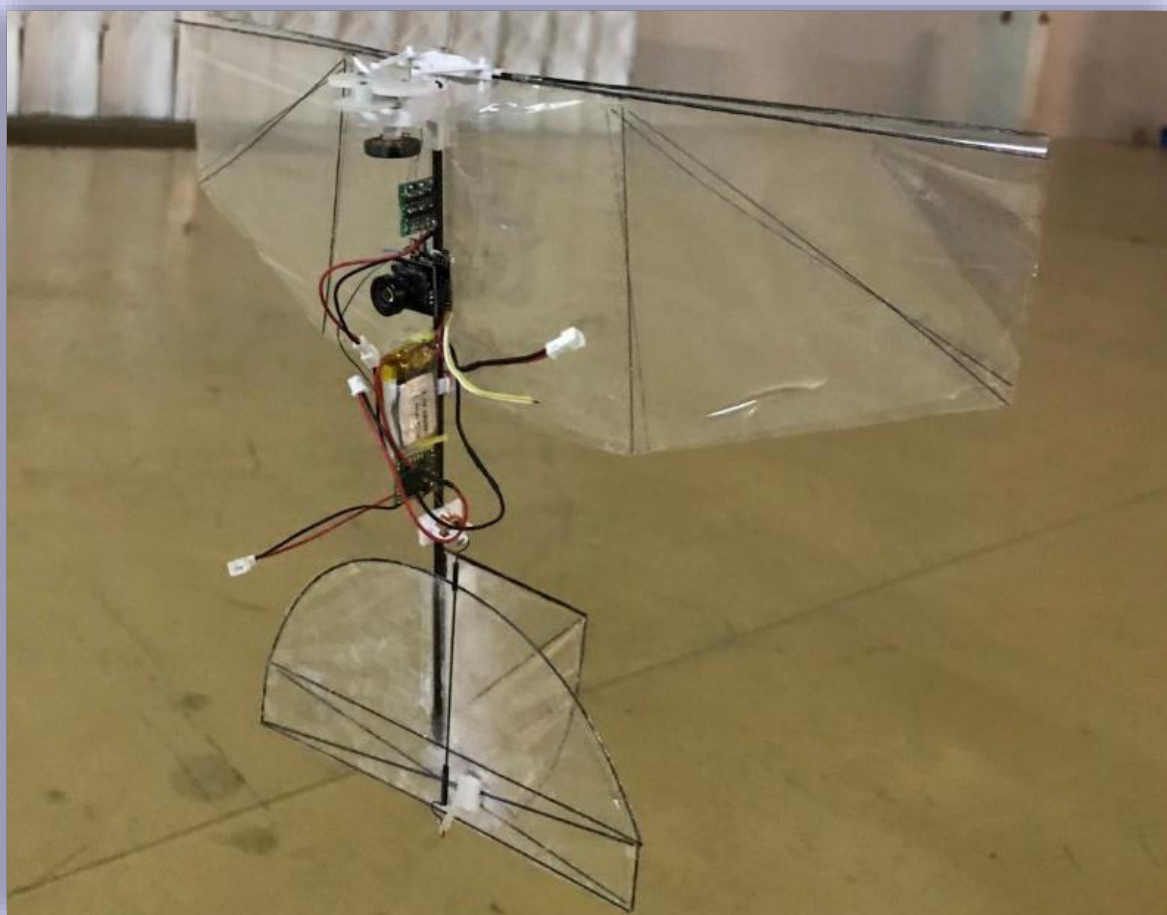
Tendo em conta os projetos a desenvolver, deve considerar-se o possível aprimoramento do modelo por forma a obter melhores valores de autonomia, uma adaptação do grupo propulsor de modo a tirar o maior partido do *design* estrutural de asa voadora, a experimentação de novas configurações de impressão por forma a reduzir o peso do componente central, mantendo a rigidez desejada e o tempo de impressão, ou até uma diminuição do tamanho do modelo, adotando as alternativas propostas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] 3M. (2007). 3M TM Glass Bubbles K Series S Series.
- [2] Anderson, J. D. (1989). Introduction to Flight (3rd Editio). McGraw-Hill Book Company.
- [3] ArduPilot Dev Team. (2019a). Automatic Tuning with AUTOTUNE. <https://ardupilot.org/plane/docs/automatic-tuning-with-autotune.html#automatic-tuning-with-autotune>
- [4] ArduPilot Dev Team. (2019b). Flight Modes. <https://ardupilot.org/plane/docs/flight-modes.html>
- [5] Caminero, M. Á., Chacón, J. M., García-Plaza, E., Núñez, P. J., Reverte, J. M., & Becar, J. P. (2019). Additive manufacturing of PLA-based composites using fused filament fabrication: Effect of graphene nanoplatelet reinforcement on mechanical properties, dimensional accuracy and texture. *Polymers*, 11(5). <https://doi.org/10.3390/polym11050799>
- [6] Corda, S. (2017). Introduction to Aerospace Engineering with a Flight Test Perspective. John Wiley & Sons.
- [7] Costa, V., Duarte, M., Rodrigues, T., Oliveira, S. M., & Christensen, A. L. (2016). Design and development of an inexpensive aquatic swarm robotics system. *OCEANS 2016 - Shanghai*. <https://doi.org/10.1109/OCEANSAP.2016.7485496>
- [8] Dos Santos, S. L. B. (2016). Impressão 3D - Perspetivas de Adoção na Indústria Portuguesa.
- [9] Drela, M. (1989). XFOIL: An Analysis and Design System for Low Reynolds Number Airfoils.
- [10] Edi, P., Yusoff, N., & Yazid, A. . (2008). Airfoil Design for Flying Wing UAV (Unmanned Aerial Vehicle). *Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Applied and Theoretical Mechanics (MECHANICS '08) Airfoil*, 106–111. <http://www.wseas.us/elibrary/conferences/2008/cairo/CD-MECHANICS/MECHANICS17.pdf>
- [11] Emiliano, S. (2019). All About the Density of PLA. <https://all3dp.com/2/pla-density-what-s-the-density-of-pla-filament-plastic/>
- [12] Etkin, B., & Reid, L. D. (1995). Dynamics of Flight (3rd ed.). Wiley.
- [13] Ferreira, F. (2019). Projeto Conceptual de uma Aeronave de Asa Fixa com Descolagem Vertical.
- [14] Fibrosom. (2018). Catálogo Geral Produtos - Poliestireno Expandido EPS (p. 4).
- [15] Franco, V. (2018). Design of a Class I Remotely Piloted Aircraft for Maritime Surveillance Performance , Aerodynamics and Stability.
- [16] GMFC. (n.d.). GMFC, more than 18 years of innovation in foam cutting. Retrieved April 3, 2020, from <https://gmfcsoft.fr/shop/en/gmfc/>
- [17] Hepperle, M. (1988). Neue Profile für Nurflügelmodelle. Verlag Für Technik Und Handwerk.
- [18] Industry, 3D Printing. (2017). The Free Beginner's Guide - 3D Printing Industry. <https://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide>
- [19] Kamal, A. M., & Serrano, A. R. (2018). Design methodology for hybrid (VTOL + Fixed Wing) unmanned aerial vehicles. *Aeronautics and Aerospace Open Access Journal*, 2(3), 165–176. <https://doi.org/10.15406/aaaj.2018.02.00047>

- [20] Ken Giang. (n.d.). PLA vs. ABS: What's the difference? Retrieved January 7, 2020, from <https://www.3dhubs.com/knowledge-base/pla-vs-abs-whats-difference/#what-are-abs-and-pla>
- [21] Meier, L. (2020). v1.10.1 Stable Release. <https://github.com/PX4/Firmware/releases/tag/v1.10.1>
- [22] Moreira, E. E. T., Schwening, G. S., & Abdalla, A. M. (2013). An Application of AHP , TOPSIS-Fuzzy and Genetic Algorithm in Conceptual Aircraft Design. March 2014.
- [23] Nettigo. (n.d.). SG90 - small hobby servo. Retrieved March 20, 2020, from <https://nettigo.eu/products/sg90-small-hobby-servo>
- [24] PX4 Dev Team. (2020a). Flight Modes. https://docs.px4.io/v1.9.0/en/flight_modes/
- [25] PX4 Dev Team. (2020b). Stabilized Mode (Fixed Wing). https://docs.px4.io/v1.9.0/en/flight_modes/stabilized_fw.html
- [26] Raspberry Pi. (n.d.). Raspberry Pi 3B Plus. Retrieved March 20, 2020, from https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/mechanical/rpi_MECH_3bplus.pdf
- [27] Remak. (n.d.). XPS FOAM BOARD EXTRUDED POLYSTYRENE. Retrieved February 20, 2020, from <https://www.tieuam.com/en/xps-foam-board-extruded-polystyrene-p269.html>
- [28] Russel, J. B. (1996). Performance and Stability of Aircraft.
- [29] Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1). [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(87\)90016-8](https://doi.org/10.1016/0305-0483(87)90016-8)
- [30] Sahin, E. (2005). Swarm Robotics: From Sources of Inspiration to Domains of Application. In E. \cSahin & W. M. Spears (Eds.), *Swarm Robotics* (pp. 10–20). Springer Berlin Heidelberg.
- [31] Schoenwald, D. A. (2000). AUVs: In Space, Air, Water, and on the Ground. *IEEE Control Systems*, 20(6), 15–18. <https://doi.org/10.1109/MCS.2000.887445>
- [32] Sicomin Epoxy Systems. (2014). SR1500 Epoxy laminating system. <https://pdf.nauticexpo.com/pdf/sicomin/sr-1500/23429-90681.html>
- [33] Sousa Rodrigues, F. de. (2009). O poder Aéreo na Transformação da Defesa. *Cadernos do IDN*, 4, 11–24.
- [34] Swatton, P. J. (2011). *Principles of Flight for Pilots* (P. Belobaba, J. Cooper, R. Langton, & A. Seabridge (eds.)). WILEY.
- [35] U.S. Department of Transport, F. A. A. (2012). Aircraft basic construction. 1–22.

DEVELOPMENT OF A F.W.M.A.V. WITH LIVESTREAMING CAPABILITIES



Autor

Gonçalo dos Santos Raminhos, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em
Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador
Academia da Força A rea, Sintra

Orientador

João Vieira Caetano, Major Engenheiro Aeronáutico
Academia da Força A rea, Sintra

Abstract: The purpose of this project is to develop a FWMAV capable of flying while broadcasting live stream video with improved overall performance, by using simple techniques with a low cost. The flapping biplane wing is the chosen design to apply, producing a Clap-and-Peel effect and therefore improving energy consumption and stability for video recording. Its control is held by a Mylar T-Tail with an increased rudder's surface area, providing an improved rigidity, lightness and effectiveness. The FWMAV has a weight of 19-19.5 g and is powered by a 150 mah battery. It has a flight time of 9-10 minutes with the 140 mm wings and a lift generation of 26.9 g with the 160 mm high AR wing configuration.

Keywords: Flapping Wing Micro Aerial Vehicle; Leading Edge Vortices; Aspect Ratio; Trailing Edge Vortices; Angle of Attack; Clap-and-Peel; Clap-and-Fling.

1. INTRODUCTION

1.1. Background and Motivation

Flapping wing systems dates back from 300 million years ago, when species like the giant dragonfly *Meganeura* used flight abilities for feed and locomotion purposes. Since early times that flying was a long desire for humans, but real development and research only began during Renaissance when Leonardo da Vinci built a flying machine. Trying to mimic birds sometimes proved to be a bad idea, when João Torto was not able to hover and died whilst jumping off a church (Lapa, 1928). Bird propulsion systems were therefore abandoned, once it was impossible to create lift with limbs. Consequently, men focused on the creation of lighter-than-air aircraft with Galileo's experiments on the 17th century and after engines were invented, heavier-than-air aircrafts thanks to Wright Brothers flight on December 1903.

Nonetheless, true endeavors to comprehend flapping wing dynamics only took place in last century, when technology evolved to enable researches. Animal flapping flight analysis can be assessed in three stages (Caetano, 2016): i) the study of flying species in a confined space, providing significant data upon aerodynamics and kinematics of flapping flight, e.g. Weis-Fogh (1972, 1973, 1975); ii) the combination of aerodynamic, kinetic and inertial principals to design a computer simulation modeling of flapping wings systems, like Miller and Peskin (2005); iii) the creation and optimization of different flight mechanisms, such as DelFly II Flapping Wing Micro Aerial Vehicle (FWMAV) from Caetano et al. (2015). As such, the dissertation objectives are: i) to assess the influence of aspect ratio and wing geometry on flapping frequency, lift generation ability and wing efficiency; ii) to improve flight stability by implementing structural modifications. iii) to install a FPV system capable of livestream.

2. LITERATURE REVIEW

Several basic flapping aerodynamic principles such as Reynolds number, fluid viscosity, vorticity, unsteadiness, Kutta condition and circulation will be addressed, in order to comprehend flapping flight dynamics, as well as the kinematics and mechanisms applied to generate lift.

2.1. Aerodynamic principles

Reynolds number is a dimensionless figure relating inertial forces and viscous forces. A high Reynolds number means viscous forces are small, meaning that air flow will be laminar throughout the wing, whereas a low Reynolds number implies that viscous forces should be considered, increasing air turbulence. Fluid viscosity represents the internal friction when there is a shear force applied on the fluid, resulting on a deformation. The higher the resistance, the closer is the transition point from the leading edge (Figure1). Hence, drag is increased due to the interaction with the boundary layer, defining the limit between disturbed and undisturbed airflow.

The basic principle upon lift generation in any FWMAV lies on vorticity, which is fluid rotation around its own axis. It is a vector field, and can be influenced by the distance from the vector center and fluid viscosity. Unsteadiness means that force loads are time dependent, creating changes on the flow field. However, quasi-steady models are frequently used for flapping flight, considering time-independent forces. Thus, kinematic motion plays a vital role on lift generation, despite being constant over time (Sane, 2013). In order to produce lift, Kutta condition has to be established (Figure 2c), by creating a rotational flow around inside the boundary layer as known as circulation (Figure 2b), allowing merge between the upper and lower layer of the fluid.

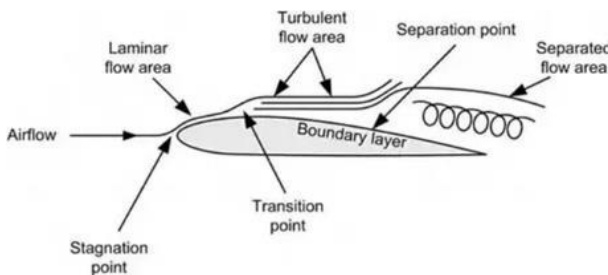


Figure 1- Wing moving through airflow

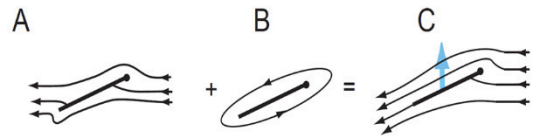


Figure 2 - a) No Kutta condition (Zero lift)

b) Circulation

c) Kutta condition established

(Sane, 2003, p. 4195)

2.2. Kinematics of Flapping Flight

By observing Figure 3, flapping wing kinematics consists of three main movements: heaving/plunging (θ), sweeping (ϕ) and pitching (α). Heaving is represented by the horizontal wing movement around Z axis, defined by wing tip trajectory. According to Perçin (2015), two types of trajectories can be considered: an eight-shaped trajectory, where wing tip trajectories intercept each other during downstroke and upstroke (Figure 3); and a pear-shaped pattern. Sweeping refers to the stroke angle, i.e., it is the wing deflection around X axis. Thus, this movement is composed by two phases: a backward motion (upstroke), where the wing reaches its maximum stroke angle, and a forward motion (downstroke). Moreover, pronation (upstroke to downstroke) and supination (downstroke to upstroke) connect these two phases. Pitching (α) stands for the wing angle performed around Y axis, by changing the wing's Angle-of-Attack (AoA) mostly during stroke reversals.

All these three parameters, depending on several factors like flapping and pitch rate, rotation axis position and rotation timing, can severely impact lift force generation.

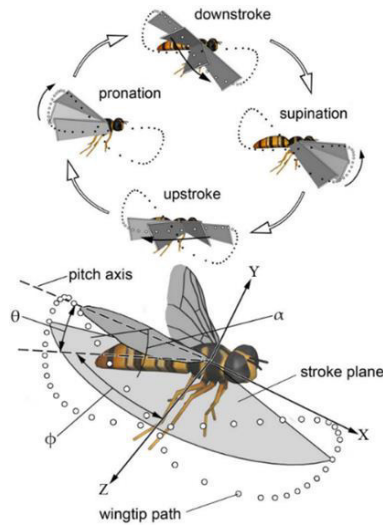


Figure 3- Representation of a flapping wing kinematics, as well as wing tip trajectory (Phillips, N, & Knowles, K., 2010)

2.3. Aerodynamic mechanisms of insect flight

Often referred as unsteady forces, aerodynamic flapping principles such as leading-edge vortex (LEV), Wagner effect, rotational forces, wing-wake interaction, added mass and Clap-and-Fling will be explained:

- LEV is the principal mechanism for flapping wing force generation, created when the wing achieves a high AoA, causing a detachment of the airflow after crossing the leading edge. The airflow becomes turbulent and then rejoins right before the trailing edge, thus creating a low-pressure zone on the upper side of the wing. Hence, this effect is responsible for creating a lift force perpendicular to the wing plan (Sane, 2003);

- Wagner effect relates to the delayed establishment of circulation inside the boundary layer, which eventually impairs the establishment of Kutta condition and therefore lift production. There are two causes behind this effect, according to Sane (2003): i) Due to the viscous forces acting on the fluid; ii) On account of the opposite rotation between the starting vortex created by the trailing edge once the wing is accelerating and the circulation growth;

- Rotational forces are created when the wing reaches its forward or aft limit and begins its way to a new sweeping movement, thus reaching a point of stroke reversal. Hence, there is a halt of Kutta condition, once the stagnation points are moved away from their current positions. This rotational circulation (Dickinson et al., 1999) helps to counteract the opposite movement caused by fluid viscosity, thus reestablishing Kutta condition and lift generation (Sane, 2003). As previously discussed, this rotational movement can have an enhance or wane lift production depending on the position of the rotation axis and its timing;

- Wing-wake interactions are made when the wing reaches its stroke reversal point, eventually shedding the leading and trailing edge vortices created in the previous stroke. This effect enhances lift generation by adding locally induced velocity fields. Moreover, a relation between the advance of wing rotation during stroke reversal and the amount of wake produced can be found (Dickinson et al., 1999);

- Added mass is a phenomenon described as “virtual mass” (Ellington, 1984) or non-circulatory reactive force (Sedov, 1965) due to the fact that it pressures the fluid mass creating a reaction force, as well as also being difficult to be mathematically calculated unlike other circulatory forces.

Lastly, Clap-and-Fling will be detailed, where it can be separated in two movements: i) The clap, when downstroke occurs, takes place when both leading edges merge together (Figure 4a). Then, the movement is expanded backwards until trailing edges touch each other (b), expelling the air between the wings and creating positive pressure (c); ii) The fling, when supination takes place and wings begin their upstroke movement (d). Thereafter, both leading edges detach and the wings start to separate, creating a suction zone between them (e). Furthermore, Ellington (1984b) verified that flexible wings contribute to a greater lift force, due to a smaller AoA between them, creating a peel effect. Hence, Sane (2003) studies also suggest that flexible wings tend to

reduce the starting vortex (i.e. Wagner Effect), allowing circulation around the wing and therefore permitting Kutta condition to be established (f). This phenomenon is able to increase lift generation by 25%, when compared to standard rigid wings (Marden, 1987).

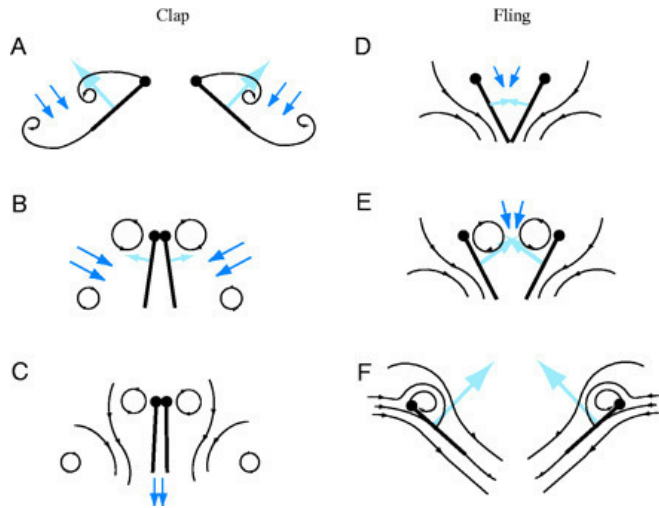


Figure 4- Schematic representation of wing clap, when the airfoils meet each other (A-C), and then they fling apart (D-F). The black lines represent the flow, the dark blue arrows illustrate airfoil induced velocity, whereas light blue arrows show lift generation on the airfoil (Sane, 2003)

3. DESIGN OPTIMIZATION AND CONSTRUCTION

In this chapter, several aspects that aim to be upgraded based on previous projects will be discussed. Moreover, there will be an explanation about the function and advantages of new components, namely tail, wings, flapping mechanism and electronics. A review of past wing developments will be made, as well as addressing the development and construction made. Brushless engine's mechanics will be presented, and livestream video transmitting system explained.

3.1. Structural design

Based on the overall objective and the materials available for the development of this drone, the right components, assembly methods and designs are chosen. Consequently, stability and control are the main qualities intended for this drone, since it has to record video footage.

Concerning the design, the choice goes for a "X" shape biplane FWMAV with a tail. Previous projects like TU Delft's and Berkeley's H^2 Bird use this configuration, since it is possible to lower power consumption due to Clap-and-Peel effect. Moreover, by using a tail it is possible

to control and counteract the effects generated by the wings, which enables the use of a simple one-degree of freedom mechanism responsible for lift production. Due to symmetric wing design and operation, stability and weight reduction would be assured, avoiding unnecessary electronics for flight corrections.

Then, the flapping mechanism is selected and a brief explanation about its operation is undertaken. This component is responsible for transmitting the motor's rotation to the wings, through gears. Due to the high precision and complexity, producing a custom-made flapping mechanism would be too time consuming and expensive. Therefore, the choice tended for using Bruggeman's (2010) flapping mechanism (Figure 6), which proved to be successful on TU Delft's FWMAV.

Regarding wing design, studies like Bruggeman (2010) and Perçin (2015) were reviewed, where they tested several modifications like different wing shapes, aspect ratios and stiffener positions. The objective is to choose the wings that provides the best lift generation and efficiency, since it would require less energy to power the same weight. Despite the results achieved by Bruggeman, a deepen research was conducted in order to determine the best wing configuration. Consequently, tests were carried out with five pairs of wings, each one with different size and shape (Figure 5). The wings were: 1- a standard 140mm wing, 2- a 15% proportionally bigger than the 140mm wing, 3- a larger aspect ratio wing with a span of 160mm, 4- a less span 119mm and 5- an elliptical 140mm wing.

Wing	Span	Chord	AR	Shape
1	140	89	1.78	
2	160	102.35	1.77	
3	160	89	2.05	
4	119	89	1.49	
5	140	89	2.05	

Figure 5- Table representing characteristics from several wings

Tail configuration was planned to tackle the problems Ferreira (2018) had due to the lack of surface area needed to counteract the momentum caused by the rudder, as well as the weight

Styrofoam added to the tail. Therefore, a new T-tail made of Mylar was designed (Figure 7), adding lightness and structural rigidity. With a larger rudder's surface area, control and stability would get improved.

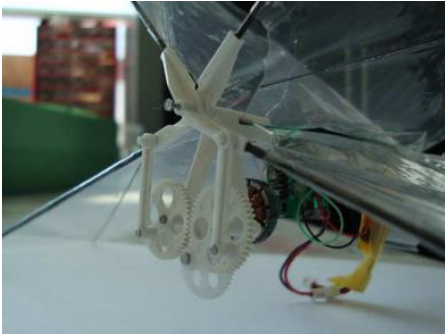


Figure 6- Bruggeman (2010, p.32) flapping mechanism

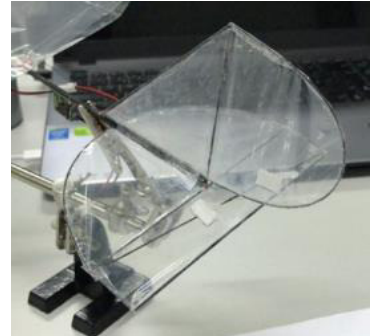


Figure 7- F.W.M.A.V. improved tail

3.2. Electronics

Here, electronic components responsible for remote control and power and video recording will be listed. The choice is based on weight reduction, in order to obtain the best performance. F.W.M.A.V. electronics are: batteries, actuators, a motor, an electronic speed controller (ESC), a receiver, an onboard-camera and a FPV receiver. Batteries are lithium-ion 3.7 V output, with capacities of 100 mah, 120 mah and 150 mah. Their weights are 3.3 g, 4.5 g and 6.0 g respectively.

The motor is responsible for creating a rotational movement powering the flapping mechanism. Lift generation and maximum payload are two characteristics defined by this component. After considering the advantages and disadvantages between brushed and brushless, the decision was to acquire a brushless motor. Though more expensive, these units are capable of increasing power capacity and operation time whilst maintaining its size. Between the motor and the battery, an electronic speed controller (ESC) has to control the battery power output before going to the motor, providing a smoother operation. Consequently, a 0.4 g micro brushless ESC 3 A was acquired (Figure 8).

Actuators are responsible for powering the control surfaces, namely rudder and elevator. Two types of actuators are in mind, linear and magnetic actuators. Linear actuators produce a higher force, while not being susceptible to vibrations and disconnections. Conversely, magnetic actuators are considerably lighter (0.35 g and 0.66 g), nonetheless they have less power. Since a brushless motor will be able to provide an increased lift generation, more emphasis is given to

reliability and better control inputs. However, due to acquisition problems, linear actuators couldn't be ordered. Therefore, magnetic actuators are the chosen ones to be installed.

A receiver is responsible for processing signals from the remote control and transmitting it to the motor and actuators. Since there was no built-in brushless ESC receiver available, a DelTangRx43d DMS2 compatible one was acquired (Figure 9). It has 4 channels, with a possibility for 3 actuators/servos to be connected, weighing just 0.34 g.

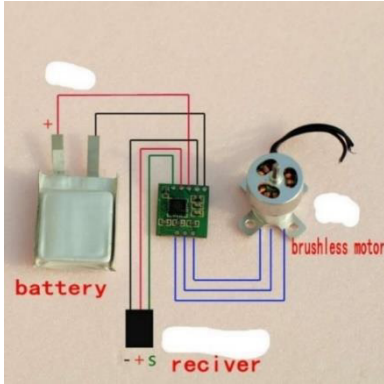


Figure 8- ESC electrical wiring

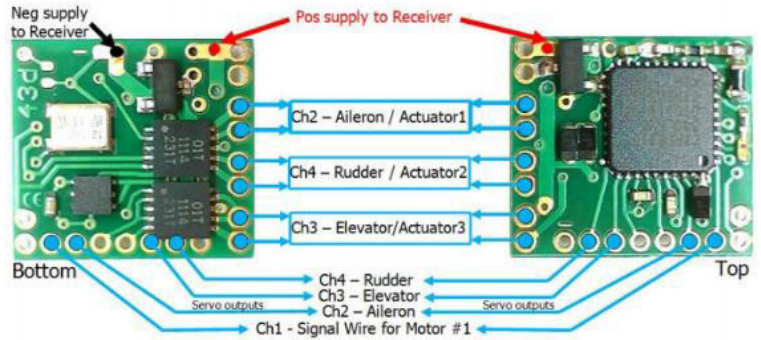


Figure 9- DelTangRx43d wiring for brushless motor output

3.3. Video streaming

For this project, analog transmission is the one that best suits the FWMAV requirements, once the recorded images are sent to the receiver through a continuous signal, requiring no image compression or advanced processing. Therefore, latency is absent, which is the time difference between the captured frame and the displayed frame. In regard to a First-Person View (FPV) system, the selected device was a reliable and affordable Fatshark Dominator V3 video receiver, capable of transmitting video in the form of a screen or head goggles. The camera choice was based on its weight and low latency recording, since it is one of the heaviest pieces fitted on the FWMAV. Therefore, a 5.8 G 40 ch FPV camera with an installed video transmitter was purchased, weighing just 3.6 g.

4. DATA ANALYSIS AND COMPARISON

In this chapter, flight tests are carried out for performance measurements. The evaluated parameters are maximum lift generation, maximum payload, endurance, and highest flapping frequency. Moreover, wing efficiency will be determined, the influence of Aspect Ratio explained and FWMAV's stability and control will be detailed.

4.1. Lift generation and maximum payload

By determining the maximum payload that the FWMAV is able to carry during flight, the first test has the objective of measuring maximum lift capability of different wings. Hence, small weights are added and maximum throttle is applied until it gets unable to hover (Figure 10).

After conducting the test (Figure 11), results showed that the wing 3 had the most lift capability of 26.9 g. Followed by the wing 1 (24 g), the wing 2 (23.1 g), the wing 5 (20.6 g) and the least capable, the wing 4 (19.3 g). Subtracting lift generated for drone's weight, the maximum payload was calculated, whose results were: 7.6 g (wing 3), 4.8 g (wing 1), 3.5 g (wing 2), 1.4 g (wing 5) and 0.3 g (wing 4), respectively. Wing 3 results are explained by the bigger AR, causing a decrease on Reynolds Number and enhancing LEV and circulation. These phenomena, together with the Aero-elastic effect, can increase wing vacuum and Clap-and-Peel. Wing 3 also presented the best payload capability of 7.6 g, enabling to install a bigger battery. The FWMAV weights between 19 g and 19.5 g with the 150 mah battery. This variation is due to different wing configurations. When compared to previous FWMAV projects, there is a 60% increase on lift generation if the 140 mm wing is considered, or 79.3% with the bigger AR wing. This increase is due to a more powerful brushless motor, however, 19.3% is caused by the different wing option.

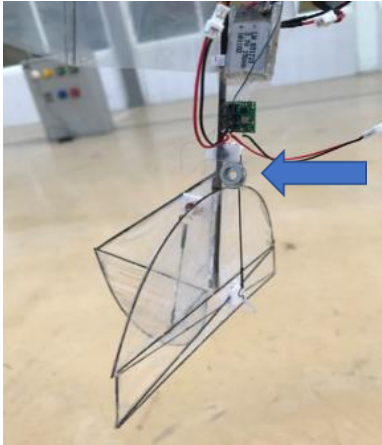


Figure 10- Maximum lift test, where small weights are added

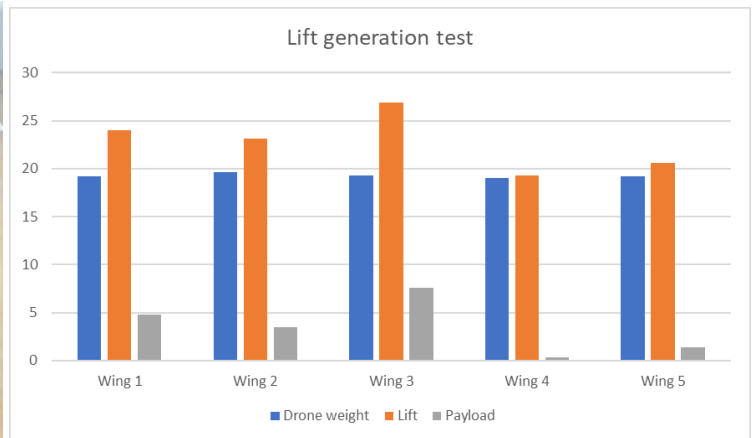


Figure 11- Graphic representing the lift generation test, in order to calculate the payload (grey) and maximum lift capability (orange), depending on drone's weight (blue)

4.2. Flapping Frequency

Flapping frequency is one of the characteristics that condition wing FWMAV performance. If the wing has less area, it moves a smaller amount of air, decreasing vacuum due to Clap-and-Peel and therefore having a higher flapping frequency. If the wing materials are heavy, they will have more inertia, hence lowering the flapping frequency due to increase in torque at the motor.

Therefore, the objective is to find a wing that has a low flapping frequency whilst having a high lift capability. Thereby hovering will require a low power consumption, ensuring good endurance.

In order to determine maximum flapping frequency, the five pairs of wings were submitted to a 240 frame per second slow-motion video, where they perform at full throttle during one second (Figure 12). Then, the number of flaps per second will correspond to its frequency (Hz). After the tests, the maximum flapping frequency of each wing was determined. By analyzing the graphic (Figure 13), wings 2, 4 and 5 are put out of interest once they have a high maximum flapping frequency combined with a lower lift generation. Despite being the one with the most surface area and therefore more inertia, the wing 2 had an unexpected high flapping frequency, possibly due to lack of foil tension and leading-edge rod damage from the previous test, halting production of vacuum and therefore having less airflow resistance. Wings 4 and 5 have less span and wing area, displacing a smaller quantity of airflow, therefore having less inertia. This decreases torque produced by Clap-and-Peel, resulting on less lift generation. In order to produce enough thrust to hover, these wings would have to operate near the maximum flapping frequency, resulting on an increase of energy consumption. Conversely, wings 1 and 3 are the ones that show the intended characteristics, since not only they have a low flapping frequency of 14 Hz due to a bigger wing area and airflow displacement but also, they have the biggest lift generation of all.

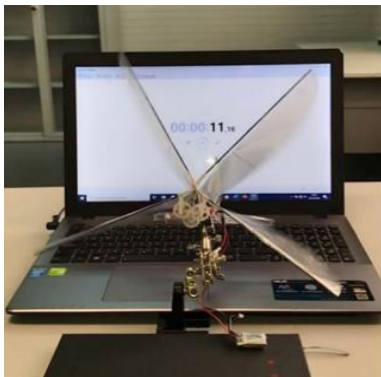


Figure 12- Flapping frequency test

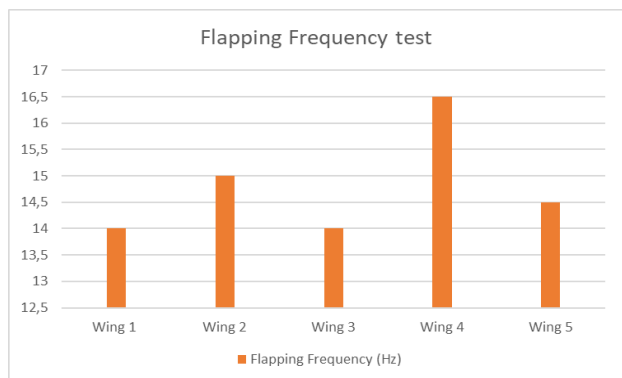


Figure 13- Graphic illustrating the flapping frequency test, where the maximum flapping frequency (orange) of each wing is represented

4.3. Endurance and efficiency

In this section, the wings that presented the worst results in previous tests were set aside, thus saving time for further researches. The best wings, namely the wing 1 and 3, went through an endurance test in order to check the amount of time FWMAV could maintain hover. Together

with wings, batteries are the component that mostly affect flight time. Therefore, the plan is to combine several batteries with different wings to determine the best combination.

While maintaining the same 150 mah battery, the first tests were focused on different wings. After checking that the battery is fully charged, the test is over once the FWMAV stops hovering. After performing the tests, the wing 1 turned out to be superior than wing 3. The first one had an endurance of 9-10 minutes, while the second stopped hovering at 5-6 minutes. Therefore, although having more lift generation, the wing 3 requires more torque due to higher suction, thus increasing its power consumption and wing resistance, while decreasing FWMAV's endurance, thus increasing its power consumption while decreasing FWMAV's endurance. Hence, wing 1 is the most efficient, since it consumes less energy for the same weight carried. When compared to previous FWMAV projects, a flight time increase of 7 minutes was noticeable, greatly on account of the brushless motor which produces less friction during its operation. These tests are carried while using the same battery setup, meaning that wing 3 can have more endurance than wing 1 if using a battery with more capacity, taking advantage of its bigger payload capacity.

In spite of having more capacity, 150 mah batteries are 1,5 g heavier than the 120 mah ones. Therefore, in order to evaluate its weight influence, one more test was held with the 120 mah battery, while using wing 1. With the lighter battery, the FWMAV hovered for 5-6 minutes, therefore confirming the 150 mah superiority despite the additional weight. These flight times are measured with the FPV camera off, meaning that in a normal basis, the battery had to power both the camera and the motor. In regard to the wing 1, flight time would be reduced to 6 min 30 sec - 7 min, whereas wing 3 would achieve an endurance of 4 min 11 sec – 4 min 47 sec with the camera on.

4.4. Influence of the Aspect Ratio

Throughout the tests, it was seen that the aspect ratio can have a great impact on the FWMAV performance. This conclusion is shared by Bruggeman (2010, p.68): "One can see in the thrust-to-power ratio that the normal wing (140 mm) gives the best performance. The wing with the higher AR however produces more thrust, especially at higher flapping frequencies. (...) the AR however has also influence on the Reynolds number, (...). This Re number has influence on the flow which will result in a higher thrust generation".

By observing equation 1, aspect ratio can be changed by modifying span or area measurements. In order to augment it, span can be increased; conversely, its area can be decreased. They can either be increased in the same proportion.

$$AR = \frac{R^2}{S} \quad (1)$$

$$Re = \frac{\varphi n R^2}{\nu AR} \quad (2)$$

With regard to wing 3, the span was increased 15% and the area 13,3%, while maintaining chord length. By calculating AR for both wings, it is possible to verify that the AR has increased about 15,2% from wing 1 to wing 3:

$$AR_{140mm} = \frac{140^2}{11020} = 1.78$$

$$AR_{160mm} = \frac{160^2}{12490} = 2.05 \quad (3)$$

Consequently, in agreement with equation 2, current AR modification will reduce Reynolds Number. This will cause a decrease in the relation between inertial forces and viscous forces for a given flapping frequency, hence enhancing LEV. Therefore, lift generation is enhanced, contrarily to wing efficiency. On figures 14 and 15, it is possible to visualize differences on vortex development between the high AR wing and the 140 mm wing, respectively. On the first one, LEV's are stronger and larger during in-stroke and out-stroke. With regard to trailing edge vortex (TEV), it can be verified that they are shed at an earlier moment. Moreover, it is proven that circulation is also increased thanks to a study carried by Groen (2010): "For the improved wing, the LEV circulation at the end of the instroke is $260 \text{ cm}^2/\text{s}$ while for the high aspect ratio wing the circulation found for the investigated region is $452 \text{ cm}^2/\text{s}$. This is a clear increase in circulation of about 70%".

However, higher thrust generation isn't only due to Reynolds Number, as M.A. Groen (2010, p. 55, chapter 6.4) on PIV measurements on the hovering DelFly explains: "Other similarity parameters like the Strouhal number and Rossby number will also play a role, but an important effect is the aero-elastic effect. Changing the wing size will change the inflight wing deformation and hence create a different air flow.". I.e., during stroke reversals, the leading edge moves to the opposite direction before the wing surface, resulting on a wing deformation. Aero-elastic effect is triggered by the component inertia, meaning that the bigger the wing size, the more inertia is created, following an increased wing displacement.

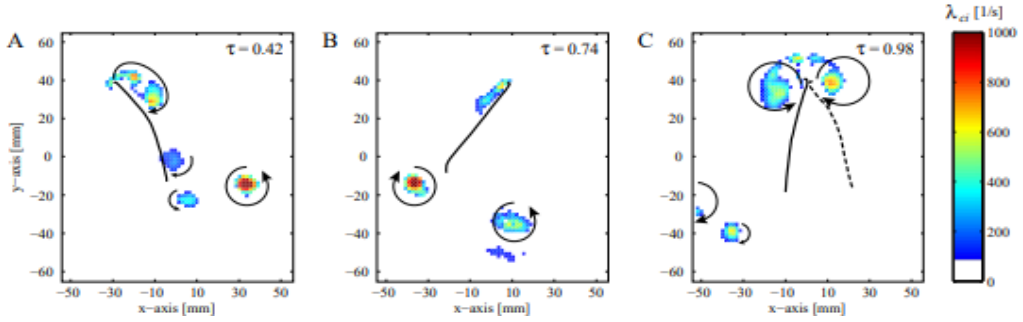


Figure 14- Swirling strength at the end of the out-stroke (A), halfway during the in-stroke (B) and at the end of the in-stroke (C) for the high aspect ratio wing (M.A. Groen, 2010)

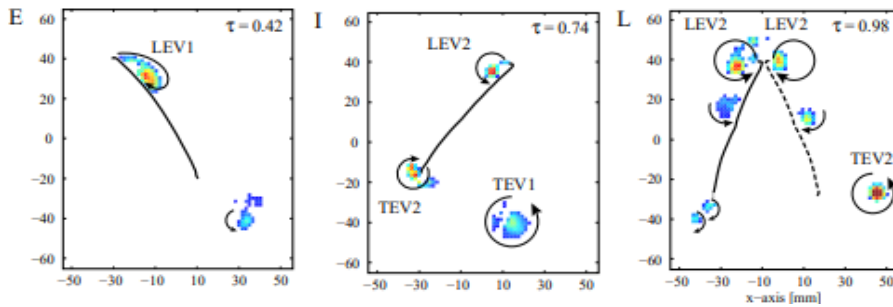


Figure 15- Swirling strength the end of the out-stroke (E), halfway during the in-stroke (I) and at the end of the in-stroke (L) for the improved wing. Showing leading edge vortices (LEV) and trailing edge vortices (TEV). (M.A. Groen, 2010)

4.5. Stability and Control

Stability and control are essential for video recording and indoor flight, therefore the FWMAV must be optimized to operate according to a flight envelope. This is achieved by positioning the Center of Gravity (COG) in a way that enhances stability during hover, forward/backward flight and when applying surface controls. If the COG is placed at the back, the FWMAV becomes more stable after control inputs, nonetheless tail inputs become less effective. Whereas if it is positioned forward, the FWMAV becomes more responsive, however, momentum forces are induced and instability takes place. Previous studies, e.g. (Caetano, 2016), Ferreira (2018), et.al., detailed different component configurations to enhance maneuverability or reduce oscillations.

Regarding FWMAV setup, the heaviest components, namely the camera and the battery were fitted in a central position, promoting a balance between stability and control effectiveness. The lighter components, namely the ESC and the receiver, were glued to the extremities, since they create less momentum forces. During flight tests, no signs of oscillations were verified, even

after tail surfaces were applied. However, a lack of control was verified on account of the low power magnetic actuators, preventing it to path a desired trajectory or to correct a certain movement.

5. CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

In this last chapter, the overall results will be detailed and compared, as well as highlighting major challenges throughout the assembly and testing. Finally, some notes for future studies will be proposed.

5.1. Results

After installing all the components, the FWMAV weighted 19-19.5 g. It is composed by a bi-plane configuration, 10-micron Mylar wings, 1 mm semi-circular leading-edge carbon rods and 0.28 mm carbon rod stiffeners, ensuring Clap-and-Peel effect. The body structure consists on a 4 mm thick carbon rod, large enough to support all the electronics glued under it. The tail was re-designed by modifying the vertical stabilizer design in order to increase surface area. In addition, changing Styrofoam for Mylar resulted in a weight saving of 0.4 g or 55.6% whilst improving structural rigidity and stability.

Concerning electronics, the objective was to order better material like powerful linear actuators, or even a receiver with built-in brushless ESC in order to save weight and prevent electrical failures due to cable disconnections. Therefore, DelTang RX43d receiver and electromagnetic actuators were installed. Regarding the actuators, they showed a poor induced force, limiting tail's surface operation. The 5.8 G 40 ch AIO FPV camera displayed a good resolution and recording stability, thanks to the X-wing, which decreases flapping oscillation due to symmetric wing design and operation.

After wing tests were made, data revealed that wing 1 and 3 had the best performance of all, mainly due to having the lowest flapping frequency of 14 Hz at maximum throttle combined with a high lift generation, allowing them to lift the FWMAV with a lower power consumption. Moreover, wing 3 proved to have the best lift generation of 26.9 g, therefore being 79.3% higher than previous prototypes. This is explained by the bigger AR, causing a decrease on Reynolds Number and enhancing LEV and circulation. These phenomena, together with the Aero-elastic effect, can increase wing vacuum and Clap-and-Peel. Wing 3 also presented the best payload capability of 7.6 g, enabling to install a bigger battery. With regard to endurance, wing 1 got the longest flight time of 9-10 minutes, thus exceeding older FWMAV in 7 minutes. This time was set while using 150 mah batteries, that despite its additional weight, their increased capacity enables

a greater flight time by 4 minutes, in comparison with the 120 mah. This enhanced endurance means that it consumes less energy while producing the same amount of lift, hence achieving the highest efficiency. Moreover, considering camera consumption of 380 ma, flight time would be reduced to 6 min 30 sec – 7 min. However, both wings could achieve a higher flight time if using a bigger battery, due to higher payload capacity.

With regard to stability, placing the heavier components at the center and the lighter ones at the extremities proved to be beneficial, preventing undesired oscillations while enhancing maneuverability. However, a lack of control was revealed on account of the low power magnetic actuators, not providing enough force to achieve a desired trajectory or to correct a certain movement.

5.2. Recommendations and Future Work

Several upgrades can be considered when improving FWMAV performance. One of them is the installation of better electronics, namely a receiver with an integrated brushless esc in order to save weight and prevent electrical failures (a frequent problem during flight tests), as well as linear actuators to get more movement precision and force application. The integration of sensors and gyroscopes on the FWMAV body would enable auto-pilot, expanding the operation spectrum on the battlefield without the need of human action and allowing flight in windy conditions. Since batteries wear out at a fast pace, energy available will be decreased, therefore they should also be upgraded for new ones with more capacity. Additionally, more tests have to be made concerning livestream capabilities, namely maximum flight time while recording, maximum range and flight outside line of sight. With regard to endurance, tests with wing 1 and 3 have to be made while using more capable batteries, taking advantage of their payload to increase flight time. Additional researches about the identification of aerodynamic force components, as well as wing flexibility effects during Clap-and-Fling could also be undertaken. This could be achieved by testing different geometric wings with different stiffener positions.

Flapping vehicles are revolutionizing the way we perceive aerodynamic laws, providing a solid background for innovation, developments and enhancements. Since these studies were carried out in recent years, there is still a lot to seize and discover, making them an interesting subject for further dissertations.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bruggeman, B. (2010). Improving flight performance of DelFly II in hover by improving wing design and driving mechanism: <http://www.delfly.nl/publications/MSc-Bruggeman.pdf>
- [2] Caetano, J. V. (2015a). Caetano, J. V., Armanini, S. F., de Visser, C. C., de Croon, G. C. H. E., and Mulder, M. Quasi-Steady Aerodynamic Model of a Clap-and-Fling Flapping Wing MAV. International Conference on Unmanned Intelligent Systems. Bali, Indonesia.
- [3] Caetano, J. V. (2016). Model Identification of a Flapping Wing Micro Aerial Vehicle. TUDelft.
- [4] Dickinson, M., Lehmann, F., & Sane, S. (1999). Wing Rotation and the Aerodynamic Basis of Insect Flight. *Science*, 284(5422):1954–1960.
- [5] Ellington, C. P. (1984a). The aerodynamics of hovering insect flight. IV. Aerodynamic mechanisms. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B, Biological Sciences* (1934-1990), 305(1122):79–113, DOI 10.1098/rstb.1984.0052.
- [6] Ellington, P. (1984b). The aerodynamics of hovering insect flight. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 305(1122):17-40.
- [7] Ferreira, L. (2018). Development of a Flapping Wing Micro Aerial Vehicle.
- [8] Groen, M. (2010). PIV and force measurements on the flapping-wing MAV DelFly II. In MS thesis (Issue December 2010): <http://www.delfly.nl/publications/MSc-Groen.pdf>
- [9] Lapa, A. (1928). *Em Aviação Portuguesa*. Lisbon: Libanio da Silva.
- [10] Marden, J. H. (1987). Maximum lift production during takeoff in flying animals. *The Journal of Experimental Biology*, 130:235–238.
- [11] Micronwings. DTRx43d Instructions. Retrieved from Micronwings: <https://micronwings.Com/Products/DelTangRx43d/DTRx43d%20Instructions.pdf> (accessed on 2019, December 20)
- [12] Miller, L. A. and Peskin, C. S. (2005). A computational fluid dynamics of ‘clap and fling’ in the smallest insects. *Journal of Experimental Biology*, 208(2):195–212.
- [13] Perçin, M. (2015). Aerodynamic Mechanisms of Flapping Flight. TUDelft: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3A4d535d87-d11e-4916-9143-5e6762c56152>
- [14] Phillips, N., & Knowles, K. (2010). Reynolds number and stroke amplitude effects on the leading-edge vortex on an insect-like flapping wing. *International Powered Lift Conference 2010*, September 2015, 365–374.
- [15] Sane, S. P. (2003). The aerodynamics of insect flight. *Journal of Experimental Biology*, 206(23):4191–4208.
- [16] Sedov, L. I. (1965). *Two-Dimensional Problems in Hydrodynamics and Aerodynamics* (ed. C. Chu, H. Cohen and B. Seckler), pp. 20-30. New York: Interscience Publishers.
- [17] Weis-Fogh, T. (1972). Energetics of hovering flight in hummingbirds and in drosophila. *Journal of Experimental Biology*, 56:79–104.
- [18] Weis-Fogh, T. (1973). Quick estimates of flight fitness in hovering animals, including novel mechanisms for lift production. *Journal of Experimental Biology*, 59:169–230.
- [19] Weis-Fogh, T. (1975). *Flapping flight and power in birds and insects, conventional and novel mechanisms*, volume 2. Springer US.

PERCEÇÕES SOBRE O PAPEL, PARTICIPAÇÃO E PRESSÃO NO ORÇAMENTO DA FORÇA AÉREA



Autora

Alice Catarina Lopes Augusto, Alferes Aluna do Mestrado Integrado em
Aeronáutica Militar na Especialidade de Administração Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador

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

Coorientadora

Tenente Ana Mafalda Martins Castanho
Academia da Força Aérea, Sintra

Resumo: O orçamento é um dos instrumentos mais utilizados pelas organizações, contudo é dada pouca importância à forma como este é percebido e entendido pelos seus utilizadores. Este estudo tem como objetivo analisar as percepções dos Grupos de Utilizadores (GU) do orçamento da Força Aérea (FA) sobre o papel do orçamento, participação no orçamento e pressões exercidas.

Os dados obtidos permitem tecer várias conclusões. Em relação ao papel pode-se afirmar que, apesar dos GU não terem percepções iguais sobre a importância atual dos papéis, veem o orçamento como uma previsão (instrumento de controlo ou pressão) e pretendem que este tenha maior importância. Relativamente à participação, os GU percebem que os grupos acima na hierarquia, com conhecimento a nível da orçamentação e responsabilidade têm maior influência. No entanto, não têm percepções semelhantes acerca da quantidade de participação experienciada atualmente por cada GU, nem desejam maiores níveis de participação individual. Ao nível da pressão, a maioria dos trabalhadores com participação na execução sente pressão para executar o orçamento totalmente. O grupo que exerce maior pressão é o dos Gestores de Topo (GT).

O principal contributo deste estudo é concorrer para a literatura acerca da percepção dos trabalhadores sobre o orçamento especificamente no setor da defesa. Além disso, o conhecimento de como o orçamento é percebido atualmente pode servir para melhorar o processo orçamental interno na FA.

Palavras-chave: Orçamento, Papel do Orçamento, Participação, Pressão, Força Aérea.

1. INTRODUÇÃO

O orçamento desempenha um papel central no setor público (Anessi-Pessina, Barbera, Sicilia, & Steccolini, 2016). Os comportamentos humanos podem modelar o uso e alterar a eficácia deste instrumento, não devendo ser ignorados (Raghunandan, Ramgulum & Raghunandan-Mohammed, 2012). Argyris (1952) foi um dos primeiros a introduzir esta temática com o estudo do impacto dos orçamentos nas pessoas. Mais tarde Lyne (1988, 1992) e Chun (1996) analisam as percepções dos Grupos de Utilizadores (GU) do orçamento sobre o papel, participação e pressão no orçamento do setor privado. É a partir destes artigos que surge a principal motivação para esta investigação. Os estudos na administração pública em Portugal sobre estas temáticas são escassos. Além disso, na FA ainda não tinham sido analisadas estas perspetivas dos trabalhadores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Conceito de Orçamento de Organizações Públicas

Segundo Bhimani, Horngren, Datar & Rajan (2015, p.425), “um orçamento é uma expressão quantitativa de um plano de ação proposto pela gestão para um período de tempo futuro e é um apoio à coordenação e implementação do plano”. Os orçamentos públicos têm as mesmas características que os do setor privado, sendo a maior diferença o último visar a criação de lucro e o primeiro ser um instrumento de controlo governamental (Raghunandan et al., 2012).

O Orçamento do Estado é um documento ou coleção de documentos (Saliterer, Sicilia & Steccolini, 2018) que desempenha funções políticas, económicas, de gestão e prestação de contas (Sicilia & Steccolini, 2017). O ciclo orçamental compreende a formulação do orçamento, a execução, o reporte e o respetivo controlo (Saliterer et al., 2018).

2.2. Papéis do Orçamento

Os papéis, características e funções dos orçamentos estão a ser objeto de novas definições, interpretações e propósitos (Anessi-Pessina et al., 2013, 2016). De acordo com a literatura consultada parecem emergir certos papéis.

A previsão, seja de desempenho futuro, de acontecimentos sobre os quais as organizações têm pouco ou nenhum controlo ou previsão financeira é um dos papéis referidos (Bunce, Fraser & Woodcock, 1995; Chun, 1996; Joshi, Al-Mudhaki & Bremser, 2003; Lyne, 1988). O planeamento, como concretização de planos quantitativos de receitas ou despesas resultantes da anterior previsão é um dos propósitos indicados (Barrett & Fraser, 1977; Bunce et al., 1995; Covalleski, Evans, Luft & Shields, 2003; Ekholm & Wallin, 2000; Lyne, 1988; Raghunandan et al., 2012; Samuelson, 1986; Searfoss & Monczka, 1973). Além do planeamento financeiro, pode ser também observado o planeamento operacional (Hansen & Van der Stede, 2004).

A alocação de recursos (Covalleski et al., 2003; Hansen & Van der Stede, 2004) através da quantificação e reconhecimento de custos (Raghunandan et al., 2012) é um dos papéis mencionados. A formulação e desenho de estratégias para a organização (Hansen & Van der Stede, 2004) e implementação das mesmas (Ekholm & Wallin, 2000) é também referida.

A comunicação interna promove o diálogo e acordo entre os vários departamentos, permitindo informar toda a organização dos planos e objetivos (Abernethy & Brownell, 1999; Bunce et al., 1995; Hansen & Van der Stede, 2004; Raghunandan et al., 2012). A coordenação de atividades das várias partes das organizações é um papel fundamental do orçamento (Barrett & Fraser, 1977; Covalleski et al., 2003; Lyne, 1988; Raghunandan et al., 2012; Samuelson, 1986).

Logo, o orçamento pode ser um meio de coordenação e comunicação das prioridades estratégicas (Abernethy & Brownell, 1999).

O orçamento pode ser utilizado para estabelecer objetivos para a organização ou trabalhadores (Bunce et al., 1995; Searfoss & Monczka, 1973) e orientação organizacional (Bunce et al., 1995). A motivação faz do orçamento um objetivo a alcançar (Abernethy & Brownell, 1999; Barrett & Fraser, 1977; Covaleski et al., 2003; Ekholm & Wallin, 2000; Joshi et al., 2003; Lyne, 1988; Raghunandan et al., 2012; Samuelson, 1986).

O controlo através da análise de desvios, isto é, o controlo pela comparação entre o desempenho atual e o esperado (Abernethy & Brownell, 1999; Chun, 1996; Ekholm & Wallin, 2000; Joshi et al., 2003; Lyne, 1988; Raghunandan et al., 2012; Samuelson, 1986; Searfoss & Monczka, 1973), e o controlo da responsabilidade podem ser papéis do orçamento (Abernethy & Brownell, 1999; Samuelson, 1986).

A Avaliação de Desempenho (AVADES) é realizada através da comparação do desempenho atual com o passado ou previsto (Barrett & Fraser, 1977; Bunce et al., 1995; Ekholm & Wallin, 2000; Hansen & Van der Stede, 2004; Raghunandan et al., 2012; Samuelson, 1986; Searfoss & Monczka, 1973). O orçamento pode ser utilizado como Instrumento de Autorização Formal (AUTORZ) para o gasto específico de recursos numa atividade (Hansen & Van der Stede, 2004; Joshi et al., 2003).

A comunicação externa permite informar as entidades externas interessadas (Ekholm & Wallin, 2000) e aumenta a visibilidade da organização (Bunce et al., 1995). O orçamento pode também ser utilizado como expressão de conformidade com normas sociais (Covaleski et al., 2003) e organizacionais, podendo a orçamentação ser utilizada com um propósito passivo – como ritual ou hábito (Samuelson, 1986).

2.3. Orçamento como Instrumento da Organização

Thomas & Dunkerley (1999) sugerem que as organizações do setor público experienciam pressões e experiências distintas do setor privado. Uma das pressões exercidas pelo orçamento está relacionada com a quantidade de tempo necessária para o planejar (Libby & Lindsay, 2010).

2.4. Percepções dos Trabalhadores em relação ao Orçamento

Mezias & Starbuck (2003) estudaram a exatidão das percepções dos gestores, descobrindo que apenas cerca de 40% têm percepções corretas e que, mesmo com informação, alguns continuavam com percepções erradas. Contudo, os trabalhadores utilizam as suas percepções para tomar decisões. Por isso, estas podem ser utilizadas como fonte de informação.

O orçamento permite o envolvimento de diferentes profissionais, que normalmente não interagem totalmente devido a fortes diferenças nos valores, expectativas, cultura e percepções (Anessi-Pessina et al., 2016). Para analisar as opiniões acerca do orçamento a literatura define três GU que ocupam diferentes funções e posições na organização: os Contabilistas, Gestores de Topo não financeiros (GT) e Gestores Operacionais não financeiros (GO) (Lyne, 1988, 1992). O grupo dos GO comporta chefes de departamentos ou centros de custo (Lyne, 1988, 1992). Os contabilistas foram considerados de forma generalizada, sem contar com o nível de hierarquia ocupado (Lyne, 1988, 1992). Chun (1996) realiza uma divisão diferente identificando quatro GU: contabilistas, gestores, executivos e outros profissionais.

2.5. Percepções dos Trabalhadores acerca do Papel do Orçamento

Relativamente à percepção dos GU sobre os papéis do orçamento, em Chun (1996), todos percecionam que o orçamento é um instrumento de previsão e controlo. Em Lyne (1988, 1992), que estuda empresas privadas, a maximização do lucro e a previsão são indicados como mais importantes atualmente e existe a percepção de que deveria existir maior ênfase no controlo.

Para o propósito deste artigo será ignorado o papel da maximização do lucro por não ser um objetivo de uma organização pública (Raghunandan et al., 2012).

Todos os questionados indicam que se deveria dar maior importância a todos os papéis, o que pode ser interpretado como um desejo de maior importância para o próprio orçamento (Lyne, 1988). Quando os questionados são confrontados com definições/descrições de orçamento entre previsão ou definição de objetivos, a maioria indica que o orçamento é uma previsão (Lyne, 1988, 1992; Chun, 1996). Lyne (1988) acrescenta que os que veem o orçamento como definição de objetivos utilizam-no como instrumento motivacional e os que o veem como previsão encaram-no como uma forma de controlo e pressão.

2.6. Percepções dos Trabalhadores acerca da Participação no Orçamento

Searfoss & Monczka (1973) demonstram que a participação percecionada no processo orçamental aumentava significativamente à medida que o trabalhador subia na hierarquia, sendo mais significativa nas primeiras subidas.

Para reduzir comportamentos disfuncionais em relação ao orçamento, Argyris (1952) recomenda utilizar a orçamentação participativa e evitar a pseudoparticipação. Os comportamentos disfuncionais são definidos como resistência, comportamentos burocráticos rígidos, reporte de informação inválida e comportamento estratégico (Hirst, 1983). A pseudoparticipação pode ser interpretada em relação à diferença na expressão dos papéis de

cada um (Samuelson, 1986). Realizar reuniões com os trabalhadores antes do estabelecimento de objetivos orçamentais não se afigura como participação se estes não tiverem influência nas decisões (Raghunandan et al., 2012).

Os GU têm uma visão idêntica relativamente ao grau de participação de cada um no orçamento (Lyne, 1992). No entanto, de acordo com Lyne (1988, 1992) e Chun (1996), o grau de participação percecionada por todos os GU é baixa, desejando maior participação.

Como referido anteriormente, o orçamento desempenha funções políticas (Sicilia & Steccolini, 2017), sendo importante verificar os efeitos que as entidades externas podem ter. Francesco & Alford (2016) indicam que existem entidades que podem ter influência no orçamento, como o Governo, Parlamento, o Primeiro-Ministro/Ministro das Finanças e o Ministro da determinada pasta (neste caso da Defesa).

2.7. Pressões Sentidas pelos Diferentes Trabalhadores

Historicamente as organizações públicas têm-se apoiado em controlos de ação (regras e procedimentos), no entanto, tem-se verificado uma mudança para os controlos de output (Verbeeten, 2008). Thomas & Dunkerley (1999) verificam que os gestores de topo têm visto a reestruturação como benéfica para os gestores intermédios dando-lhes um papel mais influente. No entanto, os gestores intermédios referem que são expostos a constantes pressões para reduzir os custos, frustrados pela burocracia dos processos e falta de autonomia para tomar decisões, destacando a última como a maior frustração. Os gestores das Forças Armadas entrevistados indicaram o fenómeno da "cultura da culpa" como o maior limitador para a capacidade de tomar decisões, já que seriam culpabilizados por tomar uma má decisão.

No estudo de Lyne (1988) a maioria dos entrevistados sente alguma pressão para cumprir o orçamento. No estudo de Chun (1996) todos os GU experienciam pressão forte. A pressão experienciada, mesmo nos níveis mais baixos de gestão, é maioritariamente gerada pelo próprio trabalhador (Lyne, 1988, 1992). Todavia, Chun (1996) obteve resultados diferentes.

Os trabalhadores do setor público parecem ter diferentes estruturas de incentivos, focadas tanto em benefícios e ambientes de trabalho de suporte psicossocial como na segurança económica (Bergmann, Bergmann & Grahn, 1994). O valor dos benefícios tem de ser percecionado como bom para os trabalhadores, tendo influência na sua atração, retenção e satisfação (Bergmann et al., 1994).

A separação entre a contabilidade criativa e manipulação pode ser difícil de distinguir, especialmente quando os gestores sentem que estão sob pressão (Otley, 1978). Hirst

(1983) reforça esta ideia ao observar que os subordinados procuram alívio da tensão ao envolverem-se em comportamentos disfuncionais.

Lyne (1988, 1992) indica que a pressão exercida pelo orçamento não foi apontada como um problema pois a maior parte é gerada pelo próprio trabalhador, não resultando em ressentimento. A acrescentar, a maioria dos trabalhadores considera que seria desejável maior pressão (Lyne, 1988, 1992). Não foi encontrada evidência de comportamento disfuncional relacionado com a pressão, já que a maioria da pressão é criada pelo próprio trabalhador. Este deseja maior pressão e acredita na importância do orçamento (Lyne, 1988, 1992).

3. O PROCESSO ORÇAMENTAL NA FORÇA AÉREA

Segundo o artigo 1.º da Lei Orgânica da Força Aérea (LOFA – Decreto-Lei n.º 187/2014 de 29 de dezembro), 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”. Organiza-se numa estrutura vertical e hierarquizada, estando rigorosamente definidas as linhas de comando e dependências (artigo 4º LOFA). O Regime da Administração Financeira do Estado (RAFE – Decreto-Lei n.º 155/92 de 28 de julho) define que a autonomia administrativa permite à FA e ao seu dirigente, o Chefe do Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA), a competência para praticar atos necessários à autorização de despesas e seu pagamento, no âmbito da gestão corrente (artigo 3.º).

O processo orçamental abrange todas as regras e procedimentos que regem a elaboração, aprovação e execução do Orçamento do Estado, incluindo a prestação de contas e auditoria (Conselho das Finanças Públicas, 2015). A Lei de Enquadramento Orçamental (LEO – Lei n.º 151/2015, de 11 de setembro) estabelece os princípios e as regras orçamentais aplicáveis à FA, bem como o regime do processo orçamental (artigo 1.º da LEO). A execução do Orçamento do Estado é objeto de controlo administrativo, jurisdicional e político (artigo 68º n.º 1 da LEO). Existem diversas ferramentas que permitem este controlo e criam constrangimentos orçamentais, como o subfinanciamento, as cativações, os fundos disponíveis e os trâmites legais (Monteiro, 2019). Os trabalhadores das entidades públicas são responsáveis pelos atos e omissões de que resulte violação das normas de execução orçamental (artigo 72º n.º 2 da LEO).

4. METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E AMOSTRA

4.1. Caracterização dos Grupos de Utilizadores

Os dados a recolher dizem respeito às percepções dos utilizadores do orçamento da FA, isto é, os trabalhadores que têm interação com o orçamento serão a população-alvo deste estudo (Lyne, 1992). Foram selecionados três GU que constituem a amostra, sendo claramente identificados, ocupando diferentes posições e funções na organização. A divisão entre os níveis de gestão é suportada no documento da Reorganização da Estrutura Interna da Força Aérea (REIFA), que especifica a hierarquia entre os cargos, e nos documentos de organização e funcionamento de cada unidade, estabelecimento e órgão. De acordo com as especificidades da FA, os GU definem-se:

- ADMAER – Este grupo agrega todos os militares da especialidade de administração aeronáutica. Apesar de não ser composto apenas por contabilistas, todos têm conhecimentos e/ou experiência prática nesta área;

- GT – As funções ocupadas são diversas. A maior parte dos militares são responsáveis por uma Unidade, Comando ou Direção. Este GU distingue-se dos GO pelo nível de decisão;

- GO – Este grupo é constituído pelo nível mais baixo de gestão onde há envolvimento e contacto com o orçamento. Estes militares têm interação com o orçamento sem terem capacidade de decisão sobre o mesmo. A maioria envia informações para a formulação ou elaboração do documento.

Os GU não podem ser reduzidos a gestão operacional, intermédia e de topo, pois o grupo ADMAER estende-se pelos vários níveis da gestão.

4.2. Método de Investigação

O instrumento escolhido para obtenção de dados foi o Inquérito por Questionário (IQ). Utilizam-se questões de artigos anteriores, com alterações relativas às especificidades da FA e novas questões. A maioria é fechada e utiliza-se a escala de Likert com seis graus de resposta.

O IQ foi dividido em quatro partes: identificação do questionado, papéis do orçamento, participação e influência no orçamento e pressão exercida pelo mesmo. A primeira parte permitiu obter a caracterização dos questionados e sua categorização por GU. Esta categorização teve fundamento nas questões da especialidade (ADMAER) e no cargo desempenhado (divisão entre GO e GT). Nas restantes partes do questionário são tratadas percepções e opiniões. Na segunda parte (papéis do orçamento), os inquiridos indicam a importância que é dada atualmente a vários papéis do orçamento bem como a importância que deveria ser dada. Além disso, escolhem a

definição mais adequada de orçamento entre várias opções. Na terceira parte (participação e influência no orçamento), as questões abordam a influência atual no planeamento de vários grupos internos e entidades externas, a influência que estes deveriam ter, a adequação entre o grau de participação individual obtido e o desejado e o nível de influência atual no planeamento do orçamento (para os que participavam nesta fase). Para a análise da pressão exercida pelo orçamento, foi identificada a fase do processo orçamental em seria sentida maior pressão – a execução, particularmente a execução total do orçamento. Por isso, na última parte do questionário (pressão exercida pelo orçamento), aos questionados que tinham interação com a execução, foi perguntado se sentiam pressão para realizar a execução total, qual a evolução da pressão desde o ano anterior, se a pressão atual era adequada para ajudar a executar o orçamento de forma total, se recebiam algum incentivo/penalização pela execução total do orçamento (se recebiam qual era o impacto no seu desempenho) e, se sentiam pressão, qual o seu grau e fonte. Também nesta parte, todos foram questionados sobre a importância do orçamento para atingir os objetivos principais da FA, se realizavam tarefas unicamente relacionadas com o orçamento e, se não, se concordavam que as tarefas relacionadas com o mesmo lhes retiravam tempo essencial para as atividades regulares. Foi também incluída uma questão aberta no final para sugestões de melhoria do processo orçamental. O IQ utilizado pode ser obtido por email para a autora.

O IQ foi difundido através do correio eletrónico institucional para todos os trabalhadores da FA. Como só era relevante a opinião dos que tinham interação com o orçamento, a primeira questão selecionou a amostra com verificação desta condição.

Neste estudo a análise de componentes principais é utilizada para condensar a forma como as variáveis se relacionam entre si, dando informação sobre quais os comportamentos semelhantes (Wold, Esbensen & Geladi, 1987). Apenas quando os valores estatística Kaiser–Meyer–Olkin são aceitáveis (superiores a 0,5) aplica-se esta análise (Kaiser, 1974). Para comparar as percepções dos GU são realizados testes de Kruskal-Wallis (KW).

A análise qualitativa é realizada através do *software* Fuzzy-Set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA), com o objetivo de perceber que combinações de características pessoais estão presentes quando um dado resultado (variável) é obtido.

5. RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1. Descrição da Amostra

Foram obtidas 214 respostas da população-alvo do estudo. Do conjunto, 87% dos questionados são do sexo masculino. A média das idades está próxima dos 42 anos (41,94), sendo a mínima 24 e a máxima 63 anos. O grupo etário que compreende mais questionados é o dos 40-44 anos. A nível de escolaridade, a maioria tem licenciatura (40,7%) ou mestrado (37,4%). As áreas de formação com maior representação são contabilidade e gestão (28%) e engenharia (26%). De todos os questionados, 110 (51,40% do total) já tiveram alguma formação sobre orçamento. Sem contar com dois trabalhadores que colaboram com a FA há mais de 41 anos, os questionados trabalham, em média, há 21,63 anos na FA. Os inquiridos estão colocados no cargo atual, em média, há 2,82 anos. Apenas 76% (163) responderam às questões da pressão porque tinham participação na execução.

No que respeita aos GU, foram obtidas 141 respostas de GO, 42 de ADMAER e 31 de GT, diferenças que eram expetáveis devido ao número de indivíduos de cada população.

5.2. Papel do Orçamento – Papel Atual

Em geral, o Planeamento Financeiro ou Operacional (PLAN), o Estabelecimento de Objetivos e Orientação Organizacional (OBJORI) e a Previsão Financeira e de Desempenho Futuro (PREV) são os papéis a que é dada atualmente, em média, maior importância. O papel a que é dada, em média, menor importância é o Ritual ou Hábito (RITHAB).

Após a aplicação da análise de componentes principais, verificou-se que há três componentes que explicam 61,81% da variação dos 14 papéis. O primeiro componente inclui a maior parte dos papéis e aparenta estar relacionado com os objetivos técnicos – organização, planeamento e controlo das atividades/verbas. O segundo evidencia a integração individual dos colaboradores. O último parece estar relacionado com a componente burocrática presente na administração pública.

Analisando estes resultados pode-se afirmar o Controlo da Responsabilidade (CONRES) e o Controlo Através da Análise de Desvios (CAAD) não são os mais destacados, o que difere dos resultados obtidos por Chun (1996). As opiniões dos GU são significativamente diferentes em vários (apesar de todos destacarem o PLAN como mais importante) – o GU a que pertencem tem influência nas suas percepções. Estas diferenças nas percepções indicam que os objetivos de cada GU ao utilizar o orçamento podem ser diferentes, o que sugere que o orçamento pode não ter a eficácia desejada.

5.3. Papel do Orçamento – Papel Desejado

Em geral, os questionados acham que deveria ser dada, em média, maior importância à maioria dos papéis. Apenas aos papéis de AUTORIZ, Comunicação Externa e Visibilidade da Organização (COMEX) e RITHAB é desejada menor importância.

No que respeita aos GU, os ADMAER são o grupo que percebe que o CONRES e CAAD deveriam, em média, aumentar mais em comparação com os outros papéis e com os outros grupos. Todos consideram que deveria ser dada, em média, menor importância ao RITHAB. Os GT identificam seis papéis a que se deveria dar menor importância (6 em 14).

Analisando os resultados pode-se verificar que apesar dos GT desejarem menor importância a alguns papéis, os GU, em geral, desejam que seja dada maior importância à maioria – o que pode ser interpretado como o desejo de dar maior importância ao orçamento. Contrariamente aos resultados apresentados por Lyne (1988, 1992), os papéis do controlo, a nível geral, não são os que se deseja que tenham maior importância, nem que a diferença entre a importância atual e a desejada é a maior. Contudo, para os ADMAER, estes são os que tiveram maiores subidas de importância média, atribuindo-lhes uma especial importância.

5.4. Papel do Orçamento – Definição

Algumas descrições do orçamento foram apresentadas para ser apurada a visão acerca deste instrumento – como previsão (forma de controlo e pressão) ou objetivo a atingir (instrumento motivacional), sendo utilizadas as definições propostas por Lyne (1988, 1992).

O orçamento é visto, em geral, como uma previsão (instrumento de controlo/pressão), sem diferenças significativas entre grupos. Para ver o orçamento como um instrumento motivacional, a condição “mulher sem formação no orçamento” conjugada com outras opções são as mais comuns. Para ver o orçamento como instrumento de controlo/pressão é necessário ser Oficial e ser da área de contabilidade/gestão combinada com outras condições.

5.5. Participação e Influência no Orçamento – Influência Interna Atual

O grau de influência atual no planeamento está associado positivamente com a posição do trabalhador na hierarquia da organização, a responsabilidade que o trabalhador tem no orçamento e com os conhecimentos técnicos na área da orçamentação.

As questões sobre a influência no planeamento foram utilizadas como medida para a participação percebida, já que oferecem essa informação indiretamente. Assim, pode-se afirmar que os GU têm opiniões significativamente diferentes (teste KW) sobre a quantidade de

participação experienciada pela gestão de topo, Sargentos e Militares ou Trabalhadores Com Conhecimentos Técnicos (MCCT), resultado diferente do indicado por Lyne (1992).

5.6. Participação e Influência no Orçamento – Influência Interna Desejada

Os trabalhadores desejam maior participação do que a atual para todos, à exceção dos GO, que desejam, em média, uma menor participação da gestão de topo e dos GT, que desejam, em média, uma menor participação dos MCCT.

Analisando os resultados, todos percebem que os Militares ou Trabalhadores Sem Conhecimentos Técnicos (MSCT) têm e deveriam ter, em média, maior influência que os Militares ou Trabalhadores Sem Responsabilidade no Planeamento Orçamental (MSR). Isto pode dever-se ao facto de alguns trabalhadores sem conhecimentos na área serem chamados a contribuir para o orçamento – facto referido na questão final relativa às sugestões de melhoria do processo orçamental.

Os GT consideram que deveriam ter, em média, um maior nível de influência quando comparado com o nível que lhe é atribuído pelos restantes GU. Para os restantes grupos verifica-se o mesmo. Estas diferenças parecem indicar que cada grupo percebe que deveria ter, em média, maior influência do que a indicada pelos outros, isto é, parece defender maior influência para si próprio.

5.7. Participação e Influência no Orçamento – Influência Externa Atual

No que diz respeito à influência externa no orçamento, tendo em conta o ramo de atuação da FA foram identificadas as entidades, Chefe do Estado-Maior-General das Forças Armadas (CEMGFA) e Ministério da Defesa Nacional (MDN). Considerando o orçamento ser de uma entidade pública, identificaram-se as entidades: Direção Geral do Orçamento (DGO), Ministério das Finanças (MF), Governo/Partido no Poder (GOV) e a Assembleia da República (AR).

O MF é a entidade percebida, em média, como tendo a maior influência, seguida do GOV. O CEMGFA é percebido como o menos influente atualmente.

Analisando os resultados e comparando a influência das entidades externas com as internas percebe-se que, em média, a influência do MF é percebida como a maior. De acordo com o teste KW, os GU têm opiniões diferentes em relação à influência atual do CEMGFA, DGO e GOV. Estas diferenças podem estar associadas às experiências de trabalho de cada um.

5.8. Participação e Influência no Orçamento – Influência Externa Desejada

Os trabalhadores percebem que as entidades externas deveriam ter menor influência no planeamento à exceção do CEMGFA, considerado por todos os GU como uma entidade que deveria ter maior influência e o MDN, na opinião dos GT.

As entidades que, em média, deveriam diminuir mais a sua influência são o MF e o GOV, influência referida na última questão como um dos maiores problemas do processo orçamental.

5.9. Participação e Influência no Orçamento – Participação Individual

Dos que tinham participação no planeamento, a maior parte (64%), percebe que o seu grau de participação é adequado e 34% gostaria de participar mais. Dos que não tinham participação no planeamento, 52% percebe que a sua participação é adequada e 46% deseja participar mais. Nenhum membro dos GT quer participar menos apesar de todos já participarem no planeamento, o que demonstra a grande vontade destes militares em colaborar. Assim, ao contrário dos resultados encontrados em Lyne (1988, 1992) e Chun (1996), a maioria dos trabalhadores não deseja um maior grau de participação individual.

A nível de influência da participação individual, os questionados com interação no planeamento reportam, em média, níveis entre “pouco influente” e “influente” com diferenças significativas entre GU. Os ADMAER são o grupo que reporta ter maior influência seguidos dos GT e GO com um nível classificado, em média, como menor que “pouco influente”.

Apesar da maioria dos questionados com participação no planeamento do orçamento indicarem que o seu grau de participação é adequado, a influência individual da sua participação diverge entre GU. Assim, pode deduzir-se que, para os GO, apesar da sua participação no planeamento ser adequada esta não se reflete em influência – o que pode indicar pseudoparticipação. No grupo dos GT, apesar desta situação não ser tão evidente, parece também existir essa percepção. Já para o grupo dos ADMAER isto não se verifica. Logo, podemos concluir que existe evidência de pseudoparticipação apenas nos grupos dos GO e GT, estando este fenómeno relacionado com o GU a que o trabalhador pertence.

5.10. Pressão – Pressão Sentida

Dos 163 questionados que têm participação na fase da execução do orçamento, 100 (61%) reportam que sentiam pressão para o executar totalmente. O que parece indicar que a pressão experienciada pelo trabalhador é influenciada pelo orçamento. A percepção dos GU sobre se sentem pressão é significativamente diferente para cada um: 77% dos ADMAER, 70% dos GT e 55% dos GO sentem pressão (teste KW).

O nível de pressão sentido pelos GU é significativamente diferente (teste KW). O grupo que sente maior pressão é o dos ADMAER que reporta, em média, pressão entre “muito forte” e “extremamente forte”.

Aos questionados que sentem pressão foi perguntado qual o grau de pressão que certos grupos, com competência técnica, posição hierárquica superior (de forma simplificada) e mesmo os próprios questionados exercem sobre eles. Os inquiridos reportam que, em média, o grupo que exerce maior pressão, entre “forte” e “muito forte”, é o dos Comandantes de Unidade, Diretores de Direção e Chefes de Repartição. A fonte de maior pressão para os GO e os ADMAER é o grupo dos Comandantes de Unidade, Diretores de Direção e Chefes de Repartição, ou seja, é uma fonte de pressão externa. Para os GT a maior fonte pressão é a que colocam sobre si, isto é, uma fonte de pressão interna. Como os elementos deste grupo são muitos deles Comandantes de Unidade e Diretores de Direção podemos admitir que o grupo que exerce maior pressão, seja sobre os outros ou si próprio, é o dos GT. Assim, as fontes de pressão são diferentes para cada grupo.

5.11. Pressão – Incentivos

Ao serem questionados sobre se recebem algum tipo de compensação ou reprimenda por executarem ou não o orçamento a maioria dos questionados (85%) respondeu “não”. A recompensa ou punição mais selecionada foi a “avaliação de desempenho positiva ou negativa”. Uma das recompensas ou punição referida por vários questionados na questão “Outras” foi o reconhecimento/agradecimento ou reparo verbal pelo trabalho desenvolvido.

No geral, 64% dos questionados que recebem incentivos indicam que o que recebem têm influência no seu desempenho individual. Assim, pode-se concluir que o desempenho individual do trabalhador é influenciado pelos incentivos recebidos.

5.12. Pressão – Evolução e Adequação na Execução e Objetivos Principais

A maior parte (72%) dos questionados afirma que, no ano transato, a pressão para executar manteve-se constante. Os elementos restantes afirmam que esta aumentou (25%).

A maior parte dos questionados (55%) afirma que nível de pressão atual é adequado para ajudar na realização da execução total do orçamento. Dos que respondem que não é o adequado, a maior parte afirma que maior pressão ajudaria (25%).

Retomando à análise global das 214 respostas, a maioria dos questionados (51%) respondem que o nível de pressão atual é adequado para ajudar a FA a cumprir os seus objetivos

principais. A maior parte dos restantes defende que seria melhor maior pressão, apesar da diferença ser mínima (duas pessoas).

De acordo com os resultados obtidos pode-se afirmar que a maioria dos trabalhadores não deseja maior pressão, contrariamente aos dados obtidos por Lyne (1988; 1992).

Para poder verificar se existem comportamentos disfuncionais há que determinar se os questionados sentem algum ressentimento em relação ao orçamento, pois a colocação de perguntas diretas poderia indignar os questionados ou sugerir respostas falsas sobre este assunto, se estes comportamentos existissem. Assim, o objetivo é verificar se sentem demasiada pressão ou se as tarefas relacionadas com o orçamento lhes retiram demasiado tempo – situações em que sentiriam sobrecarregados e pressionados para realizar estes comportamentos. De acordo com os dados obtidos, pode-se afirmar que, de um modo geral, os questionados sentem que a pressão atual é adequada. Além disso, a nível geral, os questionados têm visões antagónicas sobre se o orçamento lhes retira tempo essencial para outras atividades – cerca de 50% concorda com esta afirmação (pela menos parcialmente) e cerca de 50% discorda (pelo menos parcialmente). Daí que, com estas informações, não consigamos confirmar se existem comportamentos disfuncionais.

No entanto, observando o grupo dos GT, estas conclusões são diferentes. A pressão sentida por este grupo é maioritariamente gerada internamente. Apenas 9% acha que a pressão para ajudar a realizar a execução total deveria diminuir. Cerca de 12% pensa que a pressão para ajudar a cumprir os objetivos principais da FA deveria diminuir e aproximadamente 64% dos GT discorda (pelo menos parcialmente) que o orçamento lhes tira tempo essencial para outras atividades. Assim, existem indícios para concluir que os GT não apresentam comportamentos disfuncionais relacionados com a pressão.

5.13. Pressão – Importância do Orçamento

Os questionados admitem que, em média, a importância do orçamento para a FA atingir os seus objetivos principais está entre os níveis “muito importante” e “extremamente importante” (4,53), sendo que a maioria considera que este é “extremamente importante”. Logo, pode-se concluir que a utilização do orçamento está relacionada com a concretização dos objetivos da organização.

5.14. Tempo Necessário para o Orçamento

De todos os questionados, apenas 10 afirmam que as suas tarefas regulares estão relacionadas unicamente com o orçamento. Existem diferenças significativas entre os GU nesta

matéria (teste KW). De todos os ADMAER, 14% realizam tarefas relacionadas unicamente com o orçamento, enquanto que nos outros grupos estes constituem uma parte inferior a 3%.

Aos que não trabalham unicamente com o orçamento foi perguntado se as tarefas relacionadas com o orçamento lhes tiravam tempo essencial para outras atividades. As respostas encontram-se, em média, entre os níveis “discordo parcialmente” e “concordo parcialmente” (2,27), sem diferenças significativas entre os GU (teste KW).

No que diz respeito às características pessoais dos que concordam com que o orçamento lhes tira tempo essencial para outras atividades foram obtidas 2 soluções. A característica mulher está normalmente associada a este resultado, sendo requeridas outras condições para que o resultado se verifique: ser da área de contabilidade/gestão sem formação no orçamento ou de área diferente da contabilidade/gestão com formação no orçamento. A condição “oficiais” foi retirada da análise por representar uma condição necessária. Os questionados que acham que o orçamento não lhes retira tempo essencial são: mulheres não oficiais de área diferente de contabilidade/gestão sem formação no orçamento (condição periférica); homens de área diferente de contabilidade/gestão com formação no orçamento e menos anos de trabalho na FA que a média e homens (condição periférica) não oficiais da área da contabilidade/gestão com formação no orçamento (condição periférica) e mais anos de trabalho na FA que a média.

Há que referir que 334 pessoas quiseram responder ao IQ, mas terminaram a sua participação após a questão de seleção da amostra. Isto pode significar que, em média, 61% de todos os colaboradores da FA não têm qualquer interação com o orçamento, já que o questionário foi divulgado para todos os trabalhadores. Pode-se deduzir também que, de todos os trabalhadores da FA (sendo para esta extrapolação admitidos os 548 questionários submetidos), apenas 1,8% trabalha exclusivamente em assuntos relacionados com o orçamento, constituindo cerca de 5% de todos os trabalhadores que interagem com o orçamento.

A visão dos trabalhadores sobre se as tarefas relacionadas com o orçamento lhes retiram tempo é, no geral e para os GO, antagónica – cerca de 50% concorda (pelo menos parcialmente) com esta afirmação e 50% discorda (pelo menos parcialmente). A maioria dos ADMAER (56%) concorda (pelo menos parcialmente) com esta afirmação e a maioria dos GT (63%) discorda (pelo menos parcialmente). Assim, é possível verificar que não existe uma visão unificada sobre este assunto, variando com a percepção de cada trabalhador.

6. CONCLUSÕES

Com este estudo é possível retirar várias conclusões relacionadas com as percepções dos GU sobre o papel, participação e pressão no orçamento da administração pública, mais particularmente no setor da defesa. Contudo há que ter conta que a informação produzida pode não ser totalmente generalizável devido às especificidades da FA, nomeadamente a estrutura hierárquica (típica das organizações militares) e a forma como o processo orçamental é conduzido (deriva da legislação da administração pública portuguesa e da própria cultura organizacional).

O orçamento é visto como importante para a FA atingir os seus objetivos. Não existe uma visão unificada sobre se as tarefas relacionadas com o orçamento tiram tempo essencial para as atividades regulares. A característica mulher está normalmente associada à concordância de que o orçamento tira tempo essencial, sendo requeridas outras condições para que o resultado se verifique.

Em relação ao papel pode-se afirmar que os GU não têm percepções iguais sobre a importância dos papéis apesar do PLAN ser percecionado como o papel mais importante. Em geral, os GU desejam que seja dada uma maior importância à maioria dos papéis, o que pode ser interpretado como o desejo de dar maior importância ao orçamento. Os papéis podem ser divididos em objetivos técnicos, integração individual dos colaboradores e burocracia. A maioria dos trabalhadores vê o orçamento como uma previsão, como instrumento de controlo/pressão e não como um instrumento motivacional. Para ver o orçamento como um instrumento motivacional, as características pessoais mulher sem formação do orçamento conjugadas com outras opções são as mais comuns.

Relativamente à participação, os GU percecionam que os grupos acima na hierarquia, com conhecimento a nível da orçamentação e responsabilidade têm maior influência no planeamento. Apesar da maioria dos trabalhadores não desejar maiores níveis de participação individual, cada GU parece defender maior influência para si próprio. Existe evidência de pseudoparticipação apenas nos grupos GO e GT.

Em geral, os trabalhadores percecionam que as entidades externas deveriam ter menor influência. A influência excessiva do GOV e MF é identificada como um dos maiores problemas do processo orçamental, além de que o MF é percecionado pela entidade mais influente, quer externa quer internamente.

Ao nível da pressão, a maioria dos trabalhadores com participação na execução sente pressão para executar o orçamento totalmente e não deseja maior pressão. A fonte da pressão

é diferente para cada GU. Não é possível verificar se existem comportamentos disfuncionais relacionados com a pressão, mas existem indícios para afirmar que os GT não apresentam estes comportamentos. Apenas uma minoria dos questionados indica que recebe incentivos, admitindo que estes têm influência no seu desempenho individual.

Este trabalho contribui para a literatura a respeito da percepção dos trabalhadores sobre o orçamento no setor da defesa. Além disso, o conhecimento de como o orçamento é percecionado atualmente pode servir para melhorar internamente o processo orçamental na FA. Este impacto real pode ser dinamizado através da implementação das mudanças desejadas pelos utilizadores, como a maior importância de alguns papéis do orçamento (por exemplo do controlo, no caso dos ADMAER), a maior participação e influência real de todos os grupos no planeamento (dos militares com conhecimentos nas áreas técnicas que são orçamentadas, por exemplo), ou através do próprio conhecimento das percepções dos trabalhadores da organização – que pode justificar mudanças nos processos orçamentais a níveis superiores.

A principal limitação deste trabalho prende-se com o facto de a maioria da literatura atual sobre as matérias desenvolvidas neste trabalho serem no âmbito do setor privado.

Em relação a pesquisas futuras pode realizar-se uma investigação aprofundada acerca do motivo que leva os trabalhadores a terem estas percepções e perceber se estas têm implicações no trabalho ou eficácia das forças armadas (se isto se verificar como alterar estas atitudes e comportamentos). Pode ser verificado porque é que se deseja que todos os grupos tenham maior participação no planeamento do orçamento e de que forma isto iria melhorar o processo. Além disso, as questões da pseudoparticipação e incentivos podem ser exploradas mais detalhadamente. Podem também ser abordadas novas temáticas relacionadas com o comportamento e/ou percepções dos trabalhadores nas organizações públicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Abernethy, M. A., & Brownell, P. (1999). The role of budgets in organizations facing strategic change: An exploratory study. *Accounting, Organizations and Society*, 24(3), 189–204. [https://doi.org/10.1016/S0361-3682\(98\)00059-2](https://doi.org/10.1016/S0361-3682(98)00059-2).
- [2] Anessi-Pessina, E., Barbera, C., Sicilia, M., & Steccolini, I. (2013). Public sector budgeting in European accounting and public management journals: Missing in action? A review. <https://www.semanticscholar.org/paper/Public-sector-budgeting-in-European-accounting-and-Pessina-Barbera/8346d701fab36f99fa8917dac6edfdb9807e7886>
- [3] Anessi-Pessina, E., Barbera, C., Sicilia, M., & Steccolini, I. (2016). Public sector budgeting: A european review of accounting and public management journals. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 29(3). <https://doi.org/10.1108/AAAJ-11-2013-1532>
- [4] Argyris, C. (1952). The impact of budgets on people (T. F. Bradshaw (ed.)). Ithaca, United States of America: Controlleeship Foundation.
- [5] Barrett, M. E., & Fraser, L. B. (1977). Conflicting roles in budgeting for operations. *Harvard Business Review*, 55(4), 137–146. <https://hbr.org/1977/07/conflicting-roles-in-budgeting-for-operations>
- [6] Bergmann, T. J., Bergmann, M. A., & Grahn, J. L. (1994). How important are employee benefits to public sector employees. *Public Personnel Management*, 23(3), 397–406. <https://doi.org/10.1177/009102609402300304>
- [7] Bhimani, A., Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. (2015). *Management and cost accounting* (6th ed.). Harlow, England: Pearson Education Limited.
- [8] Bunce, P., Fraser, R., & Woodcock, L. (1995). Advanced budgeting: A journey to advanced management systems. *Management Accounting Research*, 6(3), 253–265. <https://doi.org/10.1006/mare.1995.1017>
- [9] Chun, L. S. (1996). Views of Malaysian user-groups to the role of budget, budget pressure and participation. *Asian Review of Accounting*, 4(2), 71–84. <https://doi.org/10.1108/eb060675>
- [10] Covalleski, M. A., Evans, J. H., Luft, J. L., & Shields, M. D. (2003). Budgeting research: Three theoretical perspectives and criteria for selective integration. *Journal of Management Accounting Research*, 15(1), 3–49. <https://doi.org/10.2308/jmar.2003.15.1.3>
- [11] Decreto-Lei n.º 155/92 de 28 de julho - Reforma da Administração Financeira do Estado, *Diário da República: I série*, n.º 172 3502 (1992).
- [12] Decreto-Lei n.º 187/2014 de 29 de dezembro - Lei Orgânica da Força Aérea, *Diário da República: I série*, n.º 250 6413 (2014).
- [13] Ekholm, B.-G., & Wallin, J. (2000). Is the annual budget really dead? *European Accounting Review*, 9(4), 519–539. <https://doi.org/10.1080/09638180020024007>
- [14] Francesco, M. Di, & Alford, J. (2016). Budget rules and flexibility in the public sector: Towards a taxonomy. *Financial Accountability & Management*, 32(2), 232–256. <https://doi.org/10.1111/faam.12087>
- [15] Hansen, S. C., & Van der Stede, W. A. (2004). Multiple facets of budgeting: An exploratory analysis. *Management Accounting Research*, 15(4), 415–439. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2004.08.001>

- [16] Hirst, M. K. (1983). Reliance on accounting performance measures, task uncertainty, and dysfunctional behavior: Some extensions. *Journal of Accounting Research*, 21(2), 596–605. <https://doi.org/10.2307/2490793>
- [17] Joshi, P. L., Al-Mudhaki, J., & Bremser, W. G. (2003). Corporate budget planning, control and performance evaluation in Bahrain. *Managerial Auditing Journal*, 18(9), 737–750. <https://doi.org/10.1108/02686900310500505>
- [18] Kaiser, H. F. (1974). An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31–36. <https://doi.org/10.1007/BF02291575>
- [19] Lei n.o 151/2015, de 11 de setembro - Lei de Enquadramento Orçamental, Diário da República: I série, n.o 178 7566 (2015).
- [20] Libby, T., & Lindsay, R. M. (2010). Beyond budgeting or budgeting reconsidered? A survey of North-American budgeting practice. *Management Accounting Research*, 21(1), 56–75. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2009.10.003>
- [21] Lyne, S. R. (1988). The role of the budget in medium and large UK companies and the relationship with budget pressure and participation. *Accounting and Business Research*, 18(71), 195–212. <https://doi.org/10.1080/00014788.1988.9729367>
- [22] Lyne, S. R. (1992). Perceptions and attitudes of different user-groups to the role of the budget, budget pressure and budget participation. *Accounting and Business Research*, 22(88), 357–369. <https://doi.org/10.1080/00014788.1992.9729451>
- [23] Mezas, J. M., & Starbuck, W. H. (2003). Studying the accuracy of managers' perceptions: A research odyssey. *British Journal of Management*, 14(1), 3–17. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00259>
- [24] Monteiro, N. B. (2019). Constrangimentos orçamentais: O impacto financeiro e operacional na força aérea portuguesa [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade de Lisboa]. <http://hdl.handle.net/10400.5/19170>
- [25] Otley, D. T. (1978). Budget use and managerial performance. *Journal of Accounting Research*, 16(1), 122–149. <https://doi.org/10.2307/2490414>
- [26] Públicas, C. de F. (2015). Glossário de termos das Finanças Públicas (Vol. 1, Issue abril). Lisboa, Portugal: Conselho de Finanças Públicas.
- [27] Raghunandan, M., Ramgulam, N., & Raghunandan-Mohammed, K. (2012). Examining the behavioural aspects of budgeting with particular emphasis on public sector/service budgets. *International Journal of Business and Social Science*, 3(14), 110–117.
- [28] Saliterer, I., Sicilia, M., & Steccolini, I. (2018). Public budgets and budgeting in Europe: State of the art and future challenges. In *The Palgrave Handbook of Public Administration and Management in Europe* (pp. 141–163). London, England: Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/978-1-137-55269-3_7
- [29] Samuelson, L. A. (1986). Discrepancies between the roles of budgeting. *Accounting, Organizations and Society*, 11(1), 35–45. [https://doi.org/10.1016/0361-3682\(86\)90017-6](https://doi.org/10.1016/0361-3682(86)90017-6)
- [30] Searfoss, D. G., & Monczka, R. M. (1973). Perceived participation in the budget process and motivation to achieve the budget. *Academy of Management Journal*, 16(4), 541–554. <https://doi.org/10.5465/254689>

- [31] Sicilia, M., & Steccolini, I. (2017). Public budgeting in search for an identity: State of the art and future challenges. *Public Management Review*, 19(7), 905–910. <https://doi.org/10.1080/14719037.2016.1243809>
- [32] Thomas, R., & Dunkerley, D. (1999). Janus and the bureaucrats: Middle management in the public sector. *Public Policy and Administration*, 14(1), 28–41. <https://doi.org/10.1177/095207679901400103>
- [33] Verbeeten, F. H. M. (2008). Performance management practices in public sector organizations: Impact on performance. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 21(3), 427–454. <https://doi.org/10.1108/09513570810863996>
- [34] Wold, S., Esbensen, K., & Geladi, P. (1987). Principal component analysis. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 2(1–3), 37–52. [https://doi.org/10.1016/0169-7439\(87\)80084-9](https://doi.org/10.1016/0169-7439(87)80084-9)

TÉCNICAS DE IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS PARA ESTIMAR O MODELO DINÂMICO LONGITUDINAL E AVALIAR PARÂMETROS DOS CONTROLADORES DE UM UAV, EQUIPADO COM O PILOTO AUTOMÁTICO PICCOLO II



Autor

Tiago Manuel Silva Diegues, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em
Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia Eletrotécnica
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador

Tiago Miguel Monteiro de Oliveira, Major Engenheiro Eletrotécnico
Academia da Força Aérea, Sintra

Co-orientadores

Gonçalo Charters dos Santos Cruz, Capitão Engenheiro Eletrotécnico
Fernando Roque Dias Ferreira, Alferes Engenheiro Eletrotécnico
Academia da Força Aérea, Sintra

Resumo: O presente trabalho enquadra-se na missão do CIAFA e pretende complementar a ferramenta desenvolvida em (Ferreira, 2019) para o ajuste dos ganhos dos controladores laterais do piloto automático Piccolo II, com o intuito de sistematizar este processo para o movimento longitudinal (AFA, 2013).

Inicialmente, identificam-se as principais referências no âmbito da identificação de sistemas que permitem caracterizar os modelos computacionais que caracterizam a dinâmica longitudinal de um UAV.

Em seguida, analisam-se as leis de controlo do movimento longitudinal do Piccolo II, referentes ao controlo da altitude e da *True Air Speed* (TAS) da aeronave. Uma vez que estas não são disponibilizadas pelo fabricante, interpreta-se a documentação do Piccolo II e estuda-se a dissertação de mestrado (Mornhinweg, 2014) que aborda o mesmo tema, de modo a compreender a estrutura de controlo do Piccolo II.

Adicionalmente, identificam-se os modelos da dinâmica longitudinal que juntamente com as leis de controlo, caracterizam a estrutura de controlo do Piccolo II, dos quais se apresentam as respostas estimadas pelos modelos computacionais em comparação com as obtidas através no simulador de voo do Piccolo II.

Finalmente, com base na técnica Root Locus e na ferramenta computacional Optimization-Based Control System Design, procede-se ao ajuste dos ganhos referentes ao movimento longitudinal. A partir de simulações realizadas com o *software* do Piccolo II, após o ajuste dos ganhos da lei de controlo do leme de profundidade, registaram-se melhorias na ordem dos 50% nos tempos de resposta da aeronave e de 66% na oscilação da mesma comparativamente aos ganhos pré-definidos do Piccolo II no seguimento de comandos de velocidade vertical e altitude. Este resultado evidencia o potencial de contribuição deste trabalho para a melhoria da segurança e eficiência do voo das aeronaves do CIAFA.

Palavras-chave: Piccolo II, ajuste dos ganhos, UAV, leis de controlo, identificação de sistemas, dinâmica longitudinal.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA) tem, entre outros, dois projetos de investigação e desenvolvimento em curso: o projeto VOAMAI (Voamais, 2018), o qual pretende desenvolver novas metodologias para a deteção e seguimento de alvos marinhos e terrestres através de imagens aéreas e o projeto FIREFRONT (Firefront, 2018) que

procura apoiar o combate a incêndios rurais, tornando os processos de detecção da localização e previsão da progressão de incêndios mais expedito.

Para fins de investigação, desenvolvimento científico e de instrução de operadores de UAV's, o CIAFA possui várias aeronaves não tripuladas, como o ANTEX-X02 Alfa 07, que possuiu como piloto automático o Piccolo II da empresa Collins Aerospace.

Este trabalho pretende estudar este piloto automático e melhorar o seu desempenho, contribuindo desta forma para a missão do CIAFA. O piloto automático Piccolo II possui uma estrutura de controlo interna que lhe permite gerar e processar os comandos de entrada (*e.g.* velocidade, altitude e planos de voo). Estes comandos ou são pré-carregados na estrutura de controlo através de um plano de voo ou são enviados em tempo real por um operador através da *ground station*. Por sua vez, estes comandos provocam alterações na dinâmica da aeronave (estados) através das deflexões das superfícies de controlo. No entanto, por vezes a aeronave não possui um comportamento desejado, sendo então necessário ajustar a estrutura de controlo do piloto automático.

Este piloto automático permite alterar os parâmetros do controlador (ganhos) de forma a melhorar a resposta da aeronave aos comandos de referência. Porém, o fabricante Collins Aerospace apenas fornece a descrição dos ganhos (Barchet et al., 2012), não incluindo a estrutura de controlo implementada no Piccolo II, tornando o ajuste destes parâmetros num processo moroso e exigente analiticamente. Atualmente, este ajuste é um processo iterativo realizado com base na experiência dos militares do CIAFA, não havendo, portanto, um método sistematizado.

Como tal, este estudo vai de encontro ao trabalho realizado por (Ferreira, 2019), na qual foi elaborada uma ferramenta computacional para ajustar os ganhos da estrutura de controlo do Piccolo II relacionados com o movimento lateral da aeronave. Uma vez que a referência anterior não abordou o controlo do movimento longitudinal, referentes ao controlo da altitude e da TAS, o presente trabalho focar-se-á na estrutura de controlo do movimento longitudinal do piloto automático Piccolo II, tendo como principal objetivo aumentar a eficiência e simplificar o processo de ajuste de ganhos. O desenvolvimento da ferramenta computacional, promoveu as seguintes contribuições:

- Validação da lei de controlo do leme de profundidade e validação parcial da lei de controlo do *throttle* (δ_t), implementadas na estrutura de controlo do movimento longitudinal do piloto automático Piccolo II;

- Identificação dos modelos dos estados longitudinais controlados pelo leme de profundidade, que possibilitam a caracterização da dinâmica de um UAV;
- Implementação da lei de controlo e do modelo dinâmico longitudinal do leme de profundidade em Simulink com realimentação de estados;
- Ajuste dos ganhos dos controladores do piloto automático Piccolo II, onde se verificaram melhorias significativas da resposta da aeronave a comandos impostos em simulação. Por inerência, definiu-se um procedimento sistematizado para o ajuste dos ganhos que é transversal a outros pilotos automáticos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Identificação de Sistemas

A identificação de sistemas é um processo que permite construir modelos matemáticos que representam a dinâmica de sistemas com parâmetros desconhecidos. Através de medições do comportamento dos sistemas, este processo é fundamental para conhecer qualquer sistema físico observável (Tischler, 2012).

Atualmente, a identificação de sistemas engloba técnicas onde através das entradas e das saídas de um sistema, é possível encontrar o modelo dinâmico que melhor se aproxima ao seu comportamento real. Além disso, é possível incluir conhecimento *a priori* do sistema de forma a melhorar o desempenho do modelo.

Posto isto, o estado da arte engloba vários modelos lineares (e.g. Função de Transferência (FT) (Oliveira, 2016), Modelo em Espaço de Estados (Klein & Morelli, 2006), Modelos Polinomiais (Diversi et al., 2010) e não lineares (e.g. Modelo Hammerstein-Wiener) [11] disponíveis em várias ferramentas computacionais, as quais beneficiam do avanço da capacidade de processamento para expedir o processo de identificar sistemas. A toolbox System Identification do MATLAB® é um exemplo de uma ferramenta que disponibiliza os modelos referidos anteriormente e que, baseando-se em técnicas de estimação (e.g., Método dos Mínimos Quadrados Ponderado (Ljung, 2020)), estima os parâmetros desconhecidos que melhor se ajustam ao modelo a estimar.

2.2. Técnicas de Ajuste dos Ganhos das Leis de Controlo

Dependendo dos ganhos implementados na estrutura de controlo do Piccolo II, o comportamento da aeronave pode ser ajustado com o objetivo de torná-la mais rápida a responder à introdução de estados de referência e de aumentar a sua segurança durante o voo.

Este comportamento define-se com base no tempo de subida (t_s), no tempo de estabelecimento (t_e) e na sobrelevação (S).

A toolbox Control System Designer do Simulink disponibiliza várias técnicas de ajuste de ganhos de um sistema controlado, como o Root Locus (ver Figura 1) e o Optimization-Based Control System Design, os quais permitem ajustar os ganhos enquanto se analisa a resposta do sistema em estudo.

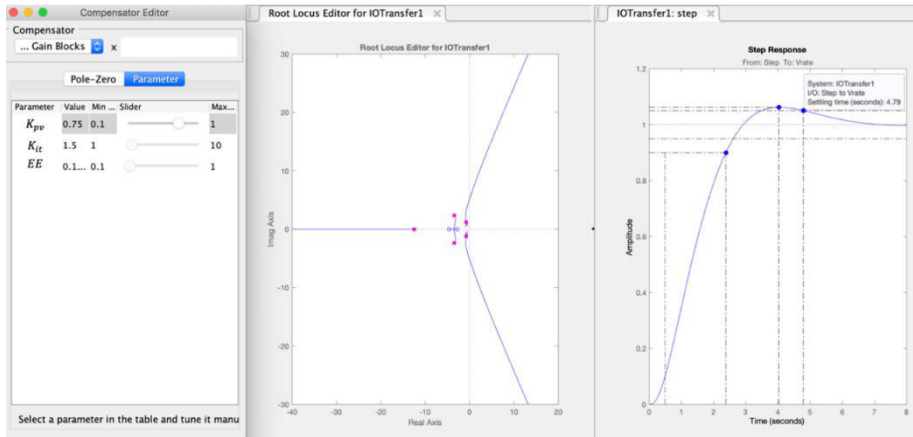


Figura 1: Janelas do Root Locus da toolbox Control System Designer.

3. LEI DE CONTROLO DO MOVIMENTO LONGITUDINAL DO PICCOLO II

Esta secção dedica-se à validação das leis de controlo do leme de profundidade (δ_e) e do *throttle* (δ_t) do piloto automático Piccolo II, referentes ao movimento longitudinal da aeronave. Uma vez que a Collins Aerospace não publica a estrutura de controlo implementada neste sistema, esta será estudada com base na descrição dos ganhos do fabricante (Barchet et al., 2012) e na tese de mestrado (Mornhinweg, 2014).

As leis de controlo, são, conceptualmente, expressões matemáticas que consoante o erro de seguimento (u_{err}), definido pela diferença estado comandado (u_{cmd}) e pelo estado atual (u_{real}), determina as deflexões das superfícies de controlo (e.g leme de profundidade (δ_e) e *throttle* (δ_t)) necessárias para reduzir o erro de seguimento (u_{err}).

Idealmente, o erro de seguimento entre u_{cmd} , introduzido no ciclo de controlo, e u_{real} , obtido por sensores ou modelos da aeronave, deverá ser nulo.

A Figura 2, demonstra a estrutura de controlo do piloto automático Piccolo II, sendo que a cor azul representa o enfoque atual, dentro do panorama geral do presente trabalho.

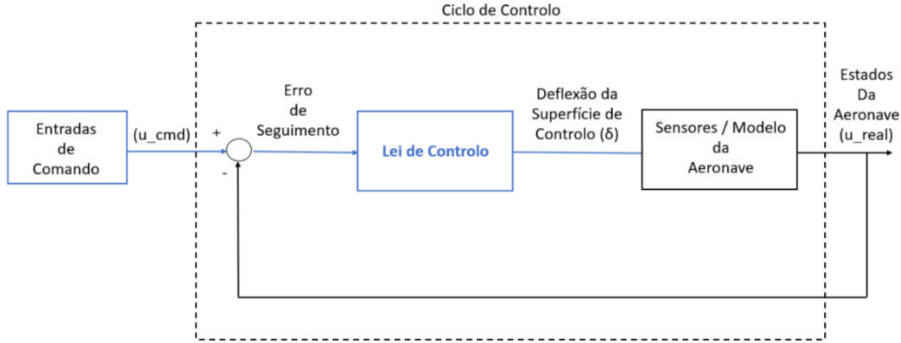


Figura 2: Estrutura de Controle do Piccolo II.

Deste modo, a dinâmica longitudinal é caracterizada pelos seguintes estados: razão de picada (q), ângulo de picada (θ), a razão de subida (V_{Rate}), a altitude (h), a aceleração vertical (a_{VRate}) e a TAS. Como tal, o controlo da dinâmica longitudinal pode-se separar em duas estruturas de controlo: controlo da altitude (h) e da TAS. Consoante os limites de operação e os estados atuais da mesma, o piloto automático seleciona um de quatro modos de operação disponíveis para controlo a altitude (h) e a TAS por meio do leme de profundidade (δ_e) e do *throttle* (δ_t).

Relativamente aos modos “Airspeed” (Modos 1, 2 e 3), são necessárias condições de entrada (e.g. velocidade reduzida) para que o Piccolo II ative os mesmos. Durante estes modos, o leme de profundidade (δ_e) comanda a TAS e o *throttle* (δ_t) controla a altitude (h).

No que respeita ao modo *Altitude* (modo 0), o leme de profundidade (δ_e) controla a altitude (h) através da malha de controlo *Altitude Control* e o *throttle* (δ_t) controla a TAS através da malha de controlo *Energy Control* (Mornhinweg, 2014). Sendo este modo aquele em que a aeronave opera a maior parte do tempo, as leis de controlo serão validadas considerando este modo de operação.

Com base na estrutura do controlo da altitude (h) proposta em (Mornhinweg, 2014) deduz-se a expressão da lei de controlo do leme de profundidade (δ_e), sendo obtida por:

$$\delta_e = \left[\frac{m}{p_d s_w} (-a_{VRate_{cmd}} EPT + K_{pz} a_{VRate_{err}} + K_{iz} \int a_{VRate_{err}} dt) - C_{L\delta_{e0}} (1 + EPT) \right] \frac{1}{EE}. \quad (1)$$

O parâmetro *Elevator Prediction Trust* (EPT), K_{pz} e *Elevator Effectiveness* (EE) são ganhos proporcionais, K_{iz} é um ganho integrador, p_d é a pressão dinâmica, s_w a área das asas e $CL_{\delta_{e0}}$ refere-se ao coeficiente de sustentação quando a deflexão do leme de profundidade (δ_e)

é nula. Por outro lado, o $a_{VRate\ err}$ é o erro de seguimento da aceleração vertical, obtido pela diferença entre o comando da aceleração e o estado atual da aceleração, sendo que o comando da aceleração vertical ($a_{VRate\ cmd}$) obtém-se pela multiplicação do erro da razão de subida ($V_{Rate\ err}$) com o ganho proporcional K_{pv} :

$$a_{cmd} = K_{pv} V_{Rate\ err}. \quad (2)$$

Por último, a lei de controlo do leme de profundidade (δ_e) apresenta mais um ganho proporcional (K_{pa}), que multiplica com o erro de altitude (h_{err}) para se obter o erro de razão de subida ($V_{Rate\ err}$):

$$V_{Rate\ cmd} = K_{pa} h_{err}. \quad (3)$$

Relativamente à lei de controlo o throttle (δ_t), durante o seu estudo concluiu-se que a lei proposta em [3] não apresenta um bom seguimento quando comparado com o estado real registado pela telemetria e demonstrava inconsistências nas expressões matemáticas.

Deste modo, após uma análise mais detalhada, propôs-se validar uma lei de controlo alternativa, que visa controlar a TAS, tendo em consideração a energia cinética ($Energy$) e a razão da energia cinética ($EnergyRate$) da aeronave. Deste modo, a lei de controlo do *throttle* (δ_t) é dada por:

$$\delta_t = \frac{EnergyRate_{cmd} TPT}{MEP} + \frac{K_{pt} EnergyRate_{err} + K_{it} \int EnergyRate_{err} dt}{MEP}, \quad (4)$$

onde *Throttle Prediction Trust* (TPT) e K_{pt} são ganhos proporcionais, K_{it} é um ganho integrador e *Max Engine Power* (MEP), como o nome indica, é a potência máxima do motor. No que respeita ao erro da razão da energia ($EnergyRate\ err$), este obtém-se pela diferença entre o comando da razão da energia ($EnergyRate\ cmd$) e a razão da energia atual ($EnergyRate$). Por outro lado, o comando da energia ($Energycmd$) é dado pela multiplicação do ganho proporcional K_{pe} com o erro da energia ($Energyerr$):

$$EnergyRate_{cmd} = K_{pe} Energyerr, \quad (5)$$

sendo que o erro da energia ($Energyerr$) resulta da diferença entre o comando da energia ($Energycmd$) e o estado atual da energia ($Energy$). Por último, o comando da energia é refere-

se à energia cinética da aeronave:

$$Energy = \frac{1}{2} m T A S^2. \quad (6)$$

Posto isto, implementaram-se as expressões (1) e (4) em MATLAB® de modo a proceder à validação de ambas as leis de controlo. Por sua vez, através dos dados recolhidos pela telemetria do simulador de voo — Piccolo Command Center (PCC), a validação das leis de controlo consistiu em duas técnicas.

Primeiramente, a partir do Método dos Mínimos Quadrados (MMQ), estimaram-se os ganhos que melhor se aproximam aos dados registados. De seguida, comparam-se os ganhos estimados com os reais implementados no PCC, sendo que para se validar a lei de controlo, os ganhos estimados devem ser próximos dos verdadeiros. Este método apenas foi implementado para a lei de controlo do leme de profundidade (δ_e). No entanto, implementou-se uma segunda técnica para ambas as leis de controlo, descrita em seguida.

Em segundo lugar, determinaram-se as saídas das leis de controlo — a deflexão do leme de profundidade (δ_e) e do *throttle* (δ_t) — sendo que se determinou o *Root Mean Squared Error* (RMSE) entres as deflexões registadas pela telemetria do PCC e as resultantes das leis de controlo.

Desta forma, as Figuras 3 e 4 representam pela linha azul o seguimento das leis de controlo do leme profundidade (δ_e) e do *throttle* (δ_t), respetivamente compara-os com as deflexões registada pela telemetria do PCC, representado pela linha vermelha.

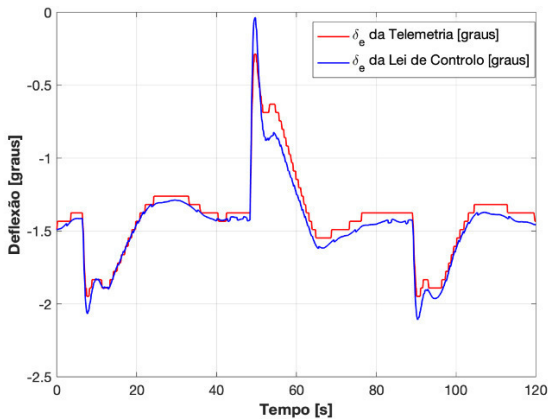


Figura 3: Deflexão do leme profundidade (δ_e).

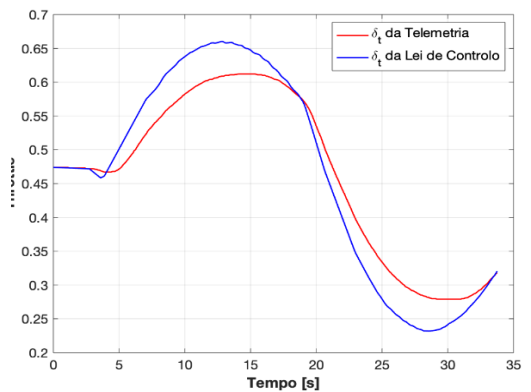


Figura 4: Variação do throttle (δ_t).

Em relação à Figura 3, esta compara a deflexão do leme profundidade (δ_e) com os obtidos em simulação, quando apenas se considera o ganho integral (Kiz) da lei de controlo do leme

profundidade (δ_e), com $K_{iz}=2$, $K_{pz}=0$ e $EPT=0$ mantendo uma TAS constante de 22 [m/s]. Em algumas simulações, destacou-se que à medida que o tempo da simulação aumenta, a diferença entre as deflexões também aumenta. Esta diferença deve-se ao erro da componente integral da lei de controlo que vai acumulando ao longo do tempo. Deste modo, resultou uma média do RMSE entre a deflexão do leme profundidade (δ_e) da telemetria com a da lei de controlo igual a 0.13 graus, o que corresponde a um erro percentual de 6.65%.

Para além disso, verificou-se que existe um *Rate Limiter* no comando da razão de subida ($V_{Rate\ cmd}$) resultante da equação (3) e que não se encontra identificado em (Mornhinweg, 2014).

Relativamente à lei de controlo do *throttle* (δ_t), como se referiu anteriormente, apenas foi possível verificar o seu seguimento graficamente e calcular o RMSE entre as deflexões determinadas pela lei de controlo. Posto isto, a Figura 4, apresenta a variação do *throttle* (δ_t) determinado pela expressão (4) e compara-a com a variação registada na telemetria. Em média, obteve-se um valor de RMSE entre o *throttle* (δ_t) real e o calculado de 0.05, o que corresponde a um erro relativo de 5%.

Uma vez que não se conhecem as leis de controlo implementadas no piloto automático Piccolo II, e no caso da lei de controlo do *throttle* (δ_t), a proposta de (Mornhinweg, 2014) apresenta lacunas conceptuais na sua formulação, a diferença entre as duas variações do *throttle* (δ_t) justifica-se por estes motivos. No entanto, ponderou-se a existência de outros elementos na lei de controlo do *throttle* (δ_t) como saturações e filtros passa-baixo, mas não se obtiveram resultados positivos. Em suma, validou-se a lei de controlo do leme de profundidade (δ_e) e propôs-se uma alternativa para a lei de controlo do *throttle* (δ_t), que apresenta melhorias significativas face à referenciada em (Mornhinweg, 2014).

4. ESTIMAÇÃO E VALIDAÇÃO DO MODELO DA DINÂMICA LONGITUDINAL

Após a validação da lei de controlo do leme de profundidade (δ_e) do Piccolo II na secção 3, proceder-se-á nesta secção, à estimação dos modelos da dinâmica longitudinal com o objetivo de fechar o ciclo de controlo da altitude que, por sua vez, é necessário para ajustar os ganhos (conforme será apresentado na secção 5).

Uma vez que o objetivo é fechar o ciclo de controlo da altitude (h) do piloto automático Piccolo II, face às deflexões do leme de profundidade (δ_e), é necessário estimar os modelos que traduzem a dinâmica da aceleração vertical (a_{VRate}), da razão de subida ($VRate$) e da altitude (h) do UAV em estudo, Arcturus Honda T-15, realimentando assim a lei de controlo do leme de profundidade (δ_e). Para além disso, serão estimados os modelos dos estados da razão de picada

(q) e do ângulo de picada (θ) pois são necessários para se conseguir estimar os estados referidos anteriormente. A relação entre o leme de profundidade (δ_e) e os estados dá-se pela seguinte ordem:

Primeiramente obtém-se a relação entre o leme de profundidade (δ_e) e a razão de picada (q) através de uma FT com dois pólos e um zero [ver (Beard & McLain, 2011)], sendo que a partir da razão de picada obtém-se dois estados: a aceleração vertical (FT com um pólo) e o ângulo de picada (θ) (FT com um pólo na origem, designada com integral puro). De seguida, a razão de subida (V_{Rate}) obtém-se pela multiplicação do TAS com $\sin(\gamma)$ (γ — *gamma*, dado pela diferença entre o ângulo de picada e o ângulo de ataque). Por último, a altitude (h) resulta de um integrador puro da razão de subida (V_{Rate}).

No que respeita ao PCC, este permite enviar comandos diretamente para as superfícies de controlo em malha aberta, não existindo realimentação dos estados da aeronave, sendo por isso útil para a identificação do comportamento da aeronave. Assim, realizaram-se diversas simulações onde se registou o comportamento dos estados da aeronave consoante a deflexão do leme de profundidade (δ_e) sob a forma de *doublet*. Através dos comportamentos dos vários estados da aeronave, determinaram-se os modelos da dinâmica longitudinal que, juntamente com a lei de controlo do leme de profundidade (δ_e), completa a estrutura de controlo da altitude (h), representada na Figura 5, onde os estados estimados pela dinâmica longitudinal realimentam a lei de controlo.

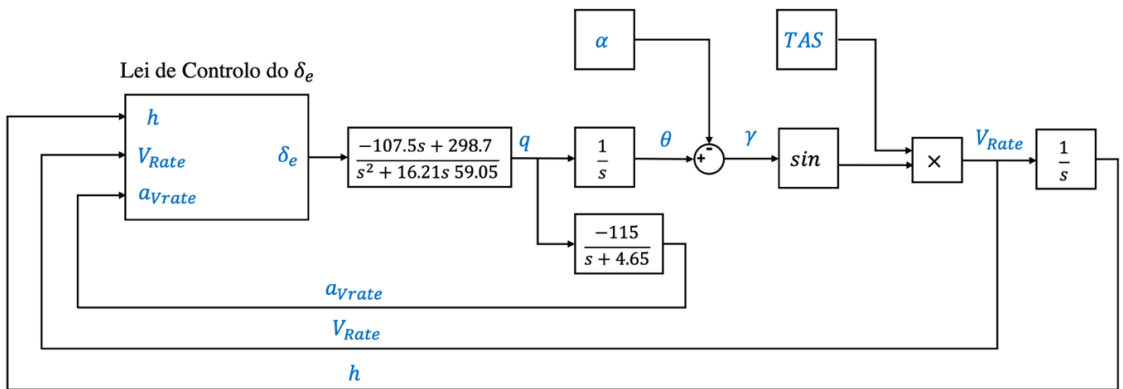


Figura 5: Estrutura de controlo da altitude (h).

Durante o desenvolvimento deste estudo, consideraram-se outros métodos lineares e não lineares para estimar os estados da aeronave, sendo que apresentaram resultados menos satisfatórios.

Assim, procedeu-se para a validação da estrutura de controlo da altitude (h) através de

três simulações: segundo um comando de razão de subida ($V_{Rate\ cmd}$), um comando de altitude (h_{cmd}) e por um plano de voo onde se variou a altitude (h) da aeronave ao longo do voo, entre 500 e 550 metros.

Posto isto, as Figuras 6 à 8 apresentam os resultados para os estados da aceleração vertical (a_{VRate}), da razão de subida (V_{Rate}) e da altitude (h).

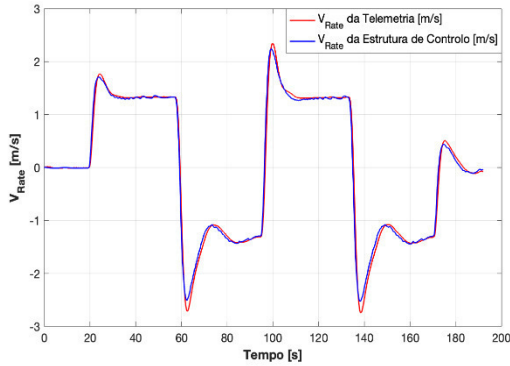


Figura 6: Comparação entre a razão de subida real (V_{Rate}) e a estimada pela estrutura de controlo.

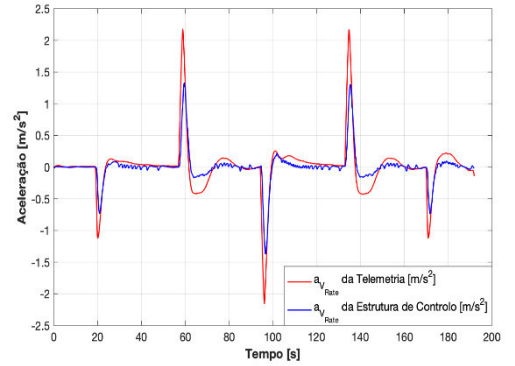


Figura 7: Comparação entre a aceleração vertical real (a_{VRate}) e a estimada pela estrutura de controlo.

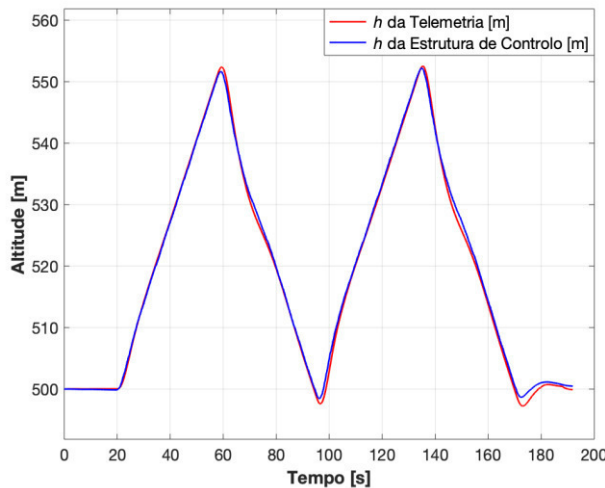


Figura 8: Comparação entre a altitude real (h) e a estimada pela estrutura de controlo

Como se podem verificar nas Figuras 6 a 8, graficamente os modelos apresentam um bom seguimento do estado real, sendo que para a aceleração vertical (a_{VRate}) este verifica-se o pior seguimento. Isto deve-se ao facto de a telemetria não registar aceleração vertical (a_{VRate})

durante os comandos do leme de profundidade (δ_e), o que impossibilitou determinar a aceleração por *doublets* do leme de profundidade (δ_e). A solução encontrada resultou no envio de comandos de razão de subida ($V_{Rate\ cmd}$), dos quais se defletiu o leme de profundidade (δ_e) indiretamente, ao contrário dos restantes estados que se obtiveram por deflexões diretas no leme de profundidade (δ_e). Além disso, avaliaram-se os RMSE's entre os estados reais e estimados, os quais se encontram na Tabela 1.

Analisando o RMSE dos estados da estrutura de controlo da altitude (h) e o e o erro relativo com a média dos estados, considera-se que o modelo obtido apresenta bons resultados, onde a média do erro relativo é cerca de 5%.

Finalmente, considera-se validada a estrutura de controlo estimada ao longo desta secção e, conseqüentemente, prosseguir-se-á para o ajuste dos ganhos da lei de controlo do leme de profundidade (δ_e).

Tabela 1: RMSE e erros relativos médios entre os estados reais e os estimados pela estrutura de controlo.

Estados	RMSE	Erro Relativo [%]
q	0.1662 [graus/s]	6.65
aV_{Rate}	0.0739 [m/s ²]	4.93
θ	0.4500 [graus]	7.50
V_{Rate}	0.1117 [m/s]	5.59
h	0.6980 [m]	0.14

5. AJUSTE DOS GANHOS DA LEI DE CONTROLO DO LEME DE PROFUNDIDADE

Esta secção destina-se ao ajuste dos ganhos da lei de controlo, cujo objetivo é melhorar a resposta da aeronave Arcturus Honda T-15, considerando parâmetros de desempenho específicos, e de desenvolver uma metodologia para o ajuste de ganhos longitudinais de aeronaves equipadas com o piloto automático Piccolo II.

Posto isto, inicialmente, procedeu-se à avaliação do desempenho da resposta da estrutura de controlo para os seguintes valores dos ganhos da lei de controlo: $K_{iz}=1.5$, $K_{pv}=0.75$, $EE=8.3154$, $K_{pz}=0$ e $EPT=0$. Estes são os valores predefinidos para esta aeronave, exceto os ganhos K_{pz} e EPT que foram colocados a zero para uma análise mais simples da resposta. Deste modo, o estudo de desempenho realizou-se através de *steps* de razão de subida, introduzidos diretamente na estrutura de controlo em malha fechada e no simulador de voo. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 2 e na Figura 9, juntamente com os resultados da

estrutura de controlo com os novos ganhos estimados.

Para se proceder ao ajuste dos ganhos, utilizaram-se duas técnicas disponíveis no Simulink: Root Locus e Optimization-Based Control System Design. A primeira, consiste em ajustar os ganhos consoante a posição dos pólos e a segunda consiste num processo iterativo do qual o utilizador escolhe os parâmetros que melhor satisfazem essas restrições. Deste modo a Tabela 2 e a Figura 9 comparam os resultados da resposta da aeronave com os ganhos predefinidos e com os ganhos estimados.

Tabela 2: Comparação entre as respostas simuladas com os ganhos predefinidos e com os estimados

	Ganhos Predefinidos ($K_{iz} = 1.5$; $K_{pv} = 0.75$; $EE = 8.3154 [1/rad]$)	Ganhos Estimados ($K_{iz} = 3$; $K_{pv} = 1.1$; $EE = 8.3 [1/rad]$)
Tempo de Estabelecimento (t_s) [s]	2.512	1.247
Tempo de Subida (t_r) [s]	3.956	2.052
Sobreelevação (S) [%]	4	1.33

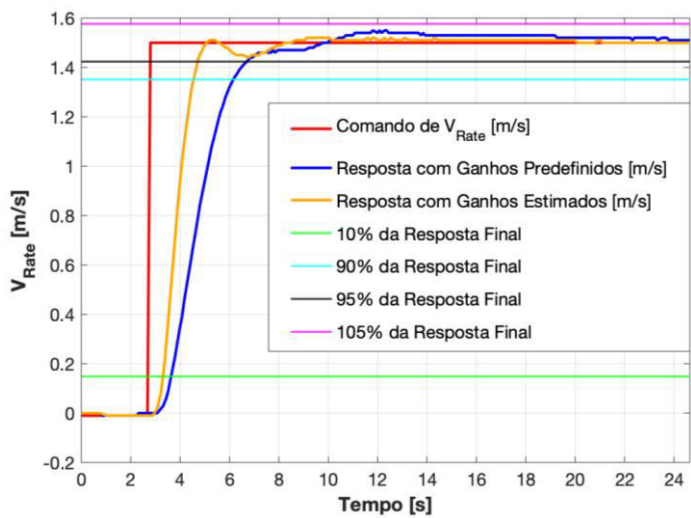


Figura 9: Comparação entre a resposta do sistema com os ganhos predefinidos e estimados

Comparando ambos os resultados, percebe-se que existe uma melhoria substancial na resposta da aeronave, sendo que se obteve as seguintes melhorias:

- Diminuição de 1.265 segundos do tempo de estabelecimento (t_s), correspondendo a uma melhoria de 50.36%;
- Redução de 1.028 segundos do tempo de subida (t_r), havendo uma melhoria de 48.73% neste parâmetro;

- Descida dos 4% para os 1.33% da sobre-elevação (S) da resposta, melhorando desta forma 66.75%.

Estas melhorias são significativas e permitem aperfeiçoar a resposta da aeronave tornando-a mais rápida a responder aos comandos e com menos oscilações ao longo do voo, aumentando, desta forma, a segurança durante o voo, principalmente a baixas altitudes, como por exemplo durante a decolagem e a aterragem.

Em suma, no decorrer desta secção, estudou-se o comportamento do Arcturus Honda T-15 com os ganhos predefinidos, o qual se verificou que poderia ser melhorado. Posto isto, prosseguiu-se para o ajuste de ganhos da lei de controlo do leme de profundidade através de duas metodologias, das quais se melhorou a resposta da aeronave Arcturus Honda T-15 a comandos de controlo. Estes resultados servirão para complementar o processo de ajuste de ganhos do piloto automático Piccolo II, desenvolvido por (Ferreira, 2019) contribuindo desta forma para a as várias missões do CIAFA.

6. CONCLUSÃO

Este estudo pretende complementar o trabalho realizado por (Ferreira, 2019), desenvolvendo um método que permite sistematizar o processo de ajuste de ganhos do controlo dos estados longitudinais do piloto automático Piccolo II.

Por conseguinte, começou-se por estudar na secção 3 as duas leis de controlo referentes ao movimento longitudinal que permitem controlar a deflexão do leme de profundidade e a do *throttle*. As leis de controlo encontram-se implementadas internamente Piccolo II e uma vez que não são disponibilizadas pelo fabricante Collins Aerospace, foi necessário proceder à validação das mesmas tendo por base a dissertação de mestrado (Mornhinweg, 2014) e a documentação do Piccolo II. Deste modo, adotou-se uma abordagem sequencial de validação dos diferentes parâmetros das leis de controlo do leme de profundidade e *throttle*, partindo da malha mais interna para a exterior. No caso da lei de controlo do leme de profundidade, as diversas simulações realizadas apresentam uma variação idêntica à obtida da telemetria do Piccolo II, registando-se no pior dos casos um erro relativo de 6%. No caso da lei de controlo do *throttle*, foram exploradas diferentes alternativas de implementação que permitiram validar parcialmente esta lei de controlo, havendo uma melhoria de 68% do RMSE obtido pela nova lei de controlo.

De seguida, estimaram-se e validaram-se os modelos dos estados da dinâmica longitudinal do UAV Arcturus T-50. Estes, por sua vez, caracterizam o comportamento dos estados da razão de picada, do ângulo de picada, da aceleração vertical, da razão de subida e

da altitude consoante a deflexão do leme de profundidade, calculada pela respetiva lei de controlo. Em particular, foi possível validar a resposta do sistema computacional em malha fechada, comparando-a com a telemetria obtida do Piccolo II, considerando o seguimento de comandos de velocidade vertical e altitude. Nas simulações realizadas, obteve-se uma diferença inferior a 2% entre as saídas de ambos os sistemas. Este resultado permite afirmar que o sistema computacional em malha fechada, implementado neste trabalho, caracteriza adequadamente a dinâmica longitudinal de um UAV equipado com um piloto automático Piccolo II.

Finalmente, na secção 5, procedeu-se ao ajuste dos ganhos visando o melhoramento da resposta dinâmica da aeronave. Esse ajuste realizou-se a partir de dois métodos: Root Locus e Optimization-Cased Control System Design, presentes na toolbox Control System Designer do Simulink. As simulações realizadas com o *software* do Piccolo II, após o ajuste dos ganhos da lei de controlo do leme de profundidade, registaram melhorias na ordem dos 50% nos tempos de resposta da aeronave, e de 66% na oscilação da mesma comparativamente aos ganhos pré-definidos do Piccolo II, no seguimento de comandos de velocidade vertical e altitude. Este resultado evidencia o potencial de contribuição deste trabalho para a melhoria da segurança e eficiência do voo das aeronaves do CIAFA.

Em suma, o trabalho realizado permitiu validar a lei de controlo do leme de profundidade e apresentou uma proposta de validação da lei de controlo do *throttle*, a qual apresenta melhorias significativas comparativamente com a proposta de (Mornhinweg, 2014). Além disso, a implementação computacional da lei de controlo da altitude do Piccolo II ora realizada servirá de ponto de partida para sistematizar o processo de ajuste dos ganhos do movimento longitudinal de aeronaves do CIAFA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AFA (2013). CIAFA (Centro de Investigação da Academia da Força Aérea), Julho 2013. [Online]. URL <https://www.academiafa.edu.pt>.
- [2] Barchet A., Bridenbecker, D. , Miley, V. & Vaglienti, B. (2012). *PCC User's Guide*. Cloud Cap Technology.
- [3] Beard, R. & McLain, T. (2011). *Small Unmanned Aircraft*. Princeton University Press, 41 William Street, Princeton, New Jersey 08540.
- [4] Diversi, R., Guidorzi, R. & U. Soverini (2010), *Identification of ARX and ARARX Models in the Presence of Input and Output Noises*. Dipartimento di Elettronica, Informatica e Sistemistica. European Journal of Control.
- [5] Ferreira, F. (2019), Desenvolvimento de Ferramenta Computacional para Ajuste Automático de Controladores em Veículos Aéreos Não-Tripulados. Tese de mestrado, Academia da Força Aérea.
- [6] FIREFRONT (2018) - Mapeamento e Predição da Progressão de Incêndios em Tempo Real por Veículos Aéreos Não-Tripulados. [Online]. URL: <https://www.academiafa.edu.pt/p-567-firefront>
- [7] Klein, V. & Morelli, A. (2006). *Aircraft System Identification: Theory And Practice*. AIAA Education Series.
- [8] Ljung L.(2020), MatLab & Simulink: System Identification Toolbox - User's Guide, no. R2020a. MathWorks, 2020.
- [9] Mornhinweg, A. (2014). A PRACTICAL GUIDE TO THE PICCOLO AUTOPILOT. Tese de Mestrado, Oklahoma State Univerisity.
- [10] Oliveira, J. (2016), Apontamentos de Estabilidade de Voo. Instituto Superior Técnico.
- [11] Tischler, M. (2006), Aircraft and Rotorcraft System Identification - Engineering Methods with Flight Test Examples. 1801 Alexander Bell Drive, Reston, VA 20191-4344: AIAA Education Series.
- [12] VOAMAI (2018) - Computer Vision For The Operation of Unmanned Aerial Vehicles in Maritime and Wildfire Scenarios. [Online]. URL: <https://www.academiafa.edu.pt/p-566-voamais>
- [13] Wills, A., T. B. Schonb, L. Ljung, & B. Ninness (2012), *Identification of Hammerstein–Wiener models*. ELSEVIER.

A CARREIRA EM PROGRESSÃO HORIZONTAL

AVALIANDO AS ÂNCORAS DE CARREIRA DOS PILOTOS

AVIADORES DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA



Autor

Pedro Tiago dos Santos Fernandes Dias, Aspirante Aluno do Mestrado em
Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador

Professor Doutor José Luís Nascimento
Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Lisboa

Resumo: Este trabalho de investigação teve como principal objetivo identificar o perfil de âncoras de carreira dos Oficiais Pilotos Aviadores da Força Aérea e verificar como é que o mesmo varia em função da situação pessoal/familiar e profissional do piloto. Simultaneamente foi averiguado a existência de relações destas âncoras com a carreira em progressão horizontal. A amostra deste estudo, recolhida por conveniência, é composta por 72 indivíduos, correspondente a 38,3% da população-alvo existente. Foi concluído que as âncoras Estilo de Vida e Competência Técnica/Funcional são as que se encontram mais desenvolvidas, sendo a Competência de Gestão a âncora com os valores inferiores. Verificaram-se diferenças significativas consoante fatores demográficos, como a idade, o estado civil e o número de descendentes, e fatores profissionais, como a qualificação, o número de horas de voo bem como a duração do empenhamento em destacamentos nacionais e missões internacionais. Adicionalmente comprovou-se a existência de correlações com a carreira em progressão horizontal, proporcionadora de um alinhamento com o recente conceito de carreiras Proteanas.

Palavras-chave: Âncoras de Carreira; Militar; Piloto.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da volatilidade, incerteza, complexidade e ambiguidade do mundo atual, as organizações têm de se adaptar e procurar novos meios para garantir o seu desenvolvimento e sustentabilidade. Os Recursos Humanos (RH) assumem um papel cada vez mais valorizado e são identificados pelos gestores como o principal recurso estratégico diferenciador das organizações (Lemos, 2011). No meio militar, e em particular na Força Aérea (FA), não é diferente. Enquanto ferramenta, a gestão de carreiras surge para assegurar a harmonia entre as necessidades organizacionais e individuais, e necessita de novos mecanismos para conjugar o cumprimento da missão e as aspirações dos RH (Câmara et al., 2010).

A carreira militar deve ser, por princípio, desenvolvida em progressão vertical através das promoções dos militares, devido especificamente à necessária hierarquização da instituição. Por forma a permitir uma adaptação de uma sociedade em constante mudança, as linhas orientadoras da evolução desta carreira assentam nos princípios do profissionalismo, da igualdade de oportunidades, na promoção e na flexibilidade dos RH, garantindo assim a compatibilidade com as necessidades da instituição militar e ir de encontro com os interesses do próprio militar (Decreto-Lei n.º 90/2015 de 29 de maio, 2015).

A carreira de piloto caracteriza-se pelo alto nível de especialização e treino intensivo. Esta complexidade encontra-se nos Sistemas de Armas mais avançados da FA, o que leva com que

a utilização destes sistemas tenha de ser antecipada por um longo percurso de formação, de modo a que todos os conhecimentos estejam consolidados e se ganhe experiência na execução das missões. Dionísio (2014) refere que os militares da especialidade de Piloto Aviador (PILAV) “Quando acabam a Academia têm o *brevet*, são pilotos, mas não estão aptos para pilotar nenhum avião que desempenhe missões da FA. Essa especialização acontece quando vão para uma esquadra onde têm horas de voo de treino”. Devido ao facto deste percurso técnico não ser imediato, situações como a promoção a um novo posto ou o abate aos Quadros Permanentes para desvinculação da FA leva a um início de uma nova etapa profissional na altura em que as capacidades e competências de um PILAV se encontram no seu expoente máximo. Esta situação tem grande impacto moral e financeiro para a FA pelo que se verifica um grande interesse organizacional em prolongar a permanência dos pilotos nas suas funções (Neves, 2017).

No Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR), aprovado pelo DL n.º 90/2015, de 29 de maio, é previsto pela primeira vez, no artigo 125.º, a possibilidade do militar, por opção individual, transitar para a Carreira em Progressão Horizontal (CPH), em detrimento da Carreira em Progressão Vertical (CPV), garantindo o desempenho de cargos e o exercício de funções em áreas com um grande nível de especialização (Decreto-Lei n.º 90/2015 de 29 de maio, 2015).

Ao entrar no mercado de trabalho e com o início da atividade profissional, o indivíduo entra num período de descoberta das diferentes facetas da vida de trabalhador, mas também de descoberta de si próprio. É nesta interação com o ambiente de trabalho que o seu autoconceito ocupacional é desenvolvido, permitindo identificar a sua âncora de carreira (Gomes et al., 2008). Torna-se deste modo crucial para as organizações identificarem as âncoras de carreira dos seus trabalhadores de modo a otimizar a ligação entre as exigências individuais e as organizacionais, bem como a criação de oportunidades para os colaboradores, que vão de encontro com as suas necessidades (Schein, 1974).

Tendo em conta esta problemática, o autor propõe-se a estudar esta temática no presente trabalho utilizando como pergunta de partida: “A Carreira em Progressão Horizontal constitui-se como uma opção viável para os Pilotos Aviadores da Força Aérea Portuguesa?”.

Ao responder a esta questão de partida, pretende-se que sejam atingidos os seguintes objetivos principais:

- i. Avaliar as âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA;
- ii. Apresentar vias para melhorar a gestão de carreiras dos PILAV da FA, tendo em conta as suas expectativas.

Destes objetivos principais são derivados os seguintes objetivos específicos:

- i. Apurar quais as âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores que se encontram desenvolvidas;
- ii. Verificar se existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA consoante a situação pessoal/familiar;
- iii. Verificar se existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA consoante a situação profissional;
- iv. Averiguar a existência de correlações significativas entre a carreira proteana e as âncoras de carreira;
- v. Constatar se a carreira em progressão horizontal se relaciona com as âncoras de carreira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Tendo em conta a célere evolução da sociedade e a crescente flexibilidade e fluidez do mercado económico, é de notar que os RH estão cada vez mais presentes na gestão das organizações e são reconhecidos pelas mesmas como o seu ativo mais importante para o seu desenvolvimento e sustentabilidade (Bilhim, 2006). Assim, o desafio das organizações neste milénio será encontrar os instrumentos de gestão de recursos humanos mais ajustados a cada realidade empresarial e para cada conjuntura de mercado, de modo a ganhar vantagem competitiva no mercado (Nabeiro, 2010; Nabo, 2010).

Várias definições de carreira foram apresentadas ao longo do tempo, sendo que estas foram evoluindo com o decorrer do mesmo. Hughes (1937) definiu carreira como a sequência de papéis, status e cargos realizados pelo indivíduo, considerando tanto as atividades ligadas ao trabalho como os papéis sociais desempenhados ao longo da sua vida. Baruch e Rosenstein (1992) consideram a carreira como o processo de desenvolvimento de um trabalhador ao longo de um caminho de experiências e de trabalhos, numa ou mais organizações. Hall (1976) definiu a carreira como sendo um conjunto sequencial de atitudes e comportamentos, que se encontram associados às experiências e atividades que o indivíduo exerceu e que estão relacionadas ao trabalho. Dutra (1996) identifica carreira como um caminho estruturado e organizado no tempo e espaço. Este autor apresenta duas diferentes dimensões: a carreira como profissão e a carreira como mobilidade ocupacional. Rocha (1999) considera a carreira como uma sequência de atividades separadas e relacionadas que providenciam continuidade, ordem e significado à vida da pessoa no trabalho.

Temos então vindo a assistir a uma evolução do conceito de carreira tradicional, que contempla apenas a verticalidade como sentido único, para uma carreira com diversos sentidos, que vão de acordo tanto com as experiências e ambições pessoais, como também com as necessidades das organizações, pois, o sucesso psicológico, sentimento de orgulho e de realização pessoal, surge como consequência do alcance dos objetivos de sucesso profissional e de todos os outros aspetos das suas relações e aspirações individuais. Deste modo, a carreira proteana vem substituir a antiga conceptualização de carreira. (Hall, 1996).

A necessidade de mudança das organizações e consequente flexibilização do mercado de trabalho é inerente ao declínio da carreira tradicional. A movimentação vertical deixou de ser uma condição indispensável para que as pessoas se desenvolvam, tenham maiores responsabilidades, um estatuto superior ou se sintam realizadas. Neste conceito de progressão horizontal os profissionais circulam em movimentações laterais entre diferentes funções, permitindo-lhes ter uma perspetiva mais global da atividade e assim ganhar novas competências.

No Artigo 125.º do Decreto-Lei n.º 90/2015 de 29 de maio, que aprova o novo EMFAR, é introduzida uma nova vertente na gestão de carreira dos militares, o que possibilita aos mesmos, por opção própria, desenvolverem horizontalmente a sua carreira, em detrimento da progressão vertical, que está bastante enraizada numa organização estruturalmente hierarquizada como a instituição militar.

O conceito de âncoras de carreira surgiu na década de 70 com Edgar Schein. Ao realizar um estudo com alunos da Sloan Business School para determinar os mecanismos e efeitos da socialização organizacional, Schein (1974) descobriu que os indivíduos escolhem a organização que melhor se alinha com os seus talentos, interesses e valores, tendo identificado cinco âncoras de carreira: Competência Técnica/Funcional, Competência de Gestão, Autonomia/Independência, Segurança/Estabilidade e Criatividade Empreendedora (Chapman, 2015). Tendo sido um dos primeiros autores a realizar estudos a grande escala sobre as âncoras de carreira, Derr (1979) verificou que alguns militares da Marinha dos Estados Unidos da América não se alinhavam com as âncoras previamente definidas por Schein (1975), como é o exemplo de alguns pilotos que eram conduzidos pela necessidade de alcançar feitos considerados impossíveis. Tendo em conta esse estudo, Schein adiciona três âncoras à sua lista inicial: Serviço/Dedicação a uma Causa, Desafio Puro e Estilo de Vida (Schein, 1987, 1990).

Segundo Schein (1996), a âncora de carreira de um indivíduo é o seu autoconceito, que deriva da autopercepção dos seus talentos e habilidades, dos seus valores básicos e do sentido evoluído dos motivos e necessidades, quando se refere à sua carreira. Depois de formadas e consolidadas, as âncoras de carreiras funcionam como uma força orientadora, entendida como

propósito de motivação (McClelland et al., 1989), ou como valores individuais, de escolhas e de comportamentos de que uma pessoa não abdica quando é forçada a tomar uma decisão de carreira (Schein, 1996). Segundo o mesmo autor, a maior parte das pessoas não está consciente das suas âncoras de carreira até ao momento em que são forçadas a tomar decisões relacionadas com o seu autodesenvolvimento, família ou carreira. Para além disso, este conceito ajuda a compreender a razão pela qual as pessoas que exercem trabalho mais ajustado às suas âncoras tendem a alcançar melhores resultados de carreira em termos de eficácia na função, estabilidade e satisfação (Gomes et al., 2008).

De acordo com a literatura revista anteriormente, é de notar a suposição de Schein (1990) que afirma que os indivíduos possuem apenas uma âncora de carreira dominante, sendo que é algo que ele não abdica quando é forçado a tomar uma decisão na sua carreira (Schein, 1996).

Contudo, verificámos que diversos autores (Coetzee & Schreuder, 2014; Feldman & Bolino, 1996; Ramakrishna & Potosky, 2003; Schein, 1996; Wils et al., 2010) provaram a existência de uma simultaneidade de perfis com múltiplas âncoras de carreira, sugerindo que os indivíduos podem desenvolver fortemente mais do que uma única âncora, o que pode significar que existem sobreposições entre as oito âncoras de carreira identificadas.

Tendo em conta o referido anteriormente, pode ser formulada a seguinte hipótese:

H1: Existem várias âncoras de carreira desenvolvidas pelos Pilotos Aviadores da FA.

A âncora de carreira de um indivíduo é o seu autoconceito, derivado da autopercepção dos seus talentos e habilidades, dos seus valores básicos e do sentido evoluído dos motivos e necessidades, quando se refere à sua carreira (Derr, 1979; Schein, 1974, 1990, 1996).

Este conceito de âncora funciona como uma força orientadora, entendida como propósito de motivação, ou como valores individuais, de escolhas e de comportamentos de que uma pessoa não abdica quando é forçada a tomar uma decisão de carreira, depois de estarem formadas e consolidadas (McClelland et al., 1989; Schein, 1996).

Com o avançar dos anos, a componente familiar das pessoas vai aumentando devido ao surgimento de um cônjuge e respetivos descendentes. Por consequente, a preocupação pelo equilíbrio harmonioso entre as diferentes vertentes da vida pessoal/familiar e profissional aumenta, o que poderá suscitar mudanças nas âncoras de carreira.

Desta forma, formula-se a seguinte hipótese:

H2: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA dependendo da situação pessoal/familiar.

De modo a que fosse possível comprovar a H2, derivaram-se as seguintes hipóteses:

H2a: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos de idade.

H2b: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos do estado civil.

H2c: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos do número de filhos.

Apesar da componente familiar ocupar uma grande fração das preocupações do indivíduo, também existem preferências em termos de talentos e habilidades, e estas também são influenciadores das necessidades e motivações pessoais.

Este conceito de âncoras de carreira permite a compreensão da razão pela qual as pessoas que exercem um trabalho ajustado às suas âncoras tendem a alcançar melhores resultados em termos de eficácia, estabilidade e também satisfação (Gomes et al., 2008).

Dito isto, é formulada a seguinte hipótese:

H3: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA dependentes da situação profissional.

Por forma a viabilizar a comprovação da H3, derivaram-se as seguintes hipóteses:

H3a: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos de posto.

H3b: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos da tipologia de missão.

H3c: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos de qualificações.

Resultado da mudança das organizações e consequente flexibilização do mercado de trabalho, surge um novo conceito de carreira denominado de carreira proteana. Este tipo de carreira, para além de ir ao encontro das experiências e ambições pessoais, também se alinha com as necessidades das organizações, pois o sentimento de orgulho e de realização pessoal, que formam o sucesso psicológico, surge como consequência do alcance dos objetivos profissionais (Hall, 1996).

Nesta tipologia, a carreira proteana caracteriza-se por ser gerida pelo próprio e não pela organização, dando ênfase à sua realização pessoal, ou seja, as decisões profissionais devem ser redirecionadas para ir de encontro com as suas necessidades (Neves, 2017). Estes parâmetros tentam ser medidos através do modelo das âncoras de carreira de Schein (1990) e, por isso, é esperada uma correlação entre estas duas variáveis.

Tendo em conta o referido, é formulada a seguinte hipótese:

H4: As âncoras de carreiras encontram-se correlacionadas com a carreira proteana.

Inerente ao declínio da progressão vertical, condição indispensável para o desenvolvimento e realização pessoal, é introduzido uma nova conceção de carreira: a progressão horizontal. Esta tipologia de carreira privilegia os perfis de competências, o que permite aumentar o conteúdo funcional dos cargos e consequentemente contribui para uma visão de desenvolvimento do indivíduo mais enriquecedora (Câmara et al., 2010).

A carreira de piloto é caracterizada pelo alto nível de especialização e treino intensivo, devido à complexidade associada aos Sistemas de Armas existentes na FA. Por esse motivo, é esperado que, naturalmente, surjam motivações relacionadas pelo conteúdo do trabalho em detrimento de motivações associadas a posições de gestão.

Face ao exposto, são formuladas as seguintes hipóteses:

H5a: A carreira em progressão horizontal está relacionada de forma positiva com a âncora de carreira competência técnica/funcional.

H5b: A carreira em progressão horizontal está relacionada de forma negativa com a âncora de carreira competência de gestão.

3. METODOLOGIA

Para a recolha de dados do presente estudo foi aplicado um inquérito por questionário constituído por questões de resposta fechada assim como de resposta aberta, sendo que nas últimas foi pedido ao inquirido para dar a sua opinião ou simplesmente responder à questão apresentada. Apesar do questionário ser constituído maioritariamente por questões do tipo fechadas, existem em número significativo itens de resposta aberta. Deste modo, por integrar uma forma de recolha de dados qualitativa, que será tratada com recurso a um técnica exploratória, mas possuir predominantemente uma forma de recolha de dados quantitativa, que irá ser analisada de uma forma descritiva e correlacional, este estudo é classificado de quantitativo misto (Johnson et al., 2007).

3.1. Amostra

O presente estudo tem como população-alvo os oficiais da FA da especialidade PILAV, desde o posto de Tenente até ao posto de Major, ambos inclusive. Os pilotos com o posto de Alferes não foram incluídos em virtude de se encontrarem a frequentar o tirocínio, e por esse motivo não terem ainda ingressado nos QP como oficiais na especialidade de PILAV. Considerou-se ainda como posto máximo para este estudo o posto de Major por ser a partir deste

posto possível a desvinculação da FA, por abate aos QP. Por ser impraticável reunir e aplicar o questionário aos indivíduos que já abandonaram a organização e por forma a não enviesar os resultados, decidiu-se restringir a população-alvo, não considerando os oficiais de especialidade PILAV com o posto superior ao de Major evidenciado na Tabela 1.

Os questionários foram enviados a toda a população-alvo, tendo-se obtido uma amostra por conveniência composta por 72 elementos.

Tabela 1 - Caracterização comparativa da amostra

		N	%
Total		72	100
Posto	Tenente	12	16,7
	Capitão	53	73,6
	Major	7	9,7
Esquadra	101	3	4,2
	201	7	9,7
	301	7	9,7
	501	13	18,1
	502	20	27,8
	504	2	2,8
	552	2	2,8
	601	1	1,4
	751	11	15,3
	802	3	4,2
	Outros	3	4,2

3.2. Procedimento

Por forma a identificar os indivíduos pertencentes à população selecionada, foi solicitado à Direção de Pessoal da Força Aérea uma lista atualizada com os efetivos em função do seu posto e respetiva colocação, pedido este que foi prontamente atendido pelo Subdiretor do Pessoal da DP. A aplicação do questionário iniciou-se no dia 13 de fevereiro de 2020 e terminou no dia 20 de março de 2020, tendo sido divulgado com recurso ao Groupwise e aplicado através da plataforma Google Forms, o que permitiu reunir de forma automática todas as respostas. O tratamento dos dados foi realizado com recurso ao *software* SPSS.

3.3. Instrumento

O inquérito utilizado no presente trabalho de investigação é constituído por questões de caracterização sociodemográfica, questões de resposta fechada, de escolha múltipla ou escala linear do tipo Likert, e por questões de resposta aberta, desenvolvidas devido à incerteza relativa ao conteúdo que poderia surgir nas respetivas respostas.

O Instrumento utilizado para a medição das âncoras de carreira foi o questionário Career Orientations Inventory, desenvolvido por Schein (1990), sendo a versão utilizada no presente estudo uma tradução realizada no contexto da empresa de consultoria de recursos humanos Humanpersi, designada por Inventário de Orientações de Carreira (IOC). Para melhor se ajustar à realidade da FA e especialidade PILAV, os itens foram adaptados e foram retiradas as questões relativas à âncora de carreira criatividade empreendedora.

4. RESULTADOS

4.1. Análise Descritiva das Âncoras de Carreira

Após serem verificadas as propriedades psicométricas do instrumento em estudo, procedeu-se à análise das médias e desvios-padrão das diferentes âncoras de carreira.

Tabela 2 - Estatística descritiva das âncoras de carreira

	Média	Desvio Padrão
Estilo de Vida	4,53	0,540
Competência Técnica/Funcional	4,36	0,713
Desafio Puro	3,84	0,669
Segurança/Estabilidade	3,73	0,645
Serviço/Dedicação a uma causa	3,67	0,781
Autonomia/Independência	3,21	0,703
Competência de Gestão	2,25	0,807

Podemos verificar na Tabela 2 que a âncora de carreira com a média superior é a estilo de vida com uma média de 4,53, imediatamente seguida da âncora competência técnica/funcional que tem uma média de 4,36. Já a média inferior corresponde à âncora de carreira competência de gestão, com um valor de apenas 2,25.

4.2. Correlações entre Variáveis

Por forma a medir a intensidade de relação entre as âncoras de carreira, a carreira proteana e a carreira horizontal, foi realizada uma análise correlacional das mesmas. Para a carreira proteana foi utilizado o item “Gostaria de ter uma voz mais ativa no desenvolvimento da minha carreira”. Quanto à carreira horizontal utilizou-se o item “Se tiver a oportunidade de voar toda a carreira, tenciono ficar em serviço até atingir a reserva”.

Tabela 3 - Análise correlacional entre as variáveis

Variável	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Competência Técnica/Funcional	1								
2. Competência de Gestão	-,034	1							
3. Autonomia/Independência	,115	,073	1						
4. Segurança/Estabilidade	-,007	,215	,047	1					
5. Serviço/ Dedicção a uma Causa	,252*	,120	,277*	,355**	1				
6. Desafio Puro	,465**	,095	-,007	-,015	,335**	1			
7. Estio de Vida	,202	-,178	,253*	,354**	,249*	,144	1		
8. Carreira Proteana	,193	-,169	,044	,157	,224	,318**	,338**	1	
9. Carreira Horizontal	,265*	-,154	-,012	,129	,261*	,247*	-,033	,359**	1

Nota. N = 72

*p < 0,05. **p < 0,01.

Na Tabela 3 podemos verificar que existem 7 correlações significativas no nível $p < 0,01$, marcadas a azul, e 7 no nível $p < 0,05$, a negrito. As duas âncoras com a correlação mais elevada são a competência técnica/funcional e a desafio puro ($r = 0,465$; $p < 0,01$). Embora de valor inferior, existem também correlações entre a âncora segurança/estabilidade e as âncoras serviço/dedicação a uma causa ($r = 0,355$; $p < 0,01$) e estilo de vida ($r = 0,354$; $p < 0,01$) e entre a âncora serviço/dedicação a uma causa com a âncora desafio puro ($r = 0,335$; $p < 0,01$).

Quanto à carreira proteana verifica-se que se correlaciona significativamente tanto com a âncora desafio puro ($r = 0,318$; $p < 0,01$), como com a âncora estilo de vida ($r = 0,338$; $p < 0,01$).

A carreira horizontal correlaciona-se positivamente com as âncoras competência técnica/funcional ($r = 0,265$; $p < 0,05$), serviço/dedicação a uma causa ($r = 0,261$; $p < 0,05$) e desafio puro ($r = 0,247$; $p < 0,05$). Podemos ainda observar que se relaciona de igual forma com a carreira proteana ($r = 0,359$; $p < 0,01$).

4.3. Testes de Diferenças de médias

Realizaram-se diversos testes de diferenças de médias com recurso à análise de testes t-student de amostras independentes e também de testes One-Way ANOVA, sendo os últimos seguidos por testes de comparação Post-Hoc HSD de Tukey, onde se considerou a existência de diferenças significativas entre grupos quando $p\text{-value} \leq 0,05$, como é sugerido por Marôco (2011).

4.3.1. Situação pessoal/familiar

Tabela 4 - Teste t-student para a idade

Âncora de Carreira	Idade	n	Média	DP	Sig.
Estilo de Vida	≤ 32 anos	36	4,40	0,60	p < 0,05
	> 32 anos	36	4,66	0,44	

Como se pode verificar na Tabela 4, existe uma diferença significativa quanto à âncora de carreira estilo de vida para os indivíduos com idade igual ou inferior a 32 anos ($M = 4,40$; $DP = 0,60$) e os com idade superior a 32 anos ($M = 4,66$; $DP = 0,44$), $t(70) = -2,124$; $p = 0,037$. Estes resultados sugerem que quanto maior é a idade das pessoas, mais preocupações para com a vida pessoal existem.

Tabela 5 - Teste t-student para o estado civil

Âncora de Carreira	Estado civil	n	Média	DP	Sig.
Estilo de Vida	Solteiro	25	4,33	0,69	p < 0,05
	Casado/União de facto	46	4,65	0,40	

Pela Tabela 5, pode-se verificar que existe uma diferença significativa quanto à âncora de carreira estilo de vida para os indivíduos solteiros ($M = 4,33$; $DP = 0,69$) e os que se encontram casados/união de facto ($M = 4,65$; $DP = 0,40$), $t(69) = -2,443$; $p = 0,017$.

Tabela 6 - Teste ANOVA para o número de filhos

Âncora de Carreira	n.º de filhos	n	Média	DP	Sig.
Segurança/Estabilidade	0	38	3,69	0,53	p < 0,05
	1	26	3,92	0,57	
	2	8	3,28	1,10	
Estilo de Vida	0	38	4,37	0,59	p < 0,01
	1	26	4,63	0,44	
	2	8	4,97	0,09	

Observando a Tabela 6, constata-se de que existe uma diferença significativa na âncora segurança/estabilidade ao nível $p < 0,05$ para o número de filhos [$F(2, 69) = 3,32$; $p = 0,042$]. O teste de comparação *Post-Hoc HSD de Tukey* indica que a média dos indivíduos que possuem apenas 1 filho ($M = 3,92$; $DP = 0,57$) foi significativamente superior dos que possuem 2 filhos ($M = 3,28$; $DP = 1,10$). Os indivíduos que não possuem nenhum filho não mostraram diferenças significativas. Na referida tabela constata-se ainda a existência de uma diferença significativa na âncora estilo de vida ao nível $p < 0,01$ [$F(2, 69) = 5,32$; $p = 0,007$]. O teste de comparação *Post-Hoc HSD de Tukey* indica que a média dos indivíduos que não possuem filhos ($M = 4,37$; $DP =$

0,59) foi significativamente inferior dos que possuem 2 filhos ($M = 4,97$; $DP = 0,09$), sendo que quem possuía apenas 1 filho não mostrou diferenças significativas.

4.3.2. Situação profissional

Relativamente ao posto dos indivíduos e por forma a averiguar a existência de diferenças significativas quanto às âncoras de carreira, foi realizado um teste *One-Way ANOVA*, contudo não foi observada nenhuma diferença significativa ($p > 0,05$). Também não foram encontradas nenhuma diferença das âncoras de carreira quanto ao tipo de missão desempenhada ($p > 0,05$).

Tabela 7 - Teste ANOVA para a qualificação

Âncora de Carreira	qualificação	n	Média	DP	Sig.
Desafio Puro	Piloto Instrutor	15	4,28	0,49	$p < 0,01$
	Piloto Comandante	14	3,95	0,61	
	Piloto	10	3,43	0,72	
	Co-Piloto	21	3,60	0,62	
	Piloto em Adaptação / Qualificação	5	3,55	0,67	
	Não Qualificado	2	4,50	0,71	
	Piloto Instrutor, Piloto Comandante	5	4,05	0,57	

Ao observar a Tabela 7, verifica-se que existe uma diferença significativa na âncora desafio puro ao nível $p < 0,01$ para as diferentes qualificações [$F(6, 65)=3,41$; $p=0,006$]. O teste de comparação Post-Hoc HSD de Tukey indica que a média dos pilotos com a qualificação de Piloto Instrutor ($M=4,28$; $DP=0,49$) foi significativamente superior dos pilotos com a qualificação de Piloto ($M=3,43$; $DP=0,72$) e dos pilotos com a qualificação de Co-Piloto ($M=3,60$; $DP=0,62$). Os pilotos com as restantes qualificações não mostraram diferenças significativas.

Como complemento verificou-se a existência de diferenças significativas consoante o número de Horas de Voo (HV), dias em Destacamentos Nacionais (DN) e dias em Missões Internacionais (MI).

Tabela 8 - Teste t-student para as HV

Variável	HV	n	Média	DP	Sig.
Desafio Puro	≤ 1350 horas	36	3,65	0,72	$p < 0,05$
	> 1350 horas	36	4,03	0,56	

Podemos observar na Tabela 8 a existência de uma diferença significativa quanto à âncora de carreira desafio puro para os pilotos com o número de HV igual ou inferior a 1350 horas ($M=3,65$; $DP=0,72$) e os que contam com mais de 1350 horas ($M=4,03$; $DP=0,56$), $t(70)=-2,511$; $p=0,014$.

Tabela 9 - Teste t-student para os dias em DN no último ano

Âncora de Carreira	DN	n	Média	DP	Sig.
Competência de Gestão	≤ 30 dias	47	2,44	0,83	p < 0,01
	> 30 dias	25	1,88	0,64	
Segurança/Estabilidade	≤ 30 dias	47	3,85	0,62	p < 0,05
	> 30 dias	25	3,50	0,64	
Desafio Puro	≤ 30 dias	47	3,99	0,60	p < 0,01
	> 30 dias	25	3,54	0,70	

Na Tabela 9 verifica-se que existem diferenças significativas em três âncoras de carreira, nomeadamente a âncora competência de gestão, a âncora segurança/estabilidade e a âncora desafio puro. Quanto à âncora competência de gestão, verifica-se que a média dos pilotos que contabilizaram no último ano um total de dias em DN igual ou inferior a 30 ($M=2,44$; $DP=0,83$) é significativamente superior aos pilotos que contabilizaram mais de 30 dias ($M=1,88$; $DP=0,64$), $t(70)=2,951$; $p=0,004$. De igual forma, e para a âncora segurança/estabilidade, os pilotos com menos dias em DN ($M=3,85$, $DP=0,62$) têm uma média superior aos que ficaram mais dias em destacamento ($M=3,50$; $DP=0,64$), $t(70)=2,289$; $p=0,025$. A âncora desafio puro não é exceção e verifica-se que os pilotos com menos dias em DN ($M=3,99$; $DP=0,60$) têm uma média significativamente superior quando comparados com os pilotos que passaram mais dias em destacamento ($M=3,54$; $DP=0,70$), $t(70)=2,884$; $p=0,005$.

Tabela 10 - Teste t-student para os dias em MI no último ano

Âncora de Carreira	MI	n	Média	DP	Sig.
Competência de Gestão	≤ 27 dias	45	2,05	0,78	p < 0,01
	> 27 dias	27	2,57	0,77	

Na Tabela 10 podemos observar que existe uma diferença significativa quanto à âncora competência de gestão para os PILAV que totalizaram um número de dias em MI no último ano igual ou superior a 27 ($M=2,05$; $DP=0,78$) e os que totalizaram mais de 27 dias ($M=2,57$; $DP=0,77$), $t(70)=-2,746$; $p=0,08$.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tabela 11 - Resumo dos testes de hipóteses

Hipótese 1	Confirmada
Hipótese 2	Confirmada
Hipótese 2 ^a	Confirmada
Hipótese 2b	Confirmada
Hipótese 2c	Confirmada
Hipótese 3	Parcialmente confirmada
Hipótese 3 ^a	Rejeitada
Hipótese 3b	Rejeitada
Hipótese 3c	Confirmada
Hipótese 4	Confirmada
Hipótese 5 ^a	Confirmada
Hipótese 5b	Rejeitada

Teste da H1. A hipótese 1 afirmava a existência de várias âncoras de carreira desenvolvidas pelos pilotos da FA. Tendo em conta os resultados obtidos na secção da análise descritiva das âncoras de carreira (Tabela 2), podemos verificar que não existe uma única âncora de carreira dominante. Apesar de apurar uma âncora com a média mais elevada, nomeadamente a âncora estilo de vida, constatamos que a âncora de competência técnica/funcional se encontra imediatamente a seguir, com uma diferença de valor insignificante. Para além disso, podemos igualmente verificar na secção da análise correlacional das variáveis (Tabela 3) que existem correlações significativas entre elas e, deste modo, não faria sentido que se destacasse apenas uma âncora de carreira desenvolvida.

Pelo aqui analisado, **é confirmada a H1: Existem várias âncoras de carreira desenvolvidas pelos Pilotos Aviadores da Força Aérea.**

A verificação desta hipótese já era esperada pois, tal como sugeriu Feldman e Bolino (1996), as pessoas podem ter uma âncora de carreira dominante em cada uma das três categorias identificadas por Schein (1978, 1990): talentos e habilidades; motivos e necessidades; e atitudes e valores. Quanto às categorias motivos e necessidades e atitudes e valores, era espectável que houvesse um destaque da âncora estilo de vida, uma vez que uma das grandes, se não a maior, preocupação dos indivíduos é o equilíbrio entre as necessidades pessoais, familiares e profissionais. Já quanto à categoria talentos e habilidades, e devido às características inerentes à especialidade PILAV, previa-se que a âncora de competência técnica/funcional se destacasse, especialmente em comparação com a âncora de competência de gestão.

Teste da H2. Na hipótese 2 encontramos a afirmação de que existem diferenças nas âncoras de carreira dos PILAV da FA conforme a situação pessoal/familiar. Por forma a confirmar a H2 foram testadas as H2a, H2b e H2c.

A hipótese 2a afirmava a existência de diferenças significativas nas âncoras de carreira dos PILAV da FA em termos de idade. Tendo em conta os resultados obtidos na secção diferença de médias (Tabela 4), podemos observar que existe uma diferença significativa para os indivíduos com idade igual ou inferior a 32 anos (média de idade dos inquiridos) e os restantes na âncora de carreira estilo de vida, sendo que os pilotos com idade superior têm um valor médio superior.

Estes resultados **suportam a H2a: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos de idade.**

A validação desta hipótese era esperada para a âncora estilo de vida, uma vez que à medida que a idade aumenta, os compromissos familiares vão aumentando e intrinsecamente, as preocupações pela vida pessoal e familiar também, resultando numa maior ponderação de aspetos relacionados com a vida pessoal e familiar.

A hipótese 2b afirmava a existência de diferenças significativas nas âncoras de carreira dos PILAV da FA em termos do estado civil. Tendo em conta os resultados obtidos na secção diferença de médias (Tabela 5), verifica-se a existência de uma diferença significativa na âncora de carreira estilo de vida entre os pilotos que se encontram solteiros e casados/união de facto, sendo que os últimos contam com um valor médio superior.

Estes resultados **suportam a H2b: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos do estado civil.**

Era esperado que se verificassem diferenças na âncora de carreira estilo de vida consoante o estado civil, pois um indivíduo que se encontre casado ou em união de facto tem naturalmente maiores preocupações relativas à vida do cônjuge.

Como complemento, foi questionado aos indivíduos se a preocupação pela carreira do seu cônjuge alguma vez afetou decisões que tenha tomado na sua carreira, sendo que, dos pilotos que se encontram casados ou em união de facto, 48,9% afirmou que sim e 51,1% negou a afirmação. Na questão que averigua o caso contrário, ou seja, se a sua carreira já influenciou de forma negativa a carreira do seu cônjuge, foram obtidas 61,7% respostas positivas e apenas 38,3% respostas negativas. Estes valores são bastante preocupantes, uma vez que em mais de metade dos casos a carreira do cônjuge é afetada negativamente.

Com estes resultados, podemos constatar que o equilíbrio entre a vida familiar e profissional proporcionada pela FA não é de todo o ideal, uma vez que são levantados diversos

problemas e constrangimentos, por vezes irreversíveis, estando eles já identificados pelos seus gestores. Contudo, a resolução desta lacuna não é fácil e tem de ser cuidadosamente analisada.

A hipótese 2c afirmava a existência de diferenças significativas nas âncoras de carreira dos PILAV da FA em termos do número de filhos. Tendo em conta os resultados obtidos na secção diferenças de médias (Tabela 6), podemos verificar que existem diferenças significativas entre os indivíduos que possuem 1 e 2 filhos na âncora de carreira segurança/estabilidade, sendo que os que possuem um filho único contam com um valor médio superior. Existem igualmente diferenças entre os indivíduos que não possuem filhos e os que possuem 2 filhos, na âncora de carreira estilo de vida, sendo que os últimos obtiveram um valor médio superior.

Estes resultados **suportam a H2c: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Piloto Aviadores da FA em termos do número de filhos.**

Pelo aqui analisado, é confirmada a **H2: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em diferentes categorias da vida pessoal**, uma vez que todas as suas hipóteses derivadas foram suportadas.

Teste da H3. Na hipótese 3 encontramos a afirmação de que existem diferenças nas âncoras de carreira dos PILAV da FA conforme a situação profissional. Por forma a confirmar a H3 foram testadas as H3a, H3b e H3c.

A hipótese 3a afirmava a existência de diferenças significativas nas âncoras de carreira dos PILAV da FA em termos do posto. Tendo em conta que não foram obtidos resultados relevantes na secção diferença de médias, podemos constatar que não é significativa a diferença de médias para os indivíduos com postos diferentes entre si.

Estes resultados **não suportam a H3a: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos do posto.**

Apesar de ser esperado encontrar diferenças significativas em indivíduos com o posto diferente, pode ser constatado que, face à amostra obtida, temos apenas contemplados três postos diferentes e consecutivos, nomeadamente os postos de Tenente, de Capitão e de Major. Assim, poderá não haver uma diferença de posto significativa para se observarem diferenças quanto às âncoras de carreira.

A hipótese 3b afirmava a existência de diferenças significativas nas âncoras de carreira dos PILAV da FA em termos da tipologia de missão. Tendo em conta que não se obtiveram resultados pertinentes na secção diferença de médias, verifica-se que não existem diferenças significativas nas âncoras de carreira entre indivíduos que desempenham as diferentes missões das esquadras da FA.

Estes resultados **não suportam a H3b: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos da tipologia de missão.**

A FA dispõe de diversas esquadras de voo que por sua vez desempenham um leque de missões bastante variado. Devido às características e especificidades de cada missão, era esperado que fossem reveladas diferenças significativas face à tipologia de missão.

Apesar de estas diferenças não se verificarem, foram analisadas as âncoras de carreira no que diz respeito a HV (Tabela 8) e podemos observar que os pilotos que possuem mais de 1350 HV (média de HV da amostra obtida) contam com um valor médio superior na âncora de carreira desafio puro quando comparados com os pilotos que possuem menos HV. Este resultado indica que quanto mais HV um piloto possui, maior é a satisfação em tarefas desafiantes e difíceis de superar.

Adicionalmente foram analisadas as diferenças relativas aos dias despendidos em DN no ano transato (Tabela 9) e verificou-se que os pilotos que no ano anterior tinham passado mais de 30 dias (valor médio de dias em DN no ano anterior) em DN obtiveram valores médios nas âncoras de carreira competência de gestão, segurança/estabilidade e desafio puro significativamente inferiores do que os pilotos que passaram menos de 30 dias destacados.

Apesar da média se situar nos 30 dias, é importante salientar que existem pilotos que passaram 150 dias em destacamentos, o que corresponde a aproximadamente meio ano sem o contacto familiar, influenciando assim o nível das motivações e necessidades de um indivíduo.

Similarmente foi analisada a existência de diferenças quanto aos dias passados em MI no ano transato (Tabela 10) e, contrariamente ao sucedido com os DN, verificou-se um valor médio superior na âncora competência de gestão nos pilotos que registaram mais de 27 dias em MI (média de dias em MI no ano anterior), comparativamente aos que passaram menos dias.

Face ao anteriormente exposto, verifica-se que apesar de não haver diferença significativa quanto à tipologia da missão, as âncoras de carreira dependem de outros fatores relacionados com a atividade profissional em questão, como é o caso das HV, dos DN e das MI.

A hipótese 3c afirmava a existência de diferenças significativas nas âncoras de carreira dos PILAV da FA em termos de qualificação. Tendo em conta os resultados obtidos na secção diferenças de médias (Tabela 7), podemos verificar que existem diferenças significativas entre os pilotos com a qualificação de Piloto-Instrutor e os pilotos com as qualificações de Piloto e Co-Piloto para a âncora de carreira desafio puro, sendo que os pilotos instrutores contam com um valor médio superior.

Estes resultados **suportam a H3c: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em termos de qualificação.**

Pelo aqui analisado, **é confirmada parcialmente a H3: Existem diferenças significativas nas âncoras de carreira dos Pilotos Aviadores da FA em diferentes categorias da vida profissional**, pois as hipóteses H3a e H3b não foram suportadas.

Teste da H4. A hipótese 4 afirmava a existência de correlações entre as âncoras de carreira e a carreira proteana. Atendendo aos resultados obtidos na secção de correlações entre variáveis (Tabela 3) podemos verificar que a carreira proteana se correlaciona positivamente, e no nível $p < 0,01$, com as âncoras de carreira desafio puro e estilo de vida.

Pelo aqui analisado, **é confirmada a H4: As âncoras de carreiras encontram-se correlacionadas com a carreira proteana.**

Verificou-se que o valor médio de concordância com a afirmação “Gostaria de ter uma voz mais ativa no desenvolvimento da minha carreira” é bastante elevado, indicando que não é dado aos militares uma grande margem de manobra relativamente às escolhas que este pode tomar sobre a sua carreira, o que diverge da tendência atual de transição para a carreira proteana.

Comparando as afirmações “Preferia voar aeronaves durante toda a minha carreira e não ocupar posições de chefia” com “Preferia voar aeronaves durante mais anos, mas ter a possibilidade de assumir posições de chefia mais tarde”, verifica-se que a reversibilidade é algo em ter em conta relativamente às opções tomadas na carreira, nomeadamente na escolha pela carreira horizontal. No ambiente de incerteza em que vivemos, a irreversibilidade é vista como uma medida bastante castradora do poder de decisão de uma pessoa.

Teste das H5. A hipótese H5a afirmava a existência de uma relação positiva entre a carreira em progressão horizontal e a âncora de carreira competência técnica/funcional. Tendo em conta os resultados obtidos na secção de correlações entre variáveis (Tabela 3), verifica-se que a carreira em progressão horizontal se correlaciona positivamente, ao nível $p < 0,05$, com a âncora competência técnica/funcional.

Pelo aqui analisado, **é confirmada a H5a: A carreira em progressão horizontal está relacionada de forma positiva com a âncora de carreira competência técnica/funcional.**

Tendo em conta que a âncora de carreira competência técnica/funcional se relaciona com o desenvolvimento das competências nas áreas funcionais específicas dos indivíduos, já era esperado que esta âncora se correlacionasse com a carreira em progressão horizontal de forma positiva, uma vez que nesta tipologia de carreira as movimentações dos recursos humanos são realizadas em torno das funções e não por hierarquia, e o seu planeamento é efetuado em função de perfis de competências.

Na hipótese H5b consta a afirmação de que existe uma relação negativa entre a carreira em progressão horizontal e a âncora de carreira competência de gestão. Considerando os

resultados obtidos na secção de correlações entre variáveis (Tabela 3), pode-se verificar que, apesar de negativa, a correlação existente entre a carreira em progressão horizontal e a âncora competência de gestão não é significativa.

Pelo aqui analisado, **é rejeitada a H5b: A carreira em progressão horizontal está relacionada de forma negativa com a âncora de carreira competência de gestão.**

Por comparação à explicação da hipótese anterior (H5a), era esperado que houvesse uma correlação negativa significativa entre a carreira em progressão horizontal e a âncora de carreira competência de gestão, uma vez que os indivíduos com este tipo de âncora desenvolvida sentem uma maior realização pessoal com a ascensão a altos cargos de chefia e quando são desafiados pelas suas capacidades de gestão, manifestando assim uma natural preferência por uma carreira em progressão vertical.

Apesar de não se encontrarem diferenças significativas, é de realçar o valor de concordância para com a afirmação “A secretária não é uma aeronave aliciante”, que se encontra bastante próximo do seu valor máximo. Com isto, pode-se inferir que os pilotos não sentem realização profissional nem anseiam a execução de tarefas administrativas, que em nada se relacionam com o voo.

6. CONCLUSÕES

Tendo em consideração os objetivos propostos no início do presente estudo, vai ser avaliado se os mesmos foram atingidos com sucesso e se a pergunta de partida pode ser efetivamente respondida.

No que diz respeito à pergunta de partida: “A Carreira em Progressão Horizontal constitui-se como uma opção viável para os Pilotos Aviadores da Força Aérea Portuguesa?”, conclui-se que sendo a âncora de carreira competência técnica/funcional uma das âncoras mais desenvolvidas pelos PILAV, esta tipologia de carreira que privilegia a gestão por competências adequa-se fortemente aos interesses pessoais e às necessidades da organização. Devido ao seu complexo nível funcional, a especialidade PILAV caracteriza-se por um longo e dispendioso período de formação e consecutivo período de aprendizagem e treino contínuo, uma vez que são necessárias várias HV para obter e manter qualificações de voo, por forma a que os pilotos se encontrem habilitados para o cumprimento das missões atribuídas à FA.

Ao fazer o alinhamento da carreira dos seus militares com as suas âncoras de carreira, são proporcionadas vantagens para ambas as partes, indivíduos e respetiva instituição, unidas por uma responsabilidade partilhada. Este alinhamento tem em vista proporcionar a aquisição

de competências, conhecimentos e atitudes, com o intuito de alcançar os objetivos pessoais e sucesso profissional. Com o incremento da satisfação e motivação dos seus colaboradores, é possível garantir e fortalecer o compromisso organizacional, contribuindo para a obtenção de melhores resultados institucionais.

Ao responder à questão de partida, foi atingido o primeiro objetivo geral que pretendia avaliar quais as âncoras de carreira mais desenvolvias pelo Oficial Piloto Aviador da FA. Foi concluído que as âncoras estilo de vida e competência técnica/funcional são as mais notórias nos pilotos militares portugueses.

Com segundo objetivo geral pretendia-se apresentar vias de melhoria para a gestão de carreiras dos PILAV. É importante salientar que, de uma forma geral, todos os pilotos gostariam de ter uma voz mais ativa no desenvolvimento da sua carreira, significando que é sentido que não estão a ter controlo suficiente sobre a mesma. A aplicação de políticas de carreira Proteana na organização vai de encontro com essa intenção. Inerente à carreira Proteana encontra-se a possibilidade dada ao militar em transitar para um modelo de CPH. Comparando as questões relacionadas com a intenção de voar toda a carreira sem exercer cargos de chefia com a possibilidade de vir a exercer esses mesmos cargos anos mais tarde, foi observada uma preferência pela possibilidade de reversibilidade, devendo assim ser incluída esta possibilidade aquando da possível implementação da progressão horizontal.

Com base em todos os resultados obtidos, é sugerido que seja criado um conjunto de benefícios que deverão ir ao encontro com a âncora estilo de vida, colmatando diversos problemas e proporcionando uma harmonia da sua profissão com a vida familiar, assim como com a âncora competência técnica/funcional, aumentando a permanência destes militares na execução de tarefas relacionadas com o voo, contribuindo para o fortalecimento do seu *élan* como Piloto Aviador.

Quanto ao primeiro objetivo específico, que visava apurar a existência de várias âncoras de carreira dos PILAV desenvolvidas, conclui-se que as âncora de carreira estilo de vida e competência técnica/funcional foram as que obtiveram valores mais elevados, sendo que a âncora menos desenvolvida é a competência de gestão. Este resultado vem reforçar a literatura que afirma a existência de perfis de âncoras de carreira múltiplas.

O segundo objetivo específico pretendia verificar a existência de diferenças significativas nas âncoras de carreira dos PILAV consoante a sua situação pessoal/familiar. Foi concluído que existem de facto diferenças entre pilotos em diferentes situações, nomeadamente ao nível da idade, do estado civil e do número de filhos, relativamente à âncora de carreira estilo de vida. Apesar de não ser condição vinculativa, estes fatores estão de certa forma relacionados, uma

vez que à medida que a idade de uma pessoa avança é habitual que aconteça o compromisso de vida com um cônjuge, que por sua vez é favorável ao surgimento de filhos. A constituição familiar implica que as preocupações, que inicialmente se prendiam unicamente com o indivíduo, sejam voltadas para o seu seio familiar e que seja procurada uma harmonia entre as mesmas.

Apesar de ser um problema já identificado pelos gestores da FA, verificou-se que o equilíbrio entre a carreira e a vida familiar não é o ideal, o que resulta em vários constrangimentos para os militares. Foi observado que cerca de metade dos pilotos já teve de tomar medidas na sua carreira por forma a conciliar o apoio familiar com o seu parceiro, sendo que 61,7% consideram que a sua carreira já influenciou de forma negativa a carreira do seu cônjuge, por vezes de um modo irreversível. Tendo em conta estes resultados, demonstra-se que as alterações impostas na carreira do militar não são exclusivas ao próprio, tendo igualmente repercussões na vida do seu cônjuge e dos seus descendentes, caso existam.

Como acrescento ao objetivo anterior, o terceiro objetivo também pretendia verificar a existência de diferenças nas âncoras de carreira dos PILAV, mas desta vez tendo em conta a situação profissional. As verificações ao nível de diferentes tipos de missão e diferente posto não foram conclusivas, levando a crer que as âncoras não dependem destes fatores. Contudo, a amostra obtida não foi suficientemente grande para concluir com elevada certeza que estas diferenças são inexistentes, devendo deste modo ser analisado um maior universo de perfis de elementos de cada esquadra e de diferentes postos. Já quanto à qualificação, constatou-se que os Pilotos Instrutores têm a âncora desafio puro mais desenvolvida do que os Pilotos e Co-Pilotos, sugerindo que as missões de instrução se constituem como mais desafiantes.

Por não terem sido verificadas grandes diferenças nas categorias anteriores, tentou-se observar disparidades em termos de HV, dias de DN e dias de MI. Relativamente às HV, é possível concluir que quanto mais experiência um piloto adquire, mais desenvolve a sua âncora desafio puro. Quanto ao número de dias em DN temos uma relação inversa, ou seja, quanto mais dias destacados um piloto passa, menor são as suas âncoras de competência de gestão, segurança/estabilidade e desafio puro, levando a crer que, pelo tempo despendido fora de casa, os fatores não relacionados com a família diminuem. Finalmente, quanto aos dias em MI, foi evidente que os indivíduos que passaram mais dias em MI desenvolveram a âncora competência de gestão, o que indica que este tipo de missão enriquece os pilotos em termos de competências administrativas.

Numa tentativa de perceber as repercussões que a diminuição de diferentes âncoras poderia ter nos pilotos que desempenham muitas missões em DN, verificou-se que os pilotos colocados em esquadras de Busca e Salvamento, quando questionados se ponderavam

permanecer na FA após o término do período mínimo obrigatório estabelecido no EMFAR, cerca de metade respondeu que não, sendo que os restantes deram uma resposta de incerteza, dependendo esta resposta na altura da decisão, verificando-se que apenas um piloto respondeu que sim, ponderava permanecer na instituição. É importante salientar que, apesar da média de dias em DN ser de 30 dias, existem pilotos que passaram 150 dias destacados no ano transato, o que corresponde a aproximadamente meio ano longe da família. Devido a este resultado, é justificativo ter-se observado que um número significativo de pilotos demonstra preferência por uma esquadra que não realizasse DN. Estes resultados indicam que estes pilotos não se encontram satisfeitos nem motivados, e assim deverá ser equacionada uma estratégia para inverter a situação atual, sendo o equilíbrio entre a vida familiar e profissional o principal enfoque.

Relativamente a este problema, a carreira em progressão horizontal poderá constituir-se como uma solução, uma vez que com a sua aplicação será possível prolongar a permanência dos pilotos nas suas funções, resultando assim num maior número de pilotos qualificados e aptos a desempenhar as missões da FA. Por sua vez, esta hipótese possibilitará uma maior rotatividade de pilotos, especialmente em DN. Deste modo, serão evitados casos de indivíduos que passem longos períodos afastados das suas famílias.

O quarto objetivo específico visava averiguar a existência de relações entre a carreira proteana e as âncoras de carreira, sendo possível concluir que existem correlações significativas entre este conceito de carreira e as âncoras desafio puro e estilo de vida.

Cada vez mais, a carreira Proteana tem-se sobreposto à antiga conceptualização de carreira tradicional, caracterizando-se como uma carreira de diversos sentidos que vai de encontro com as experiências e ambições pessoais, como também às necessidades das organizações.

Por fim, o quinto objetivo específico que visava constatar a existência de relações entre a carreira em progressão horizontal e as âncoras de carreira foi alcançado, tendo sido encontradas relações positivas com as âncoras competência técnica/funcional, serviço/dedicação a uma causa e desafio puro.

Pelo já referido anteriormente, é percebido o ajustamento que a âncora competência técnica/funcional tem para com a carreira horizontal, uma vez que ambos os conceitos se orientam pelo desenvolvimento de competências. Todavia, esta âncora é transversal a várias profissões. É extremamente interessante o facto de esta tipologia de carreira se correlacionar igual e positivamente com as âncoras serviço/dedicação a uma causa e desafio puro, uma vez que estas foram descobertas através da análise de perfis de militares.

A FA é parte integrante do sistema de forças nacional, tendo como missão a cooperação de forma integrada na defesa militar da República. Deste modo e relacionado com o serviço, verifica-se que este Ramo está orientado para possibilitar a segurança e o bem-estar dos portugueses e de Portugal, sendo notórias as inúmeras atividades de apoio à população. Pelo facto de cada missão ser diferente da anterior, é proporcionado um ambiente de constantes desafios, sendo necessária uma vasta preparação que contribuirá de forma decisiva para o sucesso da mesma. Devido a este alinhamento com o serviço e dedicação para com a nação, bem como pelo seu desafio puro, verifica-se a existência de uma relação natural entre a carreira em progressão horizontal com a FA e, consequentemente, com as FFAA.

A FA e os seus gestores de recursos humanos têm de estar sensíveis ao universo de militares que gerem, uma vez que nos deparamos com um confronto geracional, onde as respetivas expectativas e motivações são diferentes. A identificação das âncoras de carreira, reconhecidas como uma força estabilizadora dos talentos e habilidades, valores, motivações e necessidades de um indivíduo, constitui-se deste modo como uma importante ferramenta de gestão para a aplicação de medidas ajustadas, tendo em vista o alcance de melhores resultados bem como de elevados níveis de satisfação.

Sendo um projeto bastante aguardado, é desejado que o presente estudo contribua com orientações para a correta implementação da carreira em progressão horizontal, para ir de encontro à vontade das pessoas e da instituição. Esta medida tem de ser cuidadosamente acautelada e disciplinada, por forma a que, posteriormente, seja replicada como sucesso e não como lição aprendida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Baruch, Y., & Rosenstein, E. (1992). Career planning and managing in high tech organizations. *The International Journal of Human Resource Management*, 3, 477–796.
- [2] Bilhim, J. A. de F. (2006). *Gestão Estratégica de Recursos Humanos* (2.a ed.). ISCSP.
- [3] Câmara, P. B. da, Guerra, P. B., & Rodrigues, J. V. (2010). *Novo Humanator: Recursos humanos e Sucesso Empresarial* (4.a ed.). Publicações Dom Quixote.
- [4] Chapman, J. R. (2015). Fostering career management using career anchor theory. In *APA handbook of career intervention: Vol. 2. Applica*. American Psychological Association.
- [5] Coetzee, M., & Schreuder, D. A. M. G. (2014). Career Anchors as a Meta-Capacity in Organizational Career Development. In M. Coetzee (Ed.), *Psycho-social career meta-capacities: dynamics of contemporary career development* (pp. 139–154). Springer International.
- [6] Decreto-Lei n.º 90/2015 de 29 de maio. (2015). Aprova o Estatuto dos Militares das Forças Armadas. Ministério da Defesa Nacional. *Diário da República*.
- [7] Derr, C. B. (1979). More on career anchor concepts: the case of U. S. Naval officers [Technical Report, Naval Postgraduate School]. <http://hdl.handle.net/10945/29998>
- [8] Dionísio, M. (2014, June 23). Falta de pilotos já põe em causa busca e salvamento. *Observador*. <https://observador.pt/especiais/porque-e-que-saem-os-pilotos-da-forca-aerea/>
- [9] Dutra, J. S. (1996). *Administração de Carreiras: Uma Proposta Para Repensar a Gestão de Pessoas*. Atlas.
- [10] Feldman, D. C., & Bolino, M. C. (1996). Careers within careers: Reconceptualizing the nature of career anchors and their consequences. *Human Resource Management Review*, 6(2), 89–112. [https://doi.org/10.1016/S1053-4822\(96\)90014-5](https://doi.org/10.1016/S1053-4822(96)90014-5)
- [11] Gomes, J. F., Cunha, M. P. e, Rego, A., Cunha, R. C. e, Cabral-Cardoso, C., & Marques, C. A. (2008). *Manual de Gestão de Pessoas e do Capital Humano* (1.a ed.). Edições Sílabo.
- [12] Hall, D. T. (1976). *Careers in Organizations*. Scott Foresman & Co.
- [13] Hall, D. T. (1996). Protean Careers of the 21st Century. *The Academy of Management Executive*, 10(4), 8–16. <https://doi.org/10.5465/ame.1996.3145315>
- [14] Hughes, E. C. (1937). Institutional Office and the Person. *American Journal of Sociology*, 43, 404–413. <https://doi.org/10.1086/217711>
- [15] Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. A. (2007). Toward a Definition of Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(2), 112–133. <https://doi.org/10.1177/1558689806298224>
- [16] Lemos, I. da S. M. de. (2011). *Estrutura das Âncoras de Carreira: Estudo Exploratório com uma Amostra de Engenheiros Portugueses* [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Psicologia, Universidade de Lisboa]. <http://hdl.handle.net/10451/4418>
- [17] Marôco, J. (2011). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (5.a ed.). ReportNumber.
- [18] McClelland, D. C., Koestner, R., & Weinberger, J. (1989). How do self-attributed and implicit motives differ? *Psychological Review*, 96(4), 690–702. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.4.690>

- [19] Nabeiro, R. (2010). Prefácio. In Novo Humanator (p. 35). Dom Quixote.
- [20] Nabo, F. M. (2010). Prefácio. In Novo Humanator (p. 27). Dom Quixote.
- [21] Neves, J. M. P. (2017). Carreira Militar – A Progressão Horizontal [Trabalho de Investigação Individual, Instituto Universitário Militar]. <http://hdl.handle.net/10400.26/21492>
- [22] Ramakrishna, H. V., & Potosky, D. (2003). Conceptualization and exploration of composite career anchors: An analysis of information systems personnel. *Human Resource Development Quarterly*, 14(2), 199–214. <https://doi.org/10.1002/hrdq.1060>
- [23] Rocha, J. A. O. (1999). *Gestão de Recursos Humanos*. Editorial Presença.
- [24] Schein, E. H. (1974). *Career Anchors and Career Paths: A Panel Study of Management School Graduates*. Massachusetts Institute of Technology.
- [25] Schein, E. H. (1975). How career anchors hold executives to their career paths. *Personnel*, 52(3), 11–24.
- [26] Schein, E. H. (1978). *Career dynamics: Matching individual and organizational needs*. Addison Wesley.
- [27] Schein, E. H. (1987). Individuals and careers. In J. W. Lorsch (Ed.), *Handbook of organizational behavior* (pp. 155–171). Prentice Hall.
- [28] Schein, E. H. (1990). *Career anchors: Discovering your real values*. Pfeiffer & Company.
- [29] Schein, E. H. (1996). Career anchors revisited: Implications for career development in the 21st century. *The Academy of Management Executive*, 10(4), 80–88.
- [30] Wils, L., Wils, T., & Tremblay, M. (2010). Toward a career anchor structure: An empirical investigation of engineers. *Industrial Relations*, 65(2), 236–256. <https://doi.org/10.7202/044301ar>

PROJETO DE ENSOLEIRAMENTO GERAL COMBINADO COM PRÉ-ESFORÇO E MELHORAMENTO DO SOLO - APLICAÇÃO AO CASO DE HANGARES PARA AERONAVES DE GRANDE PORTE



Autor

Pedro Miguel Ferreira Ventura Caseiro, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em
Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia de Aeródromos
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador

Professor Doutor Jaime Alberto dos Santos
Instituto Superior Técnico, Lisboa

Coorientador

Rui João Santos Campos e Ramos, Major Engenheiro de Aeródromos
Força Aérea Portuguesa, Lisboa

Resumo: Com a aquisição das aeronaves Embraer KC-390 Millennium pela Força Aérea Portuguesa, é necessário criar infraestruturas para satisfazer as necessidades de operação, como os hangares, que são infraestruturas destinadas ao estacionamento, à manutenção, à inspeção e à reparação de aeronaves. No presente estudo é desenvolvido um projeto para as fundações do hangar a construir na Base Aérea N.º 6 localizada no Montijo, baseado nas características do terreno de fundação no local de implantação, tendo em vista a construção da laje do pavimento recorrendo a uma solução de ensoleiramento geral combinado com pré-esforço e melhoramento do solo.

São seguidas as várias fases do projeto desde a definição da superestrutura do hangar até às componentes geotécnicas e estruturais das fundações. O dimensionamento e análise são efetuados tendo em consideração a regulamentação em vigor em Portugal, nomeadamente, Eurocódigos e os anexos nacionais respetivos.

Ao longo do estudo descreve-se a metodologia de análise do solo, realizada a partir dos ensaios geotécnicos (SPT e DPSH), executados para a caracterização dos parâmetros que simulam o comportamento do terreno. Posteriormente, são descritos os princípios adotados para a escolha da solução estrutural, quantificando as ações e combinações consideradas no dimensionamento, necessárias nas verificações de segurança da estrutura aos Estados Limites Últimos e de Utilização. São também descritos e definidos os materiais estruturais para proceder à modelação do terreno de fundação e da laje, usando o SAP2000®, que é um programa de cálculo automático, amplamente utilizado em análise de estruturas.

Palavras-chave: Ensoleiramento; Fundações; Hangar; Pavimento; Pré-esforço.

1. INTRODUÇÃO

Desde o primeiro voo, com a passarola de Bartolomeu de Gusmão em 1709, que a evolução na aviação se deu no sentido da motorização, efetivada no início do século XX. A partir de então, a evolução foi exponencial, utilizando diferentes materiais estruturais até aeronaves maiores, mais pesadas e mais especializadas. Para acompanhar o crescimento das aeronaves é essencial que as infraestruturas que as servem, satisfaçam as suas necessidades de acordo com requisitos específicos. Uma das infraestruturas principais para este efeito é o hangar, que se destina ao estacionamento, à manutenção, à inspeção e à reparação de aeronaves.

Com a recente aquisição, por parte da Força Aérea Portuguesa (FA), da aeronave de transporte tático/logístico e reabastecimento em voo, Embraer KC-390 Millennium, é necessário criar infraestruturas para poder operar estes meios. Com a reorganização do dispositivo da FA,

foi estudada a possibilidade de esta nova aeronave ser operada a partir da Base Aérea Nº 6 (BA6) localizada no Montijo. Para que a estrutura seja versátil, serão tidas em conta as diferentes aeronaves utilizadas pela FA que poderão utilizar o hangar, como o Lockheed C-130H/H-30 Hercules e o helicóptero de transporte médio Agusta-Westland EH-101 Merlin.

A BA6 está localizada numa zona onde o terreno é predominantemente aluvionar e, portanto, de má qualidade para a implementação de infraestruturas com elevada dimensão. Neste sentido, as fundações desempenham um papel vital pois garantem a estabilidade global da estrutura, e que neste caso específico são um desafio (Pereira, 2014). A solução estudada contempla o dimensionamento de um ensoleiramento geral, considerando as cargas neste aplicadas, com maior relevo para as provenientes da aeronave, satisfazendo as condições regulamentares de segurança em vigor em Portugal. Para a análise estrutural será modelada a estrutura, utilizado o programa tridimensional de elementos finitos, SAP2000®.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A superestrutura do hangar foi previamente definida pela FA para ser capaz de receber duas aeronaves KC-390 (Figura 1, vista em alçado), considerada a aeronave de projeto, por ser aquela que reúne as características (Tabela 1) mais desfavoráveis no dimensionamento do pavimento e da estrutura (Embraer, 2020).

Tabela 1 – Características de dimensionamento da aeronave KC-390 Millennium

Característica	Embraer KC-390 Millennium
Comprimento [m]	35,2
Envergadura [m]	35,05
Peso Vazio [kg]	51.000
Espalho [m]	,43
Embasamento [m]	11,89
Pressão dos pneus	5,9 Bar / 85 PSI (Trem de nariz) 7,2 Bar / 105 PSI (Trem principal)

A solução proposta apresenta um comprimento total de 130 metros, com uma largura de 61,5 metros e 28 metros de altura máxima. As cargas provenientes da superestrutura, são apenas reações na base dos pilares, pois estes estarão rotulados na base, não havendo passagem de momentos fletores. Estas cargas estão aplicadas nas extremidades da laje do pavimento do hangar que suporta as ações das aeronaves, e apresenta um comprimento de 109,25 metros e 48 metros de largura.

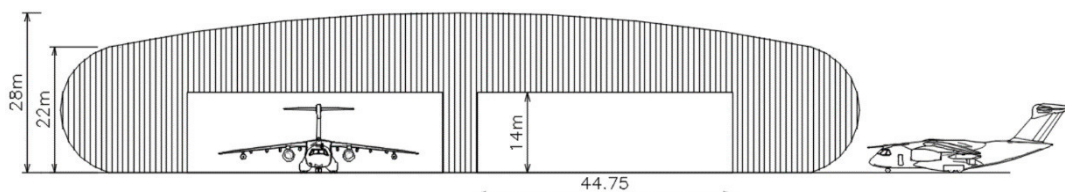


Figura 1 - Vista em alçado do hangar

3. INTRODUÇÃO À METODOLOGIA DO CÁLCULO DE FUNDAÇÕES

Para aferir os parâmetros geotécnicos a adotar na modelação da estrutura com rigor foi necessário conhecer a história do local, para perceber a origem dos materiais presentes na atualidade. A atual BA6, anteriormente Centro de Aviação Naval Sacadura Cabral, foi construída, em parte, por cima do rio, através de um aterro que regularizou à cota aproximada de 2 metros.

3.1. Modelo Geológico-Geotécnico

No final de 2019 e início de 2020 a empresa Betoteste – Gabinete de Estudos de Geotecnia, Lda. realizou diversos ensaios SPT “*Standard Penetration Test*” e DPSH “*Dynamic Probing Super Heavy*” no local de implantação do hangar. Os ensaios foram dados como terminados quando se atinge a “nega” ou quando se verificou que não existia necessidade de continuar devido ao conhecimento prévio da espessura das camadas aluvionares com espessuras na ordem de algumas dezenas de metros, para os SPT, e aos 10 metros, para os DPSH. Assim, a profundidade atingida foi entre os 15 ou 30 metros de profundidade. Estes ensaios servem para determinar as propriedades mecânicas dos solos (Santos, 2011) (Martins & Miranda, 2003). Os ensaios SPT permitem a retirada de amostras dos solos intersetados pela furação, pelo que foi possível perceber a existência de diversas camadas como formações recentes, aluviões arenosos e argilosos, a existência de fósseis, e da Formação de Santa Marta.

Para perceber a variação em profundidade das diferentes camadas, foram desenhados os cortes do terreno, no programa Autodesk AutoCAD®. Uma vez que os ensaios não foram muito além dos 30 metros de profundidade, em muitos deles a camada rígida da Formação de Santa Marta não foi intersetada porque, de acordo com Pais *et al.*, foram efetuadas sondagens que indicam espessuras na ordem dos 60 metros para os aluviões e/ou aterros na zona da península de Setúbal e no leito do Rio Tejo (Pais, *et al.*, 2005). Para esta camada, em que não existe informação dos ensaios, a profundidade foi ponderada com base nas curvas de nível do leito do rio representadas na carta militar.

Para a análise foram consideradas 5 camadas: Recente – Areia do Aterro (At), Aluviões Arenosos (A1), Aluviões Argilosos Superiores (A2s), Aluviões Argilosos Inferiores (A2i) e a Formação de Santa Marta – Areia (Psm). Deste modo, foi possível representar os diferentes cortes do terreno, que facilitaram a modelação tridimensional do terreno no programa de elementos finitos SAP2000®.

3.2. Modelação do terreno e determinação de rigidez

O módulo de elasticidade atribuído a cada camada, foi determinado tendo em conta o material constituinte e as correlações a partir dos valores médios de NSPT, obtidos nos ensaios de campo efetuados, com as devidas correções, para solos arenosos, como apresentado na expressão (1) e argilosos (Santos, 2011)].

$$(N_1)_{60} = (ER_r/60) \times \lambda \times C_n \times N_{60} \quad (1)$$

Com a geometria e o solo caracterizado (Tabela 2), foi possível modelar o terreno no programa de elementos finitos, tendo sido aplicada uma carga uniformemente distribuída pela área e analisados os assentamentos verificados para essa carga.

Tabela 2 – Parâmetros geotécnicos para modelação do terreno

Camada	Peso volúmico (kN/m³)	Modulo de elasticidade (kPa)	Coeficiente de Poisson
A _t	17,64	4 110	0,3
A _{2^s}	15,68	2 573	0,49
A ₁	20,58	45 000	0,3
A _{2ⁱ}	19,6	7 350	0,49

Assim, tendo a força aplicada e o assentamento resultante (δ) foi possível, através da lei de Hooke (2), obter a rigidez (k) correspondente (Pinheiro, 2011)].

$$F = k \times \delta \quad (2)$$

A rigidez equivalente do terreno foi então calculada e dividida pela respetiva área, obtendo assim uma rigidez a aplicar por m². Na Figura 2 está representada em planta as isolinhas de rigidez obtidas para a área do hangar.

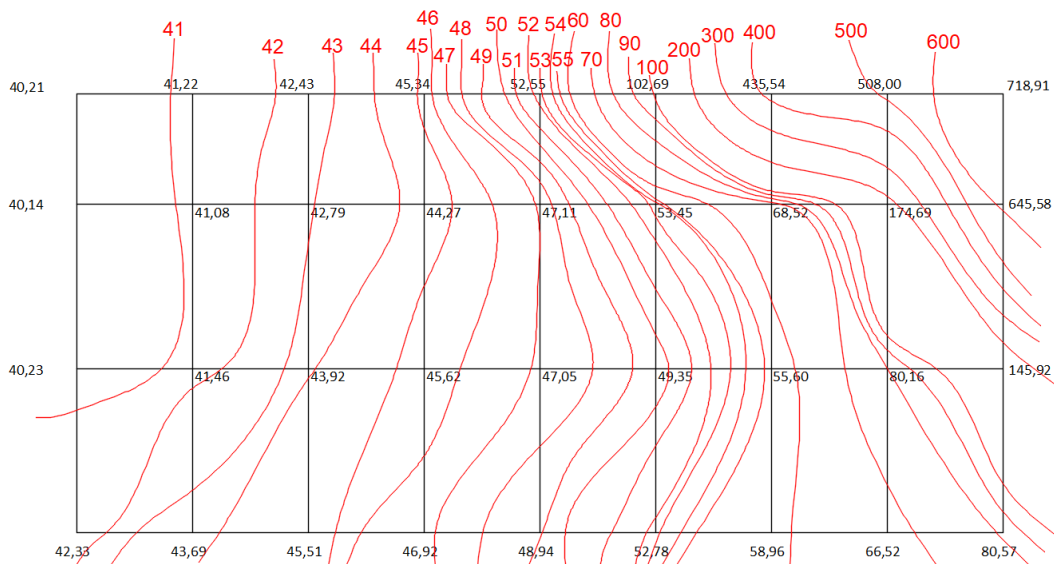


Figura 2 - Isolinhas de rigidez distribuída em kN/m²

4. CRITÉRIOS GERAIS DE DIMENSIONAMENTO

Na análise e dimensionamento da estrutura adotaram-se os regulamentos em vigor em Portugal, os Eurocódigos (EC0, EC1, EC2 e EC7) e os respetivos anexos nacionais. As cargas aplicadas são do tipo permanentes (peso próprio da estrutura) e variáveis (sobrecarga de utilização do pavimento e a carga proveniente das aeronaves). A sobrecarga de utilização foi considerada da categoria E1 e a aeronave de categoria G, com os respetivos coeficientes de combinação presentes na Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficientes de combinação considerados

Categoria	Valor adotado (kN/m ²)	ψ0	ψ1	ψ2
E1	7,5	1	0,9	0,8
G	-	0,7	0,5	0,3

As combinações de ações consideradas no dimensionamento, preconizadas pelo EC0, são a combinação fundamental para os estados limites últimos, e as combinações frequente e característica para os estados limites de utilização (NP EN 1990, 2009)]. De todas as variações consideradas, as que criam esforços mais acentuados são aquelas que consideram como ação variável de base a ação da aeronave, designadas por ELU2, ELS3 e ELS5.

Tendo em conta as características dos materiais e as condições a que vão estar sujeitos, o recobrimento das armaduras e os materiais utilizados são definidos para satisfazer todos os

requisitos presentes no EC2 e Especificação LNEC E464. Assim, foi escolhido o betão da classe C30/37 com uma razão máxima de água/cimento de 0,55 e uma dosagem mínima de cimento de 320 kg/m³ (LNEC, 2005) bem como o aço para as armaduras A500 NR SD, com ductilidade da classe C.

5. ANÁLISE ESTRUTURAL

5.1. MODELAÇÃO ESTRUTURAL

Na modelação da estrutura adotou-se um modelo simplificado, com uma laje de ensoleiramento de 0,25 m (menor carga permanente para controlar o efeito dos assentamentos diferenciais). A laje foi modelada com elementos de *shell* de 3 e 4 nós, baseada na teoria de *Kirchhoff* que não considera a deformabilidade por esforço transversal. Esta simplificação é aconselhável quando a relação vão/espessura seja maior que 10, o que é o caso (Urmal, 2015). Após a realização de vários testes, concluiu-se que nas zonas do pavimento onde se prevê maior concentração de esforços, a dimensão dos elementos finitos deve ser mais reduzida.

De modo a estar mais perto da realidade, foi definida qual a área de contacto entre o trem de aterragem da aeronave e o pavimento e foi definida uma área representativa de cada conjunto de pneus. Foi calculada a carga a aplicar nessa área para que a carga global aplicada no pavimento seja igual ao peso total da aeronave. A aeronave de projeto tem um trem de aterragem em triciclo com roda dupla no trem de nariz e duas rodas duplas no trem principal. Considerou-se uma distribuição do peso de 95% pelo trem principal e 5% pelo trem de nariz, em que o trem de nariz tem uma área representativa de 1,04x0,5 m e que cada conjunto do trem principal tem 1,19x2,03 m, concluiu-se que a carga a dotar seria de 50kN/m² para o trem de nariz e 100 kN/m² para o trem principal.

Foram realizados testes em modelos simples, variando apenas a dimensão dos elementos de área, para perceber qual a dimensão que otimiza a precisão dos resultados com um esforço computacional aceitável. Concluiu-se que a malha a adotar teria elementos de 1 m na globalidade da laje e elementos com 0,5 m nas zonas de aplicação de cargas localizadas. Para além da posição final da aeronave no hangar (imagem 1 da Figura 3), foram também consideradas outras 2 posições possíveis no percurso que a aeronave faz desde a entrada no hangar (imagens 2 e 3 da Figura 3).

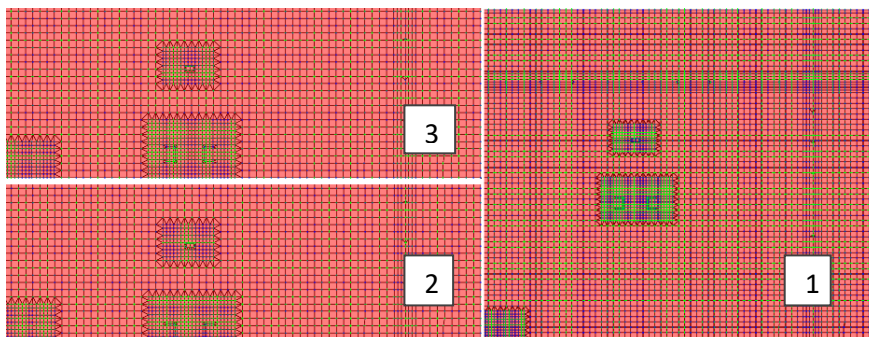


Figura 3 - Diferentes posições da aeronave, 3, 2 e 1 da esquerda para a direita, cima para baixo

A interação entre o solo e a estrutura foi modelada recorrendo a molas elásticas com rigidez atribuída por área, aplicadas em cada nó da malha (modelo de Winckler). A rigidez apresentada na Figura 2 foi calculada para uma carga globalmente distribuída, que não pode ser considerada para as cargas localizadas como são as da aeronave. Para calcular esta rigidez, regressou-se ao modelo do terreno 3D e aplicou-se as cargas das aeronaves na área respetiva, e recorrendo ao mesmo método utilizado anteriormente obteve-se a rigidez para as cargas localizadas, que se verificou ser entre 9 a 10 vezes superior.

Tendo em conta as diferentes cargas, foram produzidos 3 modelos para a análise da estrutura. Assim, diferenciou-se a resposta com a rigidez global do terreno, aplicando as cargas permanentes, e quantificando os esforços a longo prazo, com o módulo de elasticidade reduzido em 1/3 para ter em conta a fluência do betão. Num segundo modelo, foram aplicadas as sobrecargas, com o módulo de elasticidade do betão, associado ao seu comportamento instantâneo. No último modelo foram aplicadas as cargas da aeronave, que por ser uma carga localizada foi atribuída a rigidez local ao terreno.

5.2. Efeito da retração no betão

O betão é um material que apresenta retração, e quando uma parte do elemento tem as deformações restringidas, geram-se tensões internas que originam fissuras. O ensoleiramento, assente no terreno, ao retrair vai deslizar sobre a base gerando forças de atrito que produzem tensões de tração na laje em ambas as direções. A tensão de corte na base, atinge o seu máximo no centro do elemento, como representado na Figura 4. Para a direção de maior desenvolvimento, este esforço foi calculado em 148,2 kN/m, enquanto que na direção 2, este esforço máximo é de 65,1 kN/m.

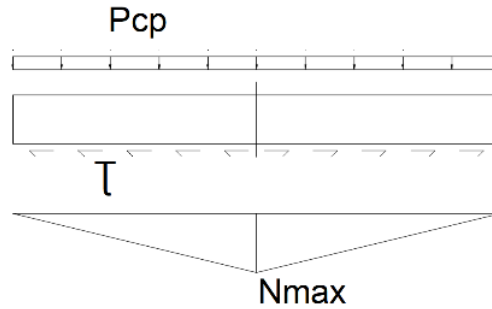


Figura 4 - Tensão gerada na base do ensoleiramento

5.3. Verificação aos ELS

Para controlar as deformações, são definidos limites máximos para as flechas. Por se tratar de uma estrutura sensível, o valor máximo da flecha adotado foi de 1/750 do vão. Assim determinaram-se os assentamentos em vários pontos, para as combinações de utilização, e calculou-se a flecha entre pontos mais representativos comparando posteriormente com o valor admissível. Para a posição final da aeronave os pontos representativos para o cálculo das flechas estão na Figura 5.

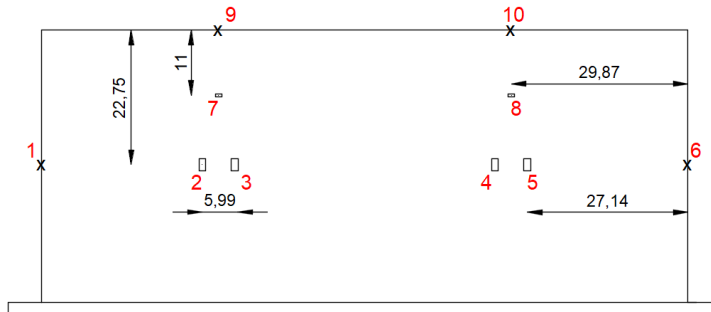


Figura 5 - Pontos para a determinação de assentamentos

Analisando as várias posições da aeronave, verificou-se que as deformações eram superiores às admissíveis. Assim, tomou-se a abordagem de perceber qual o grau de melhoria no terreno necessário para que as deformações fossem aceitáveis. Após várias iterações determinou-se que o terreno teria de ser melhorado em cinco vezes a sua rigidez para que as deformações verificadas fossem inferiores às admissíveis.

O dimensionamento do pré-esforço a adotar na solução baseou-se no controlo da fendilhação. Segundo Appleton (Appleton, 1999), a melhor solução é utilizando um pré-esforço não aderente que garanta que o betão não fendilhe para as ações da flexão e das trações devidas à retração do betão. Comparando o momento de fendilhação, retirando o efeito da retração, com o momento atuante chegou-se ao nível de pré-esforço necessário. Assim, foi definida uma

solução com cabos de 0,6" com traçado reto e a meia altura da secção, com 5 cordões/m, para a direção 1 e 3 cordões/m, para a direção 2, com uma força de pré-esforço útil por cordão de 150 kN. Na Figura são apresentados os cortes da secção transversal para a solução da laje de ensoleiramento geral descrita. Esta solução garante a não fendilhação para a combinação frequente e característica. Para esta carga também a limitação de tensões de compressão no betão é verificada.

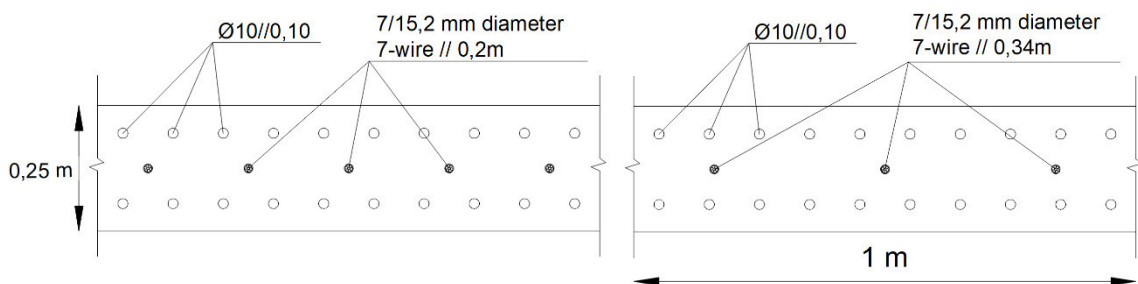


Figura 6 - Cortes transversais da secção de ensoleiramento (para a direção 1 à esquerda e para a direção 2 à direita)

5.4. Verificação aos ELU

A verificação aos Estados limites últimos, garante o não colapso da estrutura. Nesta verificação, a combinação de ações utilizada é a combinação fundamental. Para a flexão, analisou-se quais os momentos máximos aplicados na laje de entre as três posições, que foram de 98,31 kNm para a direção 1 respeitante à posição 2, e de 84,27 kNm para a direção 2 respeitante à posição 1. Para estes momentos de dimensionamento, as armaduras de betão armado a utilizar será uma malha superior e inferior com varões de 10 mm espaçados de 0,10 metros que garantem a armadura mínima.

Para o esforço transversal, foi aferida a necessidade de colação de armadura para este efeito, calculando qual o esforço transversal resistente do elemento sem a introdução de qualquer armadura para este efeito ($VR_{d,c}$) (NP EN 1992-1-1, 2004). Para as duas direções, este valor verificou-se ser superior ao esforço transversal máximo atuante na laje, não sendo por isso necessária a introdução de armadura.

6. MEDIÇÃO E ORÇAMENTAÇÃO

Para um projeto ser competitivo, é importante que a construção seja viável, mas o fator fundamental é o preço final da obra. Para tal, o custo associado à construção pode ser estimado através da quantidade de materiais/trabalhos e dos preços unitários médios de mercado. Neste projeto, os custos prendem-se essencialmente com o movimento de terras e quantidade de betão

e de aço de armaduras de betão armado e de pré-esforço utilizados. Para a atribuição do preço médio de mercado foi utilizado o programa “Gerador de preços” da ©CYPE, software para engenharia e construção. Após ser aferida a quantidade necessária de cada material/trabalho e de atribuído o preço unitário, foi possível calcular o custo de cada trabalho e posteriormente o custo total da intervenção como apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Custo total global da intervenção

Trabalho	Custo (€)
Escavação de terreno	20.530,26
Reposição com ABGE	39.775,74
Transporte para vazadouro	20.766,24
Laje de pavimento C30/37	151.512,27
Armaduras A500	135.245,91
Armaduras de pré-esforço	181.081,61
Custo Total	548.912,03

Este valor representa um custo de 105 €/m² de pavimento. Para se compreender a influência da utilização do pré-esforço na solução, foi estimado o custo para o caso de a solução adotada ser um ensoleiramento geral com espessura corrente de 0,4 m sem pré-esforço. Para este caso, o custo total estimado é de 562 641,00€, o que significa uma diferença de 13 728,97€, ou seja cerca de 2,5%. Note-se que a este valor ainda teria de ser somado o custo associado à construção de juntas e material de preenchimento.

7. CONCLUSÕES

Com a análise do terreno, ficou patente que os maiores problemas associados ao dimensionamento da laje de ensoleiramento são relativos a deformações e esforços devido aos assentamentos diferenciais, por existir uma elevada diferença de rigidez do solo entre as extremidades do hangar. Esta rigidez foi aferida através da Lei de Hooke, aplicando uma força vertical no modelo 3D do terreno no programa de elementos finitos SAP2000®, obtendo-se a deformação vertical do solo de fundação, calculando-se assim a rigidez equivalente. Para controlar os assentamentos diferenciais, minimizou-se as cargas permanentes aplicadas no terreno, tendo-se definido uma solução de ensoleiramento maciço com espessura de 0,25 m.

Para a modelação simplificada no programa de elementos finitos, com elementos de três e quatro nós e a rigidez do terreno simulada através de molas de Winckler, foram testadas várias opções de modelação. Concluiu-se que, a solução que melhor representa a realidade, com

resultados mais precisos, foi obtida com elementos de área de 0,5 m para as cargas localizadas e 1 m para as cargas globais. Analisados os resultados, concluiu-se que esta solução apresenta assentamentos e esforços na laje muito elevados, o que implica ter de se proceder à melhoria do terreno de fundação. Com esta abordagem, a espessura ficou definida, sendo aferido o grau de melhoramento do terreno necessário para que a laje resista aos esforços e assentamentos a que está sujeita. Verificou-se que o melhoramento do solo teria de ser, no mínimo, na ordem de cinco vezes a rigidez atual.

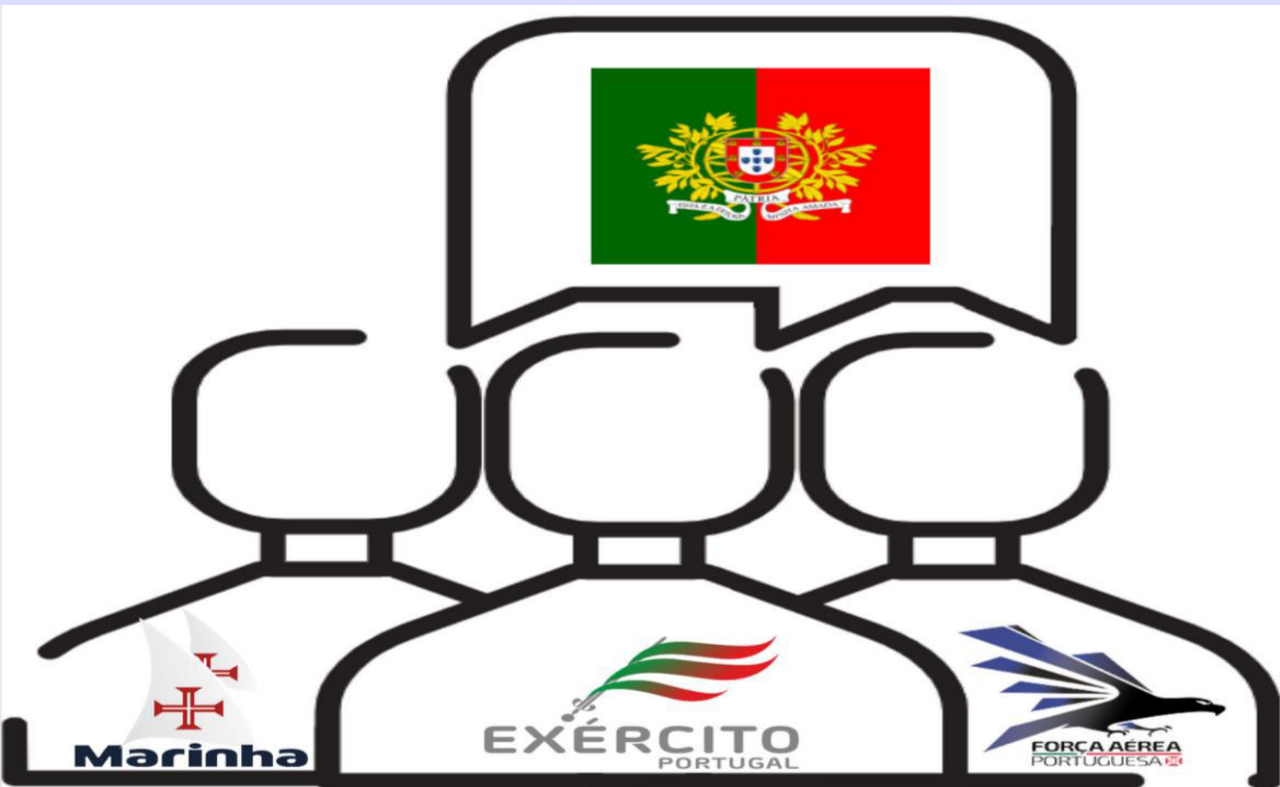
Para contrariar as tensões de tração geradas no betão pela flexão e pelos efeitos da retração é aplicando o pré-esforço, que devido ao traçado simples é de fácil aplicação em obra. Esta solução, para além de controlar a fendilhação, permite a construção de uma solução mais “limpa”, sem juntas no pavimento e com espessura reduzida. Devido a ser um elemento pré-esforçado, verificou-se que a variação dos esforços nas secções fendilhada e não fendilhada, não é muito significativa.

A solução proposta é economicamente mais vantajosa em cerca de 14 000€ que uma solução tradicional de ensoleiramento. Adicionalmente, não requer a realização de juntas no pavimento para controlar a fendilhação e, por ser de reduzida espessura, reduz as cargas permanentes aplicadas no terreno, o que reduz o custo ao nível do melhoramento da capacidade resistente do terreno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Appleton, J. (1999). *Interesse e Vantagens da Aplicação de Pré-Esforço em Edifícios*. Lisboa: IST.
- [2] Embraer. (17 de Maio de 2020). *Embraer: KC-390*. Obtido de <https://defense.embraer.com/br/pt/kc-390>.
- [3] LNEC. (2005). Especificação LNEC E 464:2005. Portugal: LNEC.
- [4] Martins, J., & Miranda, T. (2003). *Ensaios de penetração nos solos graníticos da região norte de Portugal: Algumas correlações*. Guimarães: Universidade do Minho.
- [5] NP EN 1990. (2009). Eurocódigo - Bases para o projeto de estruturas. Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- [6] NP EN 1992-1-1. (2004). Eurocódigo 2: Projecto de estruturas de betão, Parte 1-1: Regras gerais e regras para edifícios. Portugal: Instituto Português da Qualidade.
- [7] Pais, J., Moniz, C., Clavijo, E., Dias, R., Manuppella, G., Machado, S., & Cunha, T. (2005). Notícia explicativa da Folha 34-D Lisboa, no. 1. Lisboa.
- [8] Pereira, H. (2014). *Análise comparada do comportamento de ensoleiramentos estaqueados e grupos correspondentes de estacas*. Porto: Faculdade de Engenharia da Faculdade do Porto.
- [9] Pinheiro, M. (2011). Mecânica e Ondas, fascículo 7. *Mecânica e Ondas*. Lisboa: IST.
- [10] Santos, J. (2011). *Ensaios de campo, Projecto Geotécnico I*. Lisboa: IST.
- [11] Urmal, A. (2015). *Comparação do Comportamento de Elementos Finitos de Equilíbrio para Lajes de Kirchhoff e para Lajes de Reissner-Mindlin*. Lisboa: IST.

A GOVERNANCE DAS FORÇAS ARMADAS NO PLANEAMENTO ESTRATÉGICO MILITAR



Autor

Diogo do Espírito Santo Moreno, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Administração Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Professor Doutor Alcino Tiago Cruz Gonçalves
Instituto Superior de Economia e Gestão, Universidade de Lisboa

Coorientador

Paulo Manuel Vilas Boas Morais, Major de Administração Aeronáutica
Força Aérea Portuguesa, Alfragide

Resumo: A restrição de recursos ameaça o cumprimento das Missões das Forças Armadas portuguesas, o que criou a necessidade de obter ganhos de eficiência através do aumento da integração dos Ramos. No entanto, a literatura destacou vários problemas ao nível da governação das Forças Armadas (FFAA) que têm vindo a ameaçar a eficácia desta integração. Por este motivo, este estudo pretende diagnosticar o nível de adequação do modelo governativo das FFAA portuguesas no âmbito do Planeamento Estratégico Militar (PEM) face às suas necessidades presentes e futuras. Este estudo foi suportado por entrevistas estruturadas e semiestruturadas, um inquérito por questionário e análise documental. A amostra dos participantes inclui militares com funções no PEM ou na gestão de recursos financeiros. Os resultados evidenciam um modelo governativo predominantemente clássico de *Public Administration* que não se encontra suficientemente adequado para responder às necessidades integrativas das FFAA. Este estudo permite identificar os principais obstáculos à integração dos Ramos e medidas que os poderão minimizar, e serve ainda como evidência empírica quer para validar a relevância de modelos governativos que incentivem a colaboração em redes interdependentes, quer para validar o impacto que fatores não-rationais (como a cultura organizacional) podem ter na governação de entidades públicas.

Palavras-chave: *Governance*, Planeamento Estratégico Militar, Integração, Eficiência, Cultura Organizacional.

1. INTRODUÇÃO

Têm sido apontados vários problemas ao nível do financiamento da Lei de Programação Militar (LPM) que podem pôr em causa o cumprimento das Missões das Forças Armadas (Delgado, 2017; Mata, 2013; Tribunal de Contas, 2017; Tendeiro, 2017, como citado em Costa, 2018). Desta forma, torna-se urgente aumentar a eficácia e eficiência na alocação de recursos (Delgado, 2017; Martins, 2015; Mata, 2013), através da aposta num modelo governativo mais integrado, articulado, cooperativo e colaborativo entre os Ramos, que permita estabelecer relações em rede, edificar capacidades militares conjuntas e criar um planeamento estratégico verdadeiramente conjunto e integrado (Colom, 2017; Delgado, 2017; Favinha, 2016; Rodrigues, 2015; Spiegeleire, 2011).

No entanto, vários autores já avançaram problemas na integração entre os Ramos (Costa, 2018; Delgado, 2017; Martins, 2015). Desta forma, e não existindo estudos recentes acerca da *governance* militar em Portugal, demonstra-se a necessidade de analisar o modelo governativo das FFAA com o objetivo de perceber a sua adequação face à necessidade daquelas em obter

maior eficiência em todo o processo enquanto respondem com eficácia a todas as suas missões. Assim, desenvolvi a seguinte questão de investigação: Qual o nível de adequação da *governance* das Forças Armadas face às necessidades presentes e futuras do PEM? Para lhe responder, procurei perceber: como se caracteriza o modelo governativo atual da Defesa Nacional e quais as suas vulnerabilidades e potencialidades; que fatores poderão explicar a aparente dificuldade na integração do planeamento estratégico entre os Ramos; e de que forma tenderá a evoluir a *governance* face às necessidades atuais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Teoria da Administração Pública

Public Administration (PA) foi a primeira teoria de Administração Pública (Osborne, 2006; Walker, 1989). Esta linha de pensamento admite que a hierarquia, a burocracia e o cumprimento de regras e normas devem ser os principais mecanismos de governação (Osborne, 2006; Wilson, 1887). A PA recebeu várias críticas por permitir que alguns gestores públicos de topo colocassem os seus interesses pessoais acima dos interesses dos cidadãos e por ser considerada ineficaz e ineficiente na alocação de recursos públicos (Osborne, Radnor & Nasi, 2012).

Consequentemente, no início dos anos 80, devido à vontade de aumentar a eficácia e eficiência dos serviços públicos surgiu a *New Public Management* (NPM). Esta teoria foca-se no aumento da eficiência através dos ensinamentos do setor privado com o objetivo de diminuir os funcionários públicos e a despesa pública (Dunsire & Hood, 1989; Thatcher, 1995, como citado em Osborne, 2006). Contudo, os desafios enfrentados atualmente pelos governos exigem respostas rápidas, flexíveis e inclusivas, executadas a partir de estruturas colaborativas em rede e que considerem a eficiência e eficácia das decisões. No sentido de responder a esta nova realidade, Osborne (2006) decidiu conceptualizar estas ideias numa nova noção: a *New Public Governance* (NPG), centrada em conceitos como colaboração, interdependência e confiança.

Governance é, assim, um termo mais lato do que *management* já que inclui não só a gestão *per se* como também os processos de planeamento e de tomada de decisão (Ansell & Gash, 2007). Este novo paradigma admite que, devido à complexidade do sistema político e social, a eficácia do fornecimento dos serviços públicos depende da colaboração e confiança existentes em redes inter-organizacionais entre o governo e atores dos setores público, privado e não-lucrativo (Lindsay, Osborne & Bond, 2014; Osborne et al., 2012). Surge, assim, o conceito de *Collaborative Governance*.

Apesar da evidência do sucesso deste tipo de relações de parceria, Bryson, Crosby & Stone (2006) afirmam que as relações de colaboração exigem muito empenho e que nem sempre são reunidas as condições para criar o nível de confiança necessário. Para perceber que fatores influenciam a dinâmica colaborativa das organizações, Emerson, Nabatchi & Balogh (2012) desenvolveram um modelo que apelidaram de Regime de Governação Colaborativa. O modelo está organizado em seis componentes: o Contexto do Sistema, os *Drivers*, a Dinâmica Colaborativa, a Ação Colaborativa, os Impactos e a Adaptação. O Contexto do Sistema engloba variáveis políticas, socioeconómicas, culturais, ambientais e de recursos que influenciam as diversas entidades desse sistema. Este contexto contém elementos (*Drivers*) que podem incentivar o início da colaboração (aqui designada de Dinâmica Colaborativa). Por sua vez, a Dinâmica Colaborativa é composta pelo Envolvimento de Princípios, pela Motivação Partilhada e pela Capacidade para Ação Conjunta. O Envolvimento de Princípios consiste na interação entre diferentes organizações com o objetivo de resolver problemas comuns e criar valor. Engloba princípios básicos como a comunicação aberta, inclusiva, justa e civilizada e a representação de todos os interessados e o seu sucesso promove a próxima fase: a Motivação Partilhada. Esta, por sua vez, refere-se à vertente interpessoal e relacional das relações colaborativas e o seu desenvolvimento potencia o Envolvimento de Princípios num “ciclo virtuoso” (Emerson et al., 2012, p. 14). O Envolvimento de Princípios e a Motivação Partilhada em conjunto reúnem as condições que permitem o desenvolvimento da Capacidade para Ação Conjunta. Esta componente do modelo consiste no desenvolvimento de capacidades que permitem gerar resultados que não seriam possíveis atingir isoladamente por cada participante.

Num estudo feito à *governance* da Lituânia, Šiugždinienė, Gaulė, & Rauleckas (2017) identificaram que o seu governo dispõe de um modelo de governação tradicional, com decisões tomadas centralmente. Aqui, apesar de existirem plataformas de interação formais que permitem a colaboração entre instituições, o seu sucesso depende do desenvolvimento e manutenção de relações pessoais entre os membros dessas instituições (Šiugždinienė et al., 2017). Na região da Toscana, na Itália, Iacovino, Barsanti & Cinquini (2017) descobriram que coexistem as três principais formas de *governance*: a PA predomina na experiência dos gestores de topo, a NPM prevalece nos decisores políticos e nas expectativas dos gestores de topo e a NPG pode ser encontrada nas leis e documentos. A fim de justificar esta discrepância, os autores avançam que pode existir resistência à mudança devido à natureza burocrática da cultura dominante em Itália.

Apesar da validade científica e empírica dos modelos apresentados, as teorias e conceitos que procuram explicar as escolhas dos gestores de forma racional têm sido postos à prova pela literatura, tendo sido avançadas novas explicações que tomam em consideração a cultura, as

crenças e os valores das organizações (Denzau & North, 2000; Kooiman & Jentoft, 2009; Leach & Sabatier, 2005; Weare, Lichterman & Esparza, 2014). Kooiman & Jentoft (2009), por exemplo, afirmam que os valores, normas e princípios guiam os decisores de forma implícita, moldando a forma como pensam, julgam e agem. Além disto, Weare et al. (2014) concluíram que apesar da existência de objetivos em comum poder atrair organizações, a colaboração entre elas pode terminar devido a diferenças nas suas visões e modo de atuação individual. Estes resultados são suportados por Denzau & North (2000), que acrescentam que estas diferenças são determinadas pela cultura própria de cada organização, onde as pessoas partilham um modelo mental comum. Assim, o envolvimento das diversas organizações, que possuem sistemas de valores próprios, num processo de aprendizagem interativa – onde as organizações aprendem umas com as outras num processo contínuo e partilhado – é a única forma de tornar esses valores explícitos, identificar diferenças de opinião e de competências e explorar potenciais áreas de criação de consenso (Kooiman & Jentoft, 2009).

2.2. Planeamento Estratégico Militar

O quadro geopolítico mundial pós-Guerra Fria tornou-se mais complexo, imprevisível e dinâmico do que até então, impedindo os Estados de identificar claramente as suas ameaças (Stojković, Kankaraš & Mitić, 2016). Por isto, passou a ser necessário utilizar um modelo de planeamento que permitisse perceber que capacidades devem os Estados possuir para responder, de forma flexível, à incerteza criada por este ambiente. Surgiu assim o Planeamento Baseado em Capacidades (PBC) (Davis, 2002; Rumsfeld, 2001).

Uma ‘capacidade’ pode ser definida como o conjunto de recursos e habilidades que permitem a consecução de tarefas, em circunstâncias específicas e de acordo com os padrões de desempenho definidos, produzindo os efeitos necessários à consecução dos objetivos desejados (Department of Defense, 2019; Stojković et al., 2016).

A nível internacional, desde o seu surgimento, o PBC é o processo de planeamento mais escolhido pelos Estados (Stojković et al., 2016). No entanto, em relação ao modelo de PBC aplicado pelo governo espanhol, Colom (2017) aponta como limitação a inexistência de métricas e metodologias de análise capazes de avaliar o progresso do planeamento, dificultando a incorporação de lições aprendidas em planeamentos futuros. Já Young (2019), argumenta que os comandantes militares das FFAA da Europa central e de leste não dispõem de orçamento nem poder suficientes para garantir uma prontidão adequada das forças. O autor conclui que a descentralização do poder de decisão dos ministérios para os comandantes militares conjuntamente com dotações orçamentais mais elevadas são condições *sine qua non* para criar

forças militares preparadas para responder às suas solicitações. Quanto à Austrália, Young (2006) encoraja a implementação de um centro de comando conjunto que permita estabelecer a ligação entre os militares e as forças de segurança civis e incentive o desenvolvimento de capacidades conjuntas.

Em resposta à incerteza criada pelo novo ambiente geopolítico, Portugal decidiu adotar o PBC em 2011, servindo-se da LPM como o seu principal instrumento de gestão e controlo das capacidades militares nacionais. Aqui, vários são os autores que já realçaram problemas na execução da LPM avançando consequências ao nível do reequipamento das FFAA que podem pôr em causa o cumprimento das Missões das Forças Armadas (Delgado, 2017; Mata, 2013; Tribunal de Contas, 2017; Tendeiro, 2017, como citado em Costa, 2018). Mata (2013) argumenta que apesar do PBC ter introduzido flexibilidade na resposta às ameaças contemporâneas, este apresenta como ineficácias a falta de comprometimento político – materializada num Conceito Estratégico de Defesa Nacional demasiado generalista na definição dos objetivos para a Defesa – e o insuficiente financiamento na sustentação das capacidades. O autor finaliza afirmando que a LPM é frequentemente desrespeitada, constituindo um mero “plano de intenções”, rematando a necessidade de “fazer escolhas e ser realista” (p. 46). Além destas críticas surgem também outras relativas à fraca integração de processos entre os *key players* da Defesa Nacional (Órgãos e Serviços Centrais do Ministério da Defesa Nacional (OSC-MDN), Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFA), Marinha, Exército e Força Aérea). Apesar da existência de documentação estruturante relativa ao planeamento estratégico da Defesa Nacional, esta é alvo de uma interpretação individual por parte de cada um dos *key players* (Delgado, 2017; Martins, 2015). Segundo Delgado (2017), isto potencia dificuldades em harmonizar estratégias e cria duplicações de esforços para alcançar objetivos comuns. Assim, de forma a ultrapassar estas dificuldades, o autor sugere a normalização dos instrumentos de gestão estratégica entre eles. O autor acrescenta ainda que os Ramos possuem algoritmos de avaliação de risco relacionados com a hierarquização e priorização de capacidades militares distintos, tornando incoerente e questionável a adequação das propostas por eles apresentadas. O autor conclui que as restrições de recursos resultam em fragilidades ao nível da interação entre os *key players*, nomeadamente na “falta de consenso”, na “competição pelos recursos” e na “falta de normalização na priorização de capacidades” (Delgado, 2017, p. 39).

Face à urgência em aumentar a eficácia e eficiência na alocação de recursos, vários autores e documentos estruturantes apelam a uma maior integração entre Ramos, apontando para a importância da edificação, de raiz, de capacidades militares conjuntas e de um planeamento da Defesa Nacional conjunto e integrado (Delgado, 2017; Martins, 2015; Mata,

2013; Rodrigues, 2015; L5; L12). No entanto, Rodrigues (2015) argumenta que, atualmente, as capacidades conjuntas resultam da mera junção de meios de cada um dos Ramos, em vez de resultarem do seu planeamento e desenvolvimento de raiz. A este propósito, Madeira (2009) despertou ainda para a necessidade de os Ramos desenvolverem capacidades de cooperação interagência que permitam à Defesa Nacional interagir com outros departamentos do Estado e com entidades civis. A acrescentar às alterações propostas, já Pires (1999) tinha proposto uma reforma da *governance* das Forças Armadas à qual um dos seus entrevistados – o Comandante Moreira – acrescentou ainda que “para além de repensar a organização tem-se que enfrentar as mentalidades” (p. 35).

Assim, é urgente criar capacidades conjuntas e estabelecer relações em rede que permitam uma maior articulação, cooperação e colaboração entre os Ramos (Colom, 2017; Delgado, 2017; Favinha, 2016; Spiegeleire, 2011; Stojković et al., 2016; Tagarev, 2009; Yue & Henshaw, 2009). De facto, Tagarev (comunicação pessoal, 24 de março, 2020) admite que atualmente a tendência dos Estados é já rumo “ao aumento da cooperação (frequentemente *ad hoc*), coordenação e colaboração [entre os atores do setor da segurança]” (tradução do autor) Isto permite criar sinergias numa ótica de *good governance* garantindo o mais elevado grau de segurança e a utilização dos recursos públicos limitados de forma eficiente, transparente e responsável (Tagarev, 2009).

Em conformidade com a revisão de literatura, articulam-se as seguintes proposições:

- P1:** A cultura dos participantes de uma relação colaborativa influencia a colaboração entre si;
- P2:** A restrição de recursos estimula a competição entre os participantes de uma relação colaborativa;
- P3:** A existência de instrumentos de gestão estratégica homogéneos entre participantes de uma relação colaborativa facilita a sua integração;
- P4:** O aumento da confiança, da compreensão mútua, da legitimidade interna ou do compromisso facilita a colaboração entre os Ramos;
- P5:** A utilização das TIC de forma integrada e em rede entre os seus participantes permite melhorar a capacidade de resposta do sistema governativo;
- P6:** Uma maior integração entre os Ramos está associada a uma maior eficiência das FFAA na alocação de recursos.

3. METODOLOGIA

A investigação seguiu uma estratégia de estudo de caso (Fidel, 1984) e numa fase inicial da investigação recorri a uma análise documental dos documentos não-confidenciais com ligação direta ao PEM nacional. Seguidamente, foram realizadas 15 entrevistas, dirigidas a “testemunhas privilegiadas” (Quivy & Campenhoudt, 2003, p.11) e foi utilizado o método de *snowball* na escolha dos entrevistados (Yin, 2016). Todos os militares entrevistados participam ou já participaram em pelo menos uma das fases do PEM e em conjunto dividem-se pelas seguintes categorias de postos: Capitão (1), Oficial Superior (10) e Oficial General (4). Estes militares foram codificados com a letra E seguida de um número aleatório. As entrevistas decorreram entre maio e junho de 2020. Finalmente realizei um inquérito por questionário que foi usado de forma complementar e apenas interpretado qualitativamente.

De acordo com a literatura, vários autores sugerem a adoção de modelos de *governance* mais colaborativos e em rede. Assim, a análise dos dados foi organizada de acordo com o modelo de Emerson et al. (2012) – Regime de Governação Colaborativa. A escolha deste modelo deveu-se à sua relevância na comunidade científica e ao seu ajuste a estudos exploratórios dada a sua natureza detalhadamente descritiva.

4. RESULTADOS: DIAGNÓSTICO AO MODELO GOVERNATIVO DAS FFAA

4.1. Mecanismos de Governance de Osborne (2006)

De acordo com Osborne (2006), os mecanismos de governação predominantes são a Hierarquia (associada à burocracia), o Mercado e a Confiança e contratos relacionais, que correspondem à PA, à NPM e à NPG, respetivamente. No âmbito das entrevistas, a preocupação com a hierarquia e a burocracia foram os mecanismos que mais sobressaíram. Por motivos de enquadramento à realidade de uma força militar, o Mercado foi adaptado para Eficiência (outro conceito-chave da NPM). Finalmente, por se tratar de uma componente do modelo de Emerson et al. (2012), a Confiança foi incorporada no subcapítulo “Motivação Partilhada” deste modelo.

4.1.1. Hierarquia

A constituição, as leis e os demais regulamentos nacionais conferem um caráter hierárquico aos modelos governativo e de planeamento das FFAA (E10; E11; E13). Esta noção de hierarquia é preponderante e essencial na comunidade castrense (E5; E10; E11; E13; E14; E15), uma vez que sem ela as instituições tornar-se-iam disfuncionais (E10). Esta hierarquia facilita a definição de funções e níveis de responsabilidade para os vários intervenientes do PEM

(E7), a determinação de prioridades e a tomada de decisão (E10). Por este motivo, E5 defende o reforço dos poderes do EMGFA com o objetivo de "agilizar e coordenar o aparelho militar", contribuindo para o aumento da força e eficiência do sistema governativo. Por outro lado, esta hierarquia também incentiva a compartimentação entre os Ramos (E7), o que dificulta a implementação de mecanismos transversais, a colaboração entre si e a descentralização da tomada de decisão (E7; E8). Face à velocidade, imprevisibilidade e volatilidade com que o ambiente geopolítico pode mudar (L9) e à delimitação constitucional a que o nosso Estado Democrático está sujeito, E10 alega ser impreterível o reajuste das suas estruturas hierárquicas, dos processos, das plataformas de comunicação e das competências de colaboração.

A política desempenha um papel significativo neste modelo de planeamento estratégico, influenciando a estratégia a seguir, o nível de ambição nacional e a posição nacional face ao alinhamento com as diversas organizações internacionais (E1; E3; E4; E7; E9; E10; E11; E14). Assim, cabe aos órgãos políticos definir as linhas de orientação política para o PEM (E1), definir prioridades e tomar decisões sobre equipamentos a adquirir (ponderadas pelas opiniões e visões dos Ramos) (E3; E6). Desta forma, é possível verificar que, tal como concluído por Young (2019), os militares não têm poder discricionário na tomada de decisão estratégica.

4.1.2. Burocracia

Aliada à hierarquia deste modelo está a burocracia que é vista como um vetor diretor do modelo governativo das FFAA e do planeamento estratégico dos Ramos (E1; E3; E4; E5; E10; E13; E14; E15). De facto, apenas se elaboram Propostas de Forças Conjuntas se as capacidades já tiverem sido definidas nos documentos estratégicos a montante (Conceito Estratégico Militar de 2014 e Sistema de Forças de 2014) (E1). Além disto, E5 argumenta que apesar do desenvolvimento de relações de confiança ser importante, este apenas pode ocorrer "na estrita medida do necessário" e em conformidade com a burocracia definida. Nesta sequência, alguns entrevistados admitem que é importante ter documentos enquadradores (E10; E15) que permitam seguir um planeamento muito bem definido (E3), onde tudo se faz "da forma como está escrita" (E15), permitindo clarificar e facilitar os processos (E4). No entanto, duas vulnerabilidades identificadas na burocracia nacional são a falta de alguns manuais transversais à Defesa – e.g. manuais de gestão de projetos e de processos que requeiram a intervenção de vários Ramos (E7) – e a desatualização de manuais existentes – com destaque para o Conceito Estratégico de Defesa Nacional e o Conceito Estratégico Militar (E4; E7; E8; E13).

Outra lacuna da administração pública em Portugal é a prática de uma "burocracia preventiva", que se foca em demasia em assegurar que os processos contêm todas as garantias,

licenças e verificações antes de avançarem (E4). Isto cria circuitos hierárquicos e burocráticos demasiado "pesados" e lentos (E2; E5; E13), com um elevado número de etapas, que "travam imenso os processos", "inibem imensas iniciativas" (E4) e não têm agilidade suficiente para garantir o cumprimento das missões de forma tempestiva e eficiente (E5; E13). Na raiz deste "embaraço legislativo" (E10), além da "burocracia preventiva" que coloca a ênfase na obtenção de garantias "sempre *a priori* e não *a posteriori*" (E4), está também a existência de vários níveis de decisão (desde os Ramos, passando pelo EMGFA, até aos OSC-MDN) por onde o processo pode passar antes de chegar ao Ministro (E7). Tudo isto faz com que quando finalmente existe exequibilidade financeira para fazer avançar os processos "já é tarde demais e o ano acabou" (E4), limitando a capacidade de resposta das FFAA às ameaças que o nosso país enfrenta (E11). Para minimizar os impactos da burocracia sobre a morosidade dos processos, alguns entrevistados defendem o estabelecimento de mecanismos de lições aprendidas e a aposta no desenvolvimento de relações de confiança que permitam agilizar os processos por vias informais (E4; E6; E10; E11; E15). Além disto, E4 defende a prática de uma "burocracia quente", que confira maior importância aos mecanismos de supervisão, verificação e controlo, inspeção e *accountability* – cuja utilização acaba por deixar de valer a pena no modelo atual devido ao número excessivo de garantias conferidas aos processos *a priori*.

4.1.3. Eficiência

A escassez de recursos financeiros para fazer face às necessidades dos Ramos e ao nível de ambição definido é uma perceção partilhada de forma transversal. Esta escassez manifesta-se num insuficiente financiamento da LPM que, por sua vez, se materializa em lacunas nas capacidades, na manutenção das qualificações operacionais das capacidades militares apenas nos níveis mínimos exigidos e na lentidão na edificação de novas capacidades (E2; E6; E7). Assim, a importância de obter ganhos de eficiência e de economias de escala tem-se vindo a acentuar nos últimos anos (E1; E2; E3; E5; E6; E7; E8; E9; E13; E14; E15; Q1). Por este motivo, vários entrevistados apontam o fortalecimento da integração, das sinergias e dos mecanismos de cooperação entre os Ramos como a melhor solução para os obter (E1; E3; E7; E8; E10; E15; Q4). Neste sentido, existe uma "grande pressão política" (E1) para aprofundar a integração, a articulação e a partilha entre Ramos, nomeadamente através do reforço do comando conjunto das FFAA – sugestão também feita por Young (2006) ao modelo Australiano – e da edificação de um maior número de forças e capacidades conjuntas e integradas (E1; E10; E13; E15; L9). Esta pressão política é, aliás, visível nos documentos nacionais estruturantes do planeamento (L4; L5; L6; L9; L10; L11) e na existência de um critério de priorização de requisitos de

capacidades que beneficia os meios que possam ser empenhados em ambiente conjunto (E1; E2; E3). Tendo em conta as especificidades operacionais de cada Ramo, vários entrevistados defendem que os ganhos de eficiência devem ser procurados nas áreas administrativas, financeiras, logísticas e de apoio, procurando não afetar o produto operacional (E1; E8; E10). Além disto, E6, E8 e E13 argumentam que outro fator fulcral na obtenção de ganhos de eficiência é o desenvolvimento de relações de confiança. No entanto, apesar da preocupação acrescida com a eficiência, muitas vezes a burocracia e as regras de execução e controlo orçamentais impõem que o princípio da legalidade se sobreponha a esta (E10; E13). Pelo que foi dito, torna-se mandatório minimizar a burocracia (E4; E6; E10; E11; E15) e investir na "avaliação transversal dos procedimentos", na "disseminação de boas práticas" e no desenvolvimento de relações de confiança entre os Ramos (E7), apostando na integração de doutrinas, treinos e procedimentos e na conjugação de meios entre si, por forma a obter maior eficácia e eficiência não só para as FFAA, "mas para a Defesa Nacional e para o país como um todo" (E13). Nesta linha, também o Manual para o Planeamento Estratégico Militar do EMGFA de 2020 reconhece como essencial coordenar os setores político, militar e empresarial, aprofundando as relações entre as FFAA, a Base Tecnológica e Industrial de Defesa e o Sistema Científico e Tecnológico Nacional, com o objetivo de fomentar a inovação e encontrar economias de escala que permitam às FFAA suprimir eficientemente as lacunas identificadas (L9; L10). Além disto, de acordo com o já sugerido pelo Tribunal de Contas (2017) – e por Colom (2017) em relação ao modelo espanhol –, E10 realça a importância da mensuração contínua das capacidades militares (que afirma estar em desenvolvimento), ao que E5 acrescenta que deveriam existir um conjunto de *Key Performance Indicators* que permitissem monitorizar a edificação das capacidades, apurar desvios, fazer previsões e, acima de tudo, permitir uma adequada *accountability*.

4.2. Regime de Governação Colaborativa

4.2.1. Contexto do sistema

A génese militar comum dos três Ramos é um fator facilitador da partilha de recursos e valências entre eles (E10) já que o seu 'ADN' cultural os aproxima mais do que os separa (E5). No entanto, alguns entrevistados são da opinião de que é importante não esquecer que os Ramos têm elementos que os diferenciam pela natureza das suas capacidades militares (ex. terrestre, aérea, marítima) (E10). Estas diferenças são designadas por alguns entrevistados de "genética" dos Ramos (E1; E10; E14), o que parece estar relacionado com a ideia de cultura organizacional tal como defendida por Denzau & North (2000). Para E3 estas particularidades

são “impossíveis de contornar”, o que é reiterado por E10 ao afirmar que estas especificidades operacionais incompatibilizam ideias de eficácia e eficiência nas FFAA já que existe uma “necessidade própria dos Ramos em possuir recursos em redundância” para cumprir as suas missões específicas. Por esta razão, E1, E8 e E10 argumentam que os Ramos devem procurar ganhos de eficiência através da integração de áreas não-operacionais. No que toca ao PEM, E3 considera que a intercomunicação entre os Ramos não é essencial uma vez que a estes cabe apenas a apresentação das suas necessidades, competindo aos políticos a tomada de decisão e sua responsabilização perante os portugueses (E6; E11). E3 acrescenta ainda que não considera necessário hierarquizar as prioridades entre os Ramos uma vez que num cenário onde os projetos mais prioritários seriam do mesmo Ramo, não haveria dotação para edificar as capacidades dos restantes. E12 considera que as opiniões acima expõem uma cultura organizacional que dificulta a integração entre os Ramos. De facto, E13 aponta as diferenças nas culturas organizacionais como um dos principais fatores dificultadores da integração dos Ramos. Por este motivo, vários entrevistados consideram que a existência destas ‘barreiras’ tornam urgente uma intervenção ao nível das culturas organizacionais dos Ramos (E13) no sentido de “erradicar estigmas” (E10) e “mudar mentalidades” (E14), mitigando o “espírito corporativista de quintas” (Q3) e terminando com aquilo que E12 descreve como a “busca despropositada de alegado, mas falso, protagonismo corporativo”. E14 alerta então para a necessidade de os Ramos começarem a olhar para a ‘floresta’ e não apenas para a ‘árvore’, atentando no processo de edificação de capacidades como um todo comum e não apenas centrada nos seus próprios processos. E12 conclui que, ultrapassadas as referidas “barreiras mentais”, verifica-se que as dificuldades de partilha entre os Ramos não existem em registos que não sejam de fácil resolução.

4.2.2. Envolvimento de Princípios

A interação inter-Ramos no decurso do PEM apenas ocorre ao nível das capacidades conjuntas (E1), uma vez que cada Ramo é responsável pela sua estratégia genética específica e possui autonomia para conduzir isoladamente os seus programas e definir a prioridade dos seus investimentos (E9). Desta forma, a definição dos requisitos operacionais dos meios a adquirir é efetuada pelo Ramo que os irá operar, sem prejuízo do eventual contributo dos outros Ramos – sobretudo em situações onde estes também beneficiam destes meios (E1; E2).

Por um lado, a adoção do modelo de definição de prioridades definido pela OTAN no ciclo atual, por parte dos três Ramos, permitiu uniformizar este processo – o que não acontecia em ciclos anteriores (E3). Por outro lado, continua a não existir uma metodologia de análise e

resolução de problemas na tomada de decisão (E7), nem uma metodologia comum que permita identificar necessidades e definir requisitos de capacidades de forma integrada entre os Ramos (E14). Segundo E14 este último facto constitui o maior problema que a DGRDN tem na harmonização da proposta de revisão da LPM, considerando essencial encontrar uma ferramenta analítica que possibilite a integração destes processos.

4.2.3. Motivação Partilhada

A construção de relações de confiança é indispensável à criação de um ambiente colaborativo entre organizações e ao desenvolvimento de um bom planeamento estratégico (E6; E8; E11; E12; E13; E14). Estas relações facilitam a coordenação entre membros dos diversos órgãos e permitem acelerar o processo de tomada de decisão (E6), permitindo a criação de sinergias que aumentam o produto operacional e potenciam a obtenção de ganhos de eficiência (E8). E13 argumenta que será o desenvolvimento de relações de confiança o principal indutor de maiores ganhos de eficiência num futuro próximo (E13). Para a construção dessas relações de confiança contribuem a formação comum dada no Instituto Universitário Militar (IUM) aos militares dos vários Ramos (E7; Q4), a transparência dos processos (E4) e a minimização da burocracia (E15). No entanto, estas relações podem ser ameaçadas pela elevada rotatividade dos cargos, pela falta de comunicação entre os níveis político, estratégico e operacional e pela falta de transparência dos critérios utilizados na tomada de decisão política (E7). É, portanto, preciso reforçar a linguagem clara para conferir maior transparência e confiança nos processos (E4) e a confiança mútua (E12), atribuindo maior importância à construção deste tipo de relações (E13). Além disto, E3 afirma que "a *governance* funciona bem porque não é cada um a trabalhar para si", ao que E4 acrescenta que a atual LPM procurou obter capacidades "mais integradas para aquelas que são as finalidades coletivas". Para este compromisso coletivo contribui a existência do EMGFA e do MDN, "onde militares dos três Ramos trabalham para o mesmo fim" (E14). No entanto, a rivalidade que ainda se faz sentir entre os Ramos dificulta significativamente a criação de um compromisso coletivo e a integração das suas estratégias (E13; E15).

4.2.4. Capacidade para Ação Conjunta

A partilha de informações e conhecimento entre os Ramos é indispensável ao aumento da integração das FFAA (E15). Desta forma, a utilização do *know-how* de um grande número de intervenientes através, por exemplo, do estabelecimento de lições aprendidas e da disseminação de boas práticas, permite mitigar a burocracia e tornar mais ágil o desenvolvimento das capacidades militares (E7; E10; E11). Estas sugestões confirmam a importância de se

implementarem sistemas de aprendizagem interativa, tal como preconizado por Kooiman & Jentoft (2009). Se por um lado a formação comum das FFAA no IUM permite criar uma base de valores comum e estabelecer redes de contactos entre os Ramos, melhorando a fluidez da comunicação interorganizacional, por outro, a forte componente hierárquica das instituições militares pode limitar esta fluidez (E7). Na verdade, vários são os entrevistados que salientam a falta de comunicação e partilha de informação de forma tempestiva entre os Ramos como uma vulnerabilidade do sistema governativo, apontando-o como o principal obstáculo à partilha de valências e recursos entre os Ramos (E5; E6; E7; E13; E15). Para este obstáculo contribui a lentidão dos circuitos hierárquicos/burocráticos do sistema governativo, muitas vezes apenas ultrapassada com recurso a soluções *ad hoc* (E7; E13). Para ultrapassar este desafio, E5 e E6 sugerem a criação de uma plataforma integrada entre os intervenientes no PEM que permita comunicar transversalmente e assessorar a tomada de decisão. Assim, E6 defende a criação de células de *procurement* – termo que envolve o ato de comprar bens e serviços para o governo (Hagan, 2009) – com maior efetivo, recursos financeiros e informáticos que a atual DGRDN. Estas células funcionariam como um grande repositório de conhecimento integrado, dispondo de conhecimento operacional, logístico, jurídico e financeiro dos sistemas de armas. Atualmente, as FFAA já utilizam plataformas de gestão informáticas e integradas como o *Enterprise Project Management* (EPM) e o Sistema Integrado de Gestão da Defesa Nacional (SIGDN) para gerir a implementação das capacidades (E7). Apesar da existência destas plataformas, os Ramos continuam a utilizar também diferentes sistemas de informação não integrados para gerir atividades comuns. Além disto, não existem ferramentas de comunicação e organização do trabalho transversais e comuns o que pode dificultar a função de governação das FFAA (E7). Para ultrapassar estas vulnerabilidades, E7 sugere a integração dos sistemas de informação, comunicação e gestão de trabalho, argumentando que isso facilitaria a governação das FFAA e permitiria obter ganhos de eficiência. Desta forma, os Ramos devem interagir mais frequentemente, apostando em mecanismos que possibilitem a intervenção e a comunicação transversal e estratégica de todas as entidades aos diversos níveis (E5; E7; E15).

Vários entrevistados alegam que a partilha de recursos poderá potenciar ganhos de eficiência e de eficácia, razão pela qual defendem o reforço de capacidades e processos conjuntos e integrados entre os Ramos (E3; E4; E7; E8; E10; E11; E13; E15; Q2; Q4; Q5). Atualmente, já existem algumas estruturas que permitem a partilha de recursos entre os Ramos, nomeadamente o Hospital das Forças Armadas, o IUM, o Instituto de Ação Social das Forças Armadas, o SIGDN e o Centro de Ciberdefesa (E1; E4; E7; E13; E14; E15). No entanto, devido

à “genética” de cada Ramo, E14 admite que apesar de existirem capacidades conjuntas entre os Ramos, não existe partilha de recursos entre eles na área operacional.

Por um lado, atualmente já existem vários fatores que facilitam a partilha de recursos e valências entre os Ramos, nomeadamente: a aposta crescente em operações conjuntas e combinadas por parte das organizações internacionais a que Portugal pertence; a vontade expressa do poder político em apostar numa estrutura de forças baseada em capacidades e comandos conjuntos e em partilha de valências; a harmonização de doutrinas e motivação para cooperar proporcionadas pela formação comum ministrada no IUM; a gestão integrada de um instrumento de financiamento único (a LPM); e a existência de plataformas de gestão centralizadas (o EPM e o SIGDN) que possibilitam a gestão de verbas centralmente no EMGFA e OSC-MDN (E7; E13; E15). Por outro lado, os fatores mais dificultadores desta partilha entre os Ramos prendem-se com a existência de uma estrutura hierárquica e burocrática que não favorece essa partilha entre si (E7; E8), bem como com a resistência por parte de funcionários que não concordem com as políticas que promovam uma maior integração dos recursos, criando “entropia” na sua implementação (E14). Assim, focados na obtenção de sinergias, vários participantes salientam a necessidade de os Ramos colaborarem mais entre si, partilhando mais valências, recursos e *know-how* e estando envolvidos em mais processos conjuntos e integrados (E7; E10; E11; E15; Q2; Q5).

4.2.5. Resultados da Colaboração: Capacidades Conjuntas e Integradas

Os imperativos legais do PEM e a evolução da importância dada ao multidomínio – terra, mar, ar, espaço e ciberespaço –, demonstram que a interoperabilidade se tem tornado numa condição base da edificação de capacidades. Esta interoperabilidade garante que as capacidades permitam uma atuação modular e flexível em todos os domínios e que estejam cada vez mais integradas de acordo com as finalidades coletivas das FFAA (E4; L1; L3; L9). Além disto, a edificação de capacidades e de processos conjuntos e integrados permite obter sinergias institucionais e operacionais, economias de escala e ganhos de eficácia e eficiência na aquisição de capacidades (E3; E15). Atualmente, apesar de já existirem algumas capacidades e valências conjuntas e integradas criadas a partir de estruturas comuns (E1; E4; E13; E14; E15), E4 admite que “ainda temos um longo caminho a fazer” uma vez que as capacidades conjuntas das FFAA portuguesas ainda são muito diminutas, afirmando que o que existem são “alguns procedimentos conjuntos e algumas áreas conjuntas que são mais na área do apoio” e que “tudo o resto acaba por ser uma estrutura de Ramos”. Esta estrutura de Ramos é também visível durante o seu planeamento estratégico uma vez que, apesar de “em teoria” o seu produto final ser conjunto e

aprovado em Conselho de Chefes de Estado-Maior, cada Ramo continua a dirigir autonomamente os seus processos de definição de prioridades (E9). Isto ocorre porque todos os Ramos têm efetivas necessidades de se reequiparem, razão pela qual competem pelos mesmos recursos financeiros (E9). Assim, apenas as capacidades militares conjuntas são alvo de Propostas de Forças conjuntas e logo de debate e tomada de decisão conjunta, contribuindo os Ramos apenas na "justa medida" para os objetivos estratégicos estabelecidos (E1). De facto, apesar de a formação comum no IUM aumentar a predisposição para os Ramos cooperarem mais entre si, continuamos muito longe do princípio interagência no qual os Ramos operam em conjunto no multidomínio com elevada interoperabilidade de meios (E4; E11; E13). Assim, E4 defende que as áreas política, económica e social devem ser integradas para se obter um efetivo Comando Holístico (L9), tal como preconizado na Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar. Já E7 admite que, pela "genética" e especificidade de cada Ramo as áreas com "enorme potencial de integração" são especialmente as áreas de apoio como a informática e as infraestruturas, devendo ser centralizadas no EMGFA. Em suma, torna-se necessário integrar doutrinas, treinos e procedimentos entre os Ramos (E13) e reforçar a sua partilha de valências e de conhecimento, apostando numa estrutura de forças baseada em capacidades, estruturas e comandos conjuntos (E4; E7; E13; Q2). Isto permitirá eliminar o "protagonismo corporativo" e reforçará "um propósito verdadeiramente desinteressado em servir nos melhores termos Portugal e os portugueses" (E12).

4.2.6. Relações civis-militares

Têm vindo a ser cometidas novas missões às FFAA no âmbito de atividades de interesse público (E3; E4; E6; E15; L6). Esta crescente participação das FFAA em missões civis e a preocupação com a aquisição de capacidades de duplo uso – meios que possam ter utilização quer militar quer civil (E1; E4) – faz com que o planeamento das FFAA não seja exclusivamente um planeamento militar para operações militares (E15). Contudo, os principais documentos estruturantes do PEM cingem-se maioritariamente a missões militares (E4; E8; E15). Por esta razão, é necessário desenvolver um Conceito Estratégico de Segurança e Defesa que modele a interação entre as FFAA e as entidades civis com quem atuam (E8; E15). Além disto, é indispensável que as FFAA integrem estratégias e partilhem recursos com estas entidades civis para evitar um planeamento *ad hoc* de atividades e recursos (E8; E15) e obter ganhos de eficiência (E13). Estas sugestões vão ao encontro das preocupações de Spiegeleire (2011) e Tagarev (2009) em fazer uma abordagem sistémica no setor da segurança para criar sinergias.

Em linha com o já sugerido por Madeira (2009), isto exigirá que Portugal reforce o princípio de interagência através do aprofundamento das relações entre diversos ministérios (E4; E8).

5. DISCUSSÃO

MODELAÇÃO ESTRUTURAL

É possível distinguir influências de vários tipos de modelos governativos no funcionamento das FFAA portuguesas. Em primeiro lugar, as demarcadas hierarquia e burocracia e a concentração do poder discricionário no setor político sugerem um modelo de PA (Osborne, 2006). Em segundo lugar, a crescente preocupação com a eficiência e outros indicadores de desempenho apontam para influências de NPM (Osborne, 2006). Finalmente, a importância conferida ao aumento da colaboração entre os Ramos, ao desenvolvimento das suas relações de confiança e ao estabelecimento de relações em rede denotam tendências de NPG e *Collaborative Governance* (Emerson et al., 2012; Lindsay et al., 2014; Osborne et al., 2012). No entanto, os resultados sugerem que, muitas vezes, a burocracia continua a sobrepor o princípio da legalidade (PA) à eficiência (NPM). Além disto, a reduzida interação interministerial e as vulnerabilidades apontadas ao nível da integração dos Ramos, exibem um modelo que ainda está longe de ser considerado NPG ou *Collaborative Governance*. Tal como na região da Toscana, parece existir uma discrepância entre a intenção de aumentar a integração dos Ramos por questões de eficiência, prevista nas leis e documentos estruturantes do planeamento estratégico, e a predominância da hierarquia, burocracia e influência política encontradas na prática no modelo governativo (Iacovino et al., 2017). Assim, apesar de os documentos estruturantes manifestarem claras preocupações de NPM, NPG e *Collaborative Governance*, na prática o modelo governativo das FFAA portuguesas continua a ser um modelo predominantemente clássico de PA.

No âmbito do Contexto do Sistema, as diferenças nas suas culturas organizacionais parecem dificultar a integração e a partilha de recursos entre os Ramos. Por este motivo, tal como proposto pelo Comandante Moreira no trabalho de Pires (1999), vários entrevistados defendem a necessidade de mentalizar a organização militar de que a colaboração entre si os fortalece. Estes resultados sugerem que o modelo mental dos decisores molda a forma como pensam, julgam e agem, tal como preconizado por Kooiman & Jentoft (2009). O que foi exposto permite-me concluir que as mentalidades individualistas dos Ramos desfavorecem a colaboração e partilha de recursos entre si. Estes resultados parecem validar o impacto que fatores não-rationais (como a cultura organizacional) podem ter na governação de entidades

públicas, comprovando as conclusões de Denzau & North (2000), Kooiman & Jentoft (2009), Leach & Sabatier (2005) e Weare et al. (2014).

Já no âmbito do Envolvimento de Princípios, a interação entre os Ramos apenas ocorre ao nível das capacidades conjuntas. Esta autonomia para delinear estratégias individuais e definir prioridades isoladamente parece reforçar a ideia de individualismo organizacional, revelando uma estrutura com um reduzido compromisso estratégico entre os Ramos. Aqui, destaca-se a adoção de uma metodologia única de definição de prioridades, colmatando a lacuna identificada por Delgado (2017). No entanto, a inexistência de algumas metodologias transversais conduz alguns entrevistados a sugerir a sua adoção como forma de facilitar a integração dos Ramos. Isto permite validar a relação direta entre a uniformização de instrumentos de gestão estratégica entre os Ramos e a sua capacidade de integração apontada por Delgado (2017).

No que concerne a Motivação Partilhada, o desenvolvimento de relações de confiança é considerado indispensável durante a colaboração por permitir agilizar os processos por vias informais, facilitar a coordenação e acelerar a tomada de decisão, potenciando a obtenção de ganhos de eficiência. Estes resultados comprovam a relação apontada por Šiugždinienė et al. (2017) entre o desenvolvimento de relações interpessoais e o sucesso da colaboração entre instituições. A formação comum dada no IUM aos militares dos vários Ramos contribui para a construção dessas relações de confiança. Isto sugere a validação da ideia de Leach & Sabatier (2005) de que o reforço das normas culturais das instituições durante a formação comum podem predispor os militares a confiar mais uns nos outros, auxiliando a criação de um “modelo mental comum” (Denzau & North, 2000, p. 24). Os resultados parecem sugerir que a criação de confiança e de compromisso entre os Ramos está diretamente relacionada com a sua capacidade colaborativa, tal como sugerido pela literatura de *Collaborative Governance*.

Quanto à Capacidade para Ação Conjunta, os entrevistados sugerem uma relação direta entre a partilha de conhecimento e a eficácia e eficiência do sistema governativo, o que está em linha com o defendido pelos principais autores da literatura de *Collaborative Governance*. No entanto, a lentidão dos circuitos hierárquicos e burocráticos dificulta esta partilha. Por este motivo, os entrevistados sugerem uma maior integração de sistemas de informação. As relações diretas encontradas entre esta integração das TIC e a melhoria da capacidade de resposta das FFAA valida o preconizado por Meijer & Bolívar (2015, como citado em Šiugždinienė et al., 2017).

O subfinanciamento sentido pelas FFAA potencia lacunas nas capacidades existentes, dificulta a edificação de novas capacidades e mantém as qualificações operacionais apenas em níveis mínimos, ameaçando a sua capacidade de resposta às missões para que são solicitadas.

Esta relação entre o subfinanciamento das FFAA e o impacto no seu nível de preparação corrobora o já preconizado por Mata (2013) e Young (2019). Além disto, como todos os Ramos têm efetivas necessidades de se reequiparem, o subfinanciamento incentiva-os a competirem pelos mesmos recursos financeiros. Isto corrobora o sugerido por Delgado (2017) de que a restrição de recursos estimula os Ramos a competirem entre si.

Assim, a fim de responder às necessidades de eficácia, eficiência e efetividade das FFAA, quer os documentos estratégicos mais recentes, quer os participantes deste estudo, sugerem aumentar a integração dos Ramos, indo ao encontro do sugerido por Delgado (2017), Martins (2015) e Mata (2013). Isto passará pelo fortalecimento dos seus mecanismos de colaboração e pelo aumento da partilha de recursos, valências e conhecimento entre si, apostando na edificação de um maior número de capacidades, processos, estruturas e comandos conjuntos e integrados e na integração de doutrinas, procedimentos e sistemas de informação.

Apesar desta vontade integrativa, os resultados expõem uma *governance* com características que a ameaçam. Em primeiro lugar, a estrutura hierárquica e a cultura organizacional dificultam a sua integração. Em segundo lugar, a excessiva burocracia torna os processos lentos e diminui a fluidez na comunicação, sobrepondo o princípio da legalidade ao da eficiência, e ameaçando a capacidade das FFAA para responder de forma eficaz às suas missões. Em terceiro lugar, a inexistência de metodologias transversais entre os Ramos dificulta a integração das suas diferentes propostas. Finalmente, a competição pelos recursos disponíveis dificulta o desenvolvimento de um ambiente colaborativo, ameaçando assim a eficácia, eficiência e efetividade das FFAA.

Deste modo, e respondendo à questão de investigação, apesar de existirem diversas potencialidades no modelo governativo atual das FFAA portuguesas, algumas das suas características desfavorecem a integração dos seus Ramos, revelando um modelo que ainda não está totalmente adequado à satisfação das suas necessidades.

6. CONCLUSÃO

Este estudo pretende analisar o grau de adequação da *governance* das FFAA face às suas necessidades em obter ganhos de eficiência, assegurando a eficácia das suas missões. Assim, é possível concluir que a *governance* ainda não está suficientemente adequada para responder às necessidades integrativas das FFAA portuguesas.

A hierarquia e a burocracia predominantes no modelo governativo sugerem que este se aproxima mais de um modelo de PA. No entanto, quer os documentos legais, quer os

participantes deste estudo parecem reconhecer a importância de adotar características integrativas e colaborativas da NPG e da *Collaborative Governance*, o que pode indicar a direção para a qual o sistema governativo das FFAA está a evoluir. Não obstante, as demarcadas hierarquia e burocracia, a mentalidade corporativista predominante, a inexistência de algumas metodologias transversais e a competição pelos recursos comprometem a integração pretendida. Assim, os participantes deste estudo incentivam à criação de um maior número de capacidades e processos conjuntos, da uniformização de metodologias e doutrinas, do aumento da comunicação e da partilha de recursos e conhecimento.

Este estudo permite identificar os principais obstáculos à integração dos Ramos e algumas medidas que os poderão minimizar, contribuindo para a obtenção dos ganhos de eficiência pretendidos. O estudo serve ainda como evidência empírica quer para validar a relevância dos modelos governativos que incentivam a colaboração em redes interdependentes, quer para validar o impacto que fatores não-rationais podem ter na governação de entidades públicas.

Investigações futuras poderão incluir: uma análise aos sistemas de informação utilizados pelos vários Ramos com o objetivo de identificar pontos de contacto e possíveis vias de integração; um exame aos métodos utilizados para transmitir normas culturais aos militares que permita perceber que alterações incentivariam a criação de uma mentalidade coletiva integradora; uma investigação à estrutura organizacional que permita perceber de que forma se pode mitigar a burocracia enquanto se assegura a verificabilidade e legalidade dos processos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ansell, C., & Gash, A. (2007). Collaborative governance in theory and practice. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(4), 543–571.
- [2] Bryson, J. M., Crosby, B. C., & Stone, M. M. (2006). The design and implementation of cross-sector collaborations: Propositions from the literature. *Public Administration Review*, 66(s1), 44–55.
- [3] Colom, G. (2017). Una revisión del planeamiento de la defensa por capacidades en españa (2005-16). *Papeles de Europa*, 30(1), 47–68.
- [4] Costa, D. F. G. da. (2018). Fatores condicionantes do planeamento por capacidades militares e impacto na programação do investimento da força aérea portuguesa. ISEG | Lisbon School of Economics & Management, Lisboa.
- [5] Davis, P. K. (2002). Analytic architecture for capabilities-based planning, mission-system analysis, and transformation.
- [6] Delgado, C. M. V. (2017). O Impacto da Reforma «Defesa 2020» no Modelo de Financiamento das Forças Armadas. Pedrouços: Instituto Universitário Militar.
- [7] Denzau, A. T., & North, D. C. (2000). Shared mental models: Ideologies and institutions. In S. L. Lupia, A., McCubbins, M. D. & Popkin (Ed.), *Elements of reason: Cognition, choice, and the bounds of rationality* (pp. 23–46). Cambridge University Press.
- [8] Department of Defense. (2019). DoD Directive 7045.20: Capability portfolio management.
- [9] Dunsire, A., & Hood, C. (1989). Cutback management in public bureaucracies: Popular theories and observed outcomes in Whitehall. Cambridge University Press.
- [10] Emerson, K., Nabatchi, T., & Balogh, S. (2012). An integrative framework for collaborative governance. *Journal of Public Administration Research and Theory*, 22(1), 1–29.
- [11] Favinha, J. A. (2016). Estudo prospetivo sobre as Capacidades de Projeção Militar. Instituto Universitário Militar, Lisboa.
- [12] Fidel, R. (1984). The case study method: A case study. *LISR*, 6, 273–288.
- [13] Hagan, G. (2009). Glossary of Defense Acquisition Acronyms & Terms (13th ed.). Defense Acquisition University Press.
- [14] Iacovino, N. M., Barsanti, S., & Cinquini, L. (2017). Public organizations between old public administration, new public management and public governance: The case of the Tuscany region. *Public Organization Review*, 17(1), 61–82.
- [15] Kooiman, J., & Jentoft, S. (2009). Meta-governance: Values, norms and principles, and the making of hard choices. *Public Administration*, 87(4), 818–836.
- [16] Leach, W. D., & Sabatier, P. A. (2005). To trust an adversary: Integrating rational and psychological models of collaborative policymaking. *American Political Science Review*, 99(4), 491–503.
- [17] Lindsay, C., Osborne, S. P., & Bond, S. U. E. (2014). The ‘new public governance’ and employability services in an era of crisis: Challenges for third sector organizations in Scotland’. *Public Administration*, 92(1), 192–207.

- [18] Madeira, C. M. G. R. (2009). O Sistema de Planeamento de Forças Nacional. Implicações da Adopção do Modelo de Planeamento por Capacidades. Instituto de Estudos Superiores Militares, Lisboa.
- [19] Martins, S. A. C. (2015). Custo de Manter uma Capacidades Versus o Custo da sua Reedificação. Instituto de Estudos Superiores Militares, Lisboa.
- [20] Mata, J. A. D. (2013). O Modelo de Financiamento das Forças Armadas. Instituto de Altos Estudos Militares, Lisboa.
- [21] Osborne, S. P. (2006). The new public governance? *Public Management Review*, 8(3), 377–387.
- [22] Osborne, S. P., Radnor, Z., & Nasi, G. (2012). A new theory for public service management? Toward a (public) service-dominant approach. *American Review of Public Administration*, 43(2), 135–158.
- [23] Pires, N. L. (1999). Contributos para a definição de uma estratégia militar estrutural que potencie as operações conjuntas e combinadas. Instituto Universitário Militar, Lisboa.
- [24] Quivy, R., & Campenhoudt, L. Van. (2003). Manual de investigação em ciências sociais (pp. 1–34).
- [25] Rodrigues, A. R. (2015). O conceito de capacidades militares. Uma nova forma de planeamento de defesa. *Jornal de Defesa e Relações Internacionais*.
- [26] Rumsfeld, D. H. (2001). Quadrennial Defense Review Report. Department of Defense.
- [27] Šiugždinienė, J., Gaulė, E., & Rauleckas, R. (2017). In search of smart public governance: The case of Lithuania. *International Review of Administrative Sciences*, 85(3), 587–606.
- [28] Spiegeleire, S. (2011). Ten Trends in Capability Planning for Defence and Security. 1847.
- [29] Stojković, D., Kankaraš, M., & Mitić, V. (2016). Determination of defence capability requirements. *Vojno Delo*, 68(8), 76–88.
- [30] Tagarev, T. (2009). Capabilities-based planning for security sector transformation. *Information & Security. An International Journal*, 24, 27–35.
- [31] Tribunal de Contas (TC). (2017). Relatório n.º 21/2017 - 2.ª Secção Processo n.º 06/2016 – Audit. Execução da LPM em 2015. Lisboa: Tribunal de Contas.
- [32] Walker, L. (1989). Woodrow Wilson, progressive reform, and public administration. *Political Science Quarterly*, 104(3), 509–525.
- [33] Weare, C., Lichterman, P., & Esparza, N. (2014). Collaboration and culture: Organizational culture and the dynamics of collaborative policy networks. *Policy Studies Journal*, 42(4), 590–619.
- [34] Wilson, W. (1887). The study of administration. *Political Science Quarterly*, 2(2), 197–222.
- [35] Yin, R. K. (2016). Qualitative research from start to finish (2nd ed.). The Guilford Press.
- [36] Young, T. D. (2006). Capabilities-based defense planning: Techniques applicable to NATO and partnership for peace countries. *Connections*, 5(1), 35–54.
- [37] Young, T. D. (2019). What are governments in central and eastern Europe not buying with their defence budgets? The readiness clue. *RUSI Journal*, 164(2), 36–55.

REFERÊNCIAS LEGISLATIVAS

- [38] Lei Orgânica n.º 6/2014 – Lei Orgânica de Bases da Organização das FFAA.
- [39] Lei Orgânica N.º 7/2015 – Lei de Programação Militar.
- [40] Lei Orgânica n.º 2/2019 – Lei de Programação Militar.
- [41] Resolução do Conselho de Ministros n.º 26/2013 – Reforma «Defesa 2020».
- [42] Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2013 – Conceito Estratégico de Defesa Nacional.
- [43] Proposta de Lei n.º 4/XIV – Grandes Opções do Plano 2020-2023 (2019).
- [44] Despacho n.º 04/MDN/2011 – Diretiva Ministerial Orientadora do Ciclo de Planeamento de Defesa Militar.
- [45] Despacho n.º 11400/2014 – Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar.
- [46] Despacho n.º 2536/2020 – Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar.
- [47] Manual para o planeamento estratégico militar do EMGFA (2020).
- [48] Diretiva Estratégica do EMGFA 2018-2021 (2018).
- [49] Conceito Estratégico Militar (2014)

AVALIAÇÃO DOS RISCOS PSICOSSOCIAIS NOS PILOTOS AVIADORES DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA



Autor

Miguel Filipe da Cunha Alves, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em
Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador

Professor Doutor José Manuel de Magalhães Guimarães
Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Lisboa

Resumo: Este trabalho de investigação tem como objetivo principal avaliar a que fatores de risco psicossocial os Pilotos Aviadores da Força Aérea Portuguesa (FA) estão sujeitos e observar de que maneira é que variam consoante a sua caracterização sociodemográfica. A amostra, com 62 indivíduos, corresponde a 33% da população-alvo. Os indivíduos apresentaram fatores de *engagement* como a inexistência de comportamentos ofensivos e insegurança laboral. Igualmente, observam o trabalho com possibilidades de desenvolvimento, confiança horizontal, espírito positivo da comunidade no local de trabalho e sensação de significado no trabalho. Exigências quantitativas, ritmo de trabalho, exigências emocionais, influência no trabalho, transparência do papel laboral desempenhado, recompensas, conflitos laborais, apoio social de superiores, qualidade de liderança, confiança vertical, justiça e respeito, satisfação no trabalho e conflito trabalho/família são considerados riscos moderados, que carecerão de medidas de prevenção. As exigências cognitivas revelaram ser um fator de risco severo, podendo necessitar de ações interventivas nesta área. Os investimentos em recursos humanos, financeiros e materiais, na prontidão das aeronaves, implicam que os Pilotos Aviadores se encontrem física e mentalmente na melhor forma para cumprir a missão em excelência. Para isto, é necessário perceber o ambiente psicossocial a que estão sujeitos e, conseqüentemente, a que riscos estão mais vulneráveis, de modo a serem prevenidos.

Palavras-chave: Riscos; Psicossociais; Militar; Pilotos.

1. INTRODUÇÃO

A segurança e saúde no trabalho (SST) são, desde há muito tempo, avaliadas através de medidas que analisam o trabalho e questionam a saúde do trabalhador (depreende a noção de exposição ao risco), ou utilizando medidas que partem da saúde do indivíduo e posteriormente averiguam a sua atividade profissional para compreender o impacto que esta exerce sobre a saúde (neste caso, admite-se que as características laborais das tarefas que exerce podem ser uma causa possível para um estado de saúde que sofreu degradação efetiva, sendo por isso considerado um fator de risco que precisa de ser considerado) (Cavalin & Célérier, 2012).

Não obstante do tipo de abordagem utilizada, é possível afirmar que o tema da SST se mantém corrente pelas mais variadas razões. Entre elas, temos a não solução ou solução pouco eficaz de problemas já há muito identificados e o surgimento de novas alterações e questões relativamente à esfera social, pessoal e laboral. Cada vez mais a literatura referente a relações entre o trabalho e a saúde tem enfatizado a necessidade de analisar as diferentes variáveis, por forma a avaliar de uma forma mais correta as condições do trabalho e conseqüências a ele

inerentes. Com esta análise, os problemas associados à área do trabalho/saúde têm sido refletidos, na legislação, formação e investigação sendo que, recentemente, no domínio do trabalho/saúde se inseriram os problemas dos riscos psicossociais (Costa & Santos, 2013). A mudança permanente no mundo de trabalho resultou, entre outros, em riscos psicossociais considerados como emergentes (ou seja, novos e em crescimento).

O reconhecimento destes riscos (psicossociais) como parte desafiante da SST requer que se compreenda o impacto que estes têm na saúde dos trabalhadores, para criar políticas de intervenção eficazes, tendo em vista uma melhor saúde, segurança e bem-estar (Costa & Santos, 2013).

Neste contexto, Pinho (2015, p.5) refere que “(...) os riscos psicossociais, o stress ocupacional, violência, assédio atualmente são reconhecidos como os principais desafios para a saúde e segurança ocupacional, que os decisores políticos têm de enfrentar ao elaborar medidas de prevenção eficazes.”.

Os riscos psicossociais são, portanto, definidos como sendo os riscos para a saúde mental, física e social, originários das condições de trabalho e por fatores organizacionais e relacionais. Por outro lado, os fatores de risco psicossocial são as condições presentes numa situação laboral e que estão diretamente ligadas com a organização, o conteúdo do trabalho e a realização da tarefa que têm capacidade de afetar o desenvolvimento do trabalho e a saúde (física, psíquica e social) do indivíduo trabalhador (Pinho, 2015).

O *stress* no trabalho pode acontecer quando o indivíduo é sujeito a exigências e pressões no trabalho que não são compatíveis com as suas habilidades e conhecimentos, desafiando a sua capacidade de *coping*. Estando os riscos psicossociais altamente relacionados com o *stress* no trabalho estes são reconhecidos como sendo uma das principais causas de doenças profissionais (Pinho, 2015).

Num contexto geral, apesar de esforços governamentais, a FA e as Forças Armadas (FFAA) estão, no geral, a ter uma diminuição drástica de recursos humanos. Este trabalho, cujo tema está inserido num dos objetivos prioritários da FA, designado por ser a procura da otimização das capacidades através dos recursos existentes (Diretiva Nº 01/09 do CEMFA), faz com que se torne fulcral investigar de que maneira, através dos recursos humanos e materiais existentes, se podem melhorar as condições de trabalho com a implementação de medidas de prevenção eficazes e adequadas. Isto possibilita a diminuição ou eliminação do risco associado às funções. Visto que a FA é uma organização constituída por pessoas com os mais diversos tipos de especialização e com exigências institucionais caracterizadas pelo ambiente militar, não será, portanto, indiferente aos problemas relativos a esta temática. Adicionalmente, sendo a

população alvo um utilizador de sistemas de armas de elevada complexidade e exigência pode ser esperado que estejam mais propensos a atingir valores mais elevados em alguns fatores de risco.

1.1. Objetivos

Este estudo de carácter exploratório nasce pela necessidade de se constatar a realidade psicossocial a que os Pilotos Aviadores (PILAV) da FA estão inseridos, pela importância que esta exerce num indivíduo e, acima de tudo, por não haver ainda trabalhos desta temática para a população, cuidadosamente selecionada para este estudo.

Tendo em linha de conta o problema acima referido, o autor propõe-se a estudar a temática deste trabalho utilizando a seguinte pergunta de partida (PP):

PP – A que fatores de risco Psicossocial estão sujeitos os PILAV da FA no local de trabalho?

Para responder a esta pergunta de partida, pretende-se que os seguintes objetivos gerais (OG) sejam atingidos:

- I. Avaliar a que fatores de risco psicossocial estão sujeitos os PILAV da FA no seu local de trabalho;
- II. Apresentar sugestões de solução para os fatores que se apresentam como tendo um risco severo para os PILAV da FA.

Destes OG são derivados os seguintes objetivos específicos (OE):

- I. Apurar os fatores que se destacam como sendo de situação favorável e de suporte para os PILAV da FA;
- II. Apurar os fatores que se salientam como possuidores de um risco moderado para os PILAV da FA;
- III. Apurar os fatores que se salientam como possuidores de um risco severo para os PILAV da FA;
- IV. Averiguar se existem diferenças significativas nos fatores de risco consoante o perfil sociodemográfico dos indivíduos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Cox (1993), existe um consenso razoável entre autores influentes desta área na revisão de literatura relativamente aos RP/FP no local de trabalho, que são reconhecidos como fontes de *stress* e que têm capacidade de causar danos no trabalhador. Os resultados, sumarizados na Tabela 1, definem um total de dez características de trabalho, de ambiente e

organizacionais consideradas como sendo fatores potenciadores de stress, divididos em duas vertentes principais (conteúdo e contexto do trabalho).

Tabela 1 - Fatores de risco psicossocial (adaptado de EU-OSHA (2012))

Características do trabalho	Exemplos de risco
Conteúdo do trabalho	
Conteúdo do trabalho	Falta de variedade; trabalho sem significado ou fragmentado; subaproveitamento das competências laborais
Carga e ritmo de trabalho	Sub ou sobrecarga de trabalho; <i>machine pacing</i> ; níveis altos de pressão relativamente ao tempo; regularmente sujeitos a prazos de entrega
Horário de trabalho	Trabalho por turnos; trabalho noturno; horários inflexíveis, trabalho fora das horas úteis (incluindo fins de semana) ou de longa duração
Ambiente e equipamentos	Equipamentos inadequados ou com falta de manutenção; más condições de trabalho (falta de espaço, iluminação inadequada e ruído excessivo)
Contexto do trabalho	
Controlo	Baixa participação na tomada de decisão; falta de controlo na carga de trabalho; ritmo; trabalho por turnos...
Cultura e função Organizacional	Falta de comunicação; níveis baixos de suporte a nível de resolução de problemas e desenvolvimento pessoal; falta de definição ou consenso em objetivos organizacionais
Relações interpessoais no trabalho	Isolamento físico ou social; relações precárias com superiores; conflitos interpessoais; falta de apoio social
Papel na organização	Ambiguidade na função; conflito na função; responsabilidade por outras pessoas
Desenvolvimento da carreira	Estagnação profissional e incerteza; salários baixos; insegurança laboral
Interação trabalho-casa	Exigências contraditórias no trabalho e família; pouco apoio familiar; <i>dual career problems</i>

Não obstante das premissas anteriores, a globalização e a inovação constantes da tecnologia fazem com que o mundo do trabalho esteja em transformação constante, fazendo com que existam cada vez mais riscos psicossociais laborais a emergir. Entende-se por risco de SST emergente um risco ocupacional novo e que está a aumentar. Por novo entende-se que: O risco era anteriormente desconhecido e é consequência de novos processos, tecnologias, novos tipos de local de trabalho ou mudanças organizacionais; o risco era um problema que já se mantinha há muito e é agora considerado como tal devido a uma mudança da perceção pública

ou social; ou, porque avanços científicos permitiram que um problema de longo prazo fosse finalmente identificado como risco (EU-OSHA, 2007).

Consequentemente, isto faz com que os trabalhadores deste “novo mundo” estejam a sofrer mais pressão do que nunca nas modernas exigências laborais, tendo-se começado a assistir ao aparecimento de outros riscos emergentes como: novas formas de contratação e insegurança laboral, envelhecimento da força de trabalho, intensificação do trabalho e, fortes exigências emocionais no trabalho (EU-OSHA, 2007, 2012; Pinho, 2015).

Segundo Pinho (2015), “O *stress* não é uma doença, mas pode levar a alterações no modo como os trabalhadores pensam, se sentem ou comportam no trabalho. É importante reconhecer estes sinais precocemente, uma vez que, se forem prolongados, podem levar a problemas de saúde físicos ou mentais, sendo que, em casos extremos, o *stress* de longa duração ou eventos traumáticos no local de trabalho podem levar a problemas psicológicos e ser condutores de perturbações psiquiátricas.” (Pinho, 2015, p. 13).

Como mencionado anteriormente, certas características do trabalho, bem como fatores de risco psicossocial têm consequências para a saúde e bem-estar do trabalhador. Problemas ligados à saúde mental (*stress*, *stress* relacionado com o trabalho, *burnout* e baixa produtividade), os custos que as organizações têm derivadas de problemas de saúde mental no trabalho (absentismo, presentismo e baixa produtividade), e as lesões a que os trabalhadores podem estar sujeitos quando existe uma exposição prolongada a estes fatores de risco são exemplos de consequências dos fatores de risco psicossocial.

3. METODOLOGIA

Para a recolha de dados deste estudo foi aplicado um inquérito por questionário constituído por questões de resposta fechada, de escolha múltipla e de escala linear do tipo Likert. Esta pesquisa caracteriza-se por ter um objetivo geral do tipo exploratório, devido à inexistência de estudos que relacionem diretamente os PILAV da FA e os Riscos Psicossociais, sendo, portanto, uma forma de diagnosticar a (in)existência de fatores de risco psicossocial, e em que áreas estão presentes. “Os estudos exploratórios visam proporcionar uma maior familiaridade com o problema, no sentido de torná-lo mais explícito ou de facilitar a formulação de hipóteses. São usados para conhecer as variáveis desconhecidas, necessárias a uma investigação mais específica e profunda.” (Vilelas, 2009, p. 119).

3.1. Amostra

O presente estudo tem como população-alvo os oficiais da FA da especialidade PILAV, desde o posto de Tenente até ao posto de Major, inclusive. Esta seleção foi realizada tendo em conta que os Aspirantes-a-Oficial e Alferes, por ainda estarem em formação, e, consequentemente, ainda não estarem integrados nas funções a que o estudo se propõe a investigar. Semelhantemente, os oficiais com posto superior ao de Major não foram considerados, para este estudo, pelas suas funções principais já não se encontrarem intimamente ligadas com as esquadras e com a sua atividade operacional.

Os questionários foram enviados a toda a população-alvo, tendo-se obtido uma amostra composta por 62 elementos.

Tabela 2 - Caracterização comparativa da amostra

		n	%
Total		62	100
Posto	Tenente	15	24,2
	Capitão	42	67,7
	Major	5	8,1
	101	3	4,8
Esquadra	201	5	8,1
	301	3	4,8
	501	8	12,9
	502	15	24,2
	504	2	3,2
	552	8	12,9
	601	8	12,9
	751	5	8,1
	802	3	4,8
	Outros	2	3,2

3.2. Procedimento

Por forma a identificar os indivíduos pertencentes à população selecionada, foi solicitado à Direção de Pessoal da FA uma lista atualizada com os efetivos divididos por posto e esquadra de colocação. A aplicação do questionário iniciou-se no dia 13 de fevereiro de 2020 e terminou no dia 21 de abril de 2020, tendo sido divulgado com recurso ao Groupwise e aplicado através da plataforma Google Forms, o que permitiu reunir todas as respostas. O tratamento dos dados foi realizado com recurso ao *software* de análise estatística SPSS.

3.3. Instrumento

O instrumento utilizado para medir os fatores psicossociais presentes na amostra foi o COPSQ (Copenhagen Psychosocial Questionnaire). Este questionário foi criado pelo Danish National Institute for Occupational Health in Copenhagen e validado por Kristensen et. al. (2005).

Em adição, utilizou-se a versão média portuguesa do COPSQ II por ser destinada à inspeção e avaliação de riscos psicossociais no contexto laboral. Esta versão foi traduzida e adaptada por Silva et. al (2011). Por este instrumento cobrir a maior parte das dimensões psicossociais do mundo do trabalho, suportadas pelas suas teorias mais atuais, o COPSQ pode ser utilizado em qualquer tipo de trabalho.

4. RESULTADOS

4.1. Análise Descritiva dos Itens pertencentes ao COPSQ

Seguidamente será feita uma estatística descritiva dos fatores pertencentes ao COPSQ (Tabela 3). A legenda de cores abaixo indicada provém da análise feita por meio de uma plataforma específica da OPP (Ordem dos Psicólogos Portugueses). O verde corresponde a riscos considerados como situação favorável, o amarelo a riscos moderados e o vermelho a riscos severos.

Tabela 3 - Estatística descritiva dos itens pertencentes ao COPSOQ II

Subescalas	N	Média	Desvio Padrão	Subescalas	N	Média	Desvio Padrão
Exigências Laborais				Interface Trabalho-Indivíduo			
EXQ	62	3,26	1,078	INS	62	1,37	0,814
RTM	62	3,53	0,918	SAT	62	3,26	0,778
EXC	62	3,91	0,650	CFT	62	3,53	1,070
EXE	62	3,50	1,098	Valores no local de trabalho			
Organização do Trabalho e Conteúdo				CFH	62	2,39	1,080
IFT	62	3,17	0,796	CFV	62	3,51	0,760
PSD	62	3,54	1,009	JUR	62	3,11	0,773
SIG	62	3,89	0,838	CST	62	4,19	0,608
Relações Sociais e de Liderança				Saúde e Bem-Estar			
PRV	62	2,48	0,786	SAU	62	3,73	0,833
RCP	62	3,95	0,931	PED	62	2,40	1,059
TPD	62	3,72	0,895	BUT	62	2,73	1,039
CFL	62	3,53	0,668	STR	62	2,62	0,961
QLD	62	3,64	0,784	Comportamentos Ofensivos			
ASC	62	3,79	0,639	COF	62	1,09	0,327
ASS	62	3,02	0,849				

4.2. Testes de Diferenças de médias

Realizaram-se diversos testes de diferenças de médias com recurso à análise de testes t-student de amostras independentes e também de testes *One-Way* ANOVA, sendo os últimos seguidos por testes de comparação *Post-Hoc* HSD de *Tukey*, onde se considerou a existência de diferenças significativas entre grupos quando $p\text{-value} \leq 0,05$, como é sugerido por Marôco (Marôco, 2011).

4.2.1. Situação pessoal/familiar

Tabela 4 - Teste de *t-student* para o estado civil

Subescala	Estado Civil	N	Média	DP	Sig.
SAT	Solteiro	23	3,00	0,70	$p < 0,05$
	Casado / União de facto	39	3,42	0,79	

Pela Tabela 4, podemos verificar que existe uma diferença significativa quanto à subescala **SAT**, para os indivíduos casados/união de facto ($M = 3,42$; $DP = 0,79$) e os que se encontram solteiros ($M = 3,00$; $DP = 0,7$), $t(60) = -2,104$, $p = 0,04$.

Tabela 5 - Teste ANOVA para a distância à unidade (kms)

Subescala	Distância à Unidade	N	Média	Desvio Padrão	Sig.
RCP	0 – 30	31	3,5806	1,02	$p < 0,05$
	31 - 120	14	4,2857	,54	
	121->300	17	4,3529	,77	

Observando a Tabela 5, pode constatar-se que existe uma diferença significativa na subescala **RCP** ao nível $p < 0,05$ para a distância à unidade. [$Z(2,59) = 5,706$; $p = 0,005$]. O teste de comparação *post-hoc* HSD de *Tukey* indica que a média dos indivíduos que têm uma distância de sua casa à sua unidade entre 0 a 30 kms ($M = 3,58$; $DP = 1,02$) foi significativamente inferior dos que estão a uma distância entre 31 a 120 ($M = 4,29$; $DP = 0,54$) e 121 a mais de 300 kms ($M = 4,35$; $DP = 0,77$).

4.2.2. Situação profissional

Analisando a Tabela 6, é possível demonstrar que existe uma diferença significativa em todas as subescalas apresentadas. Começando pela subescala **EXC** ao nível $p < 0,05$ para as horas de voo totais [$Z(2,59) = 7,934$; $p = 0,001$]. O teste de comparação *post-hoc* HSD de *Tukey* indica que a média dos indivíduos que têm entre 0 – 500 horas de voo (HV) ($M = 3,5$; $DP = 0,77$) foi significativamente inferior à dos indivíduos com mais de 1500 HV ($M = 4,24$; $DP = 0,47$), sendo que os indivíduos que possuem 501 – 1500 HV ($M = 4,24$; $DP = 0,52$) não mostraram diferenças significativas.

Tabela 6 - Teste ANOVA para as horas de voo totais

Subescala	Horas Voo Totais	N	Média	DP	Sig.
EXC	0 - 500	18	3,50	0,77	p < 0,05
	501-1500	22	3,92	0,47	
	+ 1501	22	4,24	0,52	
EXE	0 - 500	18	2,83	1,25	
	501-1500	22	3,73	0,94	
	+ 1501	22	3,82	0,91	
IFT	0 - 500	18	2,86	0,58	
	501-1500	22	3,01	0,82	
	+ 1501	22	3,57	0,79	
STR	0 - 500	18	2,11	0,78	
	501-1500	22	2,77	1,02	
	+ 1501	22	2,89	0,91	

Na subescala EXE existem diferenças significativas ao nível $p < 0,05$ para as horas de voo totais [$Z(2,59) = 5,395$; $p = 0,007$]. O teste de comparação *post-hoc HSD de Tukey* indica que a média dos indivíduos que têm entre 0 – 500 HV ($M = 2,83$; $DP = 1,25$) foi significativamente inferior à dos indivíduos que possuem 501 – 1500 HV ($M = 3,73$; $DP = 0,94$) e dos com mais de 1500 HV ($M = 3,82$; $DP = 0,91$).

Na subescala IFT existem diferenças significativas ao nível $p < 0,05$ para as horas de voo totais [$Z(2,59) = 5,169$; $p = 0,009$]. O teste de comparação *post-hoc HSD de Tukey* indica que a média dos indivíduos que têm entre 0 – 500 HV ($M = 2,86$; $DP = 0,58$) foi significativamente inferior à dos indivíduos com mais de 1500 HV ($M = 3,57$; $DP = 0,79$). Adicionalmente, a média dos indivíduos que têm entre 501 – 1500 HV ($M = 3,01$; $DP = 0,82$) foi significativamente inferior à dos com mais de 1500 HV.

Na subescala STR existem diferenças significativas ao nível $p < 0,05$ para as horas de voo totais [$Z(2,59) = 4,005$; $p = 0,023$]. O teste de comparação *post-hoc HSD de Tukey* indica que a média dos indivíduos que têm entre 0 – 500 HV ($M = 2,11$; $DP = 0,78$) foi significativamente inferior à dos indivíduos com mais de 1500 HV ($M = 2,89$; $DP = 0,91$), sendo que os indivíduos que possuem 501 – 1500 HV ($M = 2,77$; $DP = 0,91$) não mostraram diferenças significativas.

Tabela 7 - Teste ANOVA para as horas de voo anuais

Subescala	Horas de voo anuais	N	Média	DP	Sig.
RTM	0 - 100	17	3,00	0,94	p < 0,05
	101-200	34	3,91	0,75	
	+ 201	11	3,18	0,87	
IFT	0 - 100	17	3,00	0,59	
	101-200	34	3,02	0,75	
	+ 201	11	3,86	0,88	
ASS	0 - 100	17	2,59	0,73	
	101-200	34	3,26	0,88	
	+ 201	11	2,94	0,70	
SAU	0 - 100	17	4,18	0,73	
	101-200	34	3,62	0,82	
	+ 201	11	3,36	0,81	

Analisando a Tabela 7, é possível demonstrar que existem diferenças significativas em todas as subescalas apresentadas. Começando pela subescala RTM observam-se diferenças significativas ao nível $p < 0,05$ para as horas de voo anuais [$Z(2,59) = 8,084$; $p = 0,001$]. O teste de comparação *post-hoc HSD de Tukey* indica que a média dos indivíduos que fizeram no último entre 101 – 200 HV ($M = 3,91$; $DP = 0,75$) foi significativamente superior à dos indivíduos que fizeram entre 0 – 100 HV ($M = 3,0$; $DP = 0,94$) e dos que realizaram mais do que 201 HV ($M = 3,18$; $DP = 0,87$).

Na subescala IFT existem diferenças significativas ao nível $p < 0,05$ para as horas de voo anuais [$Z(2,59) = 6,000$; $p = 0,004$]. O teste de comparação *post-hoc HSD de Tukey* indica que a média dos indivíduos que fizeram mais do que 201 HV ($M = 3,86$; $DP = 0,88$) foi significativamente superior à dos indivíduos que fizeram entre 0 – 100 HV ($M = 3,0$; $DP = 0,59$) e dos que realizaram entre 101 – 200 HV ($M = 3,02$; $DP = 0,75$).

Na subescala ASS existem diferenças significativas ao nível $p < 0,05$ para as horas de voo anuais [$Z(2,59) = 4,023$; $p = 0,023$]. O teste de comparação *post-hoc HSD de Tukey* indica que a média dos indivíduos que fizeram entre 0 - 100 HV ($M = 2,59$; $DP = 0,73$) foi significativamente inferior à dos que fizeram entre 101 - 200 HV ($M = 3,26$; $DP = 0,88$). Não foram encontradas diferenças significativas dos que realizaram mais do que 201 HV ($M = 2,94$; $DP = 0,70$).

Na subescala SAU existem diferenças significativas ao nível $p < 0,05$ para as horas de voo anuais [$Z(2,59) = 4,215$; $p = 0,019$]. O teste de comparação *post-hoc HSD de Tukey* indica que a média dos indivíduos que fizeram entre 0 - 100 HV ($M = 4,18$; $DP = 0,73$) foi significativamente superior à dos que realizaram mais do que 201 HV ($M = 3,36$; $DP = 0,81$). Não foram encontradas diferenças significativas dos que realizaram entre 101 - 200 HV ($M = 3,62$; $DP = 0,82$).

Tabela 8 - Teste t-student para os dias em DN nos últimos 12 meses

Subescala	DN	N	Média	DP	Sig.
CFV	≤ 29 dias	38	3,68	0,67	$p < 0,05$
	> 29 dias	24	3,22	0,83	

Pela Tabela 8, verifica-se que existe uma diferença significativa quanto à subescala CFV, sendo que a média dos indivíduos que estiveram em DN, no último ano, por mais de 29 dias ($M = 3,22$; $DP = 0,83$) é significativamente inferior à dos que estiveram um total de dias em DN igual ou inferior a 29 ($M = 3,68$; $DP = 0,67$), $t(60) = 2,421$, $p = 0,019$.

5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo serão discutidos os resultados obtidos na presente investigação. No início deste estudo, no capítulo 1 “Introdução” foram colocados OG e OE. Para cumprir o OG i. e os OE i., ii. e iii. apresenta-se uma análise global dos resultados. No subcapítulo seguinte, pretende-se analisar as diferenças de média por subescala encontradas pelos testes de *t-student* (a amostras independentes) e ANOVA (unidirecional) realizados no subcapítulo 4.2 “Comparação de médias”, de maneira a satisfazer o OE iv.

5.1. Análise Global

No âmbito do presente estudo foi elaborado, com base nos resultados da amostra identificada, uma construção (Tabela 3) das pontuações globais do COPSQ que permitem elaborar uma análise do perfil de fatores psicossociais nas dimensões estabelecidas pelo instrumento. Esta análise, permite uma visão mais geral da situação e serve de matriz para a análise e discussão em detalhe. Esta análise tem como base os valores atingidos em Portugal quando da sua validação.

Assim, e tendo em linha de conta a escala de 1 a 5 do questionário, verificamos que existe um *engagement* bem consolidado, ou seja, fatores que constituem a observação positiva da função, o que permite inferir que podem ser o suporte para a resiliência necessária para uma

função de melindre e elevada pressão. Neste contexto os respondentes evidenciam não existirem valências que gerem “comportamentos ofensivos” ($M = 1,09$) nem “insegurança laboral” ($M = 1,37$). Por outro lado, importa realçar que dos dados obtidos podemos retirar que estes profissionais observam a profissão com “possibilidade de desenvolvimento” ($M = 3,54$), sentem o “apoio social de colegas” ($M = 3,79$), assumem o espírito de “comunidade social no trabalho” ($M = 4,19$) e o “significado do trabalho” ($M = 3,89$). Podemos ainda referir que existe “confiança horizontal” ($M = 2,39$) e a “saúde geral” ($M = 3,73$) é positiva.

Relativamente aos riscos moderados, que carecem de políticas de prevenção, salientamos todos os valores 3, dado não atingirem o valor 4. Neste contexto, a atenção deve fixar-se nas “exigências quantitativas”, “ritmo de trabalho”, “exigências emocionais”, “influência no trabalho”, “transparência do papel laboral desempenhado”, “recompensas”, “conflitos laborais”, “apoio social de superiores”, “qualidade de liderança”, “confiança vertical”, “justiça e respeito”, “satisfação no trabalho” e “conflito trabalho /família”. Em resumo, neste âmbito da observação face aos resultados obtidos, e mesmo tendo em linha de conta que se trata de uma função militar, no caso de pilotagem, que obviamente tem regulamentos e normativos especiais, podemos inferir que as exigências, as lideranças, o equilíbrio da relação trabalho família e a satisfação podem ser fatores a ter em linha de conta.

O fator que se apresentou como risco severo é identificado nas “exigências cognitivas” ($M = 3,92$). Estas, são relacionadas com a dificuldade das decisões que têm de ser tomadas, atenção necessária e capacidade de propor ideias novas no trabalho. Posto isto, esta subescala merecerá uma abordagem de detalhe no estudo e discussão dos resultados, pois pode tratar-se de uma situação que careça de práticas interventivas.

5.2. Diferenças significativas por subescala consoante o perfil sociodemográfico

As subescalas avaliadas, Ritmo de Trabalho (RTM); Exigências Cognitivas (EXC); Exigências Emocionais (EXE); Influência no trabalho (IFT); Recompensas (RCP); Apoio Social de Superiores (ASS); Satisfação no trabalho (SAT); Confiança Vertical (CFV); Saúde geral (SAU) e Stress (STR) vão seguir o critério de valor mais relevante consoante as suas diferenças de médias significativas, quando comparadas com o perfil sociodemográfico do indivíduo.

Assim, no caso da dimensão “exigências laborais” o foco estará no RTM, EXC e EXE. O RTM ($M = 3,53$), questiona o indivíduo quanto à sua necessidade de trabalhar rapidamente. Foi na situação profissional, mais propriamente na quantidade de HV anuais que se encontraram diferenças significativas. Os três grupos relacionaram-se significativamente entre eles, tendo o valor mais elevado, os indivíduos que realizaram entre 101 – 200 HV no ano anterior ($M = 3,91$)

seguidos pelos que efetuaram mais do que 201 HV ($M = 3,18$) e por último o grupo que realizou entre 0 – 100 HV ($M = 3,0$).

As EXC ($M = 3,91$), caracterizadas como o único risco severo identificado nesta amostra, são relacionadas com a dificuldade das decisões que têm de ser tomadas, atenção necessária e capacidade de propor ideias novas. Novamente, foi na situação profissional dos inquiridos (HV totais) que foram encontradas diferenças significativas. Nesta área, houve apenas uma diferença significativa relativamente a quem possuía entre 0 – 500 HV ($M = 3,5$), que, demonstrou uma média significativamente inferior, nesta subescala, aos que tinham mais do que 1500 HV ($M = 4,24$). Posto isto, com o aumento das HV totais, aumentam as exigências cognitivas requeridas a um indivíduo.

Seguidamente, as EXE ($M = 3,5$) estão relacionadas com as exigências emocionais requeridas a um indivíduo no seu trabalho. Nas HV totais foram encontradas diferenças significativas. Os indivíduos que tinham entre 0 – 500 HV ($M = 2,83$) mostraram uma média significativamente menor dos que possuíam entre 501 – 1500 HV ($M = 3,73$) e dos que tinham mais do que 1501 HV ($M = 3,82$). Como na subescala anterior, com o aumento das HV totais as exigências emocionais no local de trabalho aumentam.

Na dimensão da “organização do trabalho e conteúdo” irá ser mencionada a subescala IFT ($M = 3,17$). Esta subescala tem como pontos principais a influência na quantidade de trabalho, tipo de tarefas e capacidade de escolha de pessoas com quem o indivíduo trabalha. Nas HV totais e HV anuais foram observadas diferenças significativas. Relativamente às HV totais, os que possuem mais do que 1501 HV ($M = 3,57$) têm uma média significativamente superior dos que têm entre 0 – 500 HV ($M = 2,86$) e os com 501 – 1500 HV ($M = 3,01$). De maneira semelhante à situação anterior o grupo com mais HV anuais (mais do que 201 HV) ($M = 3,86$) tem uma média significativamente superior aos que realizaram 0 – 100 HV ($M = 3,00$) e os que realizaram 101 – 200 HV ($M = 3,02$). De uma maneira geral, a realização de mais HV (totais e anuais) leva a que os indivíduos percecionem ter uma influência no seu trabalho mais elevada.

Passando à dimensão das “relações sociais e liderança”, a subescala das RCP ($M = 3,95$) relaciona-se principalmente com o reconhecimento por parte das chefias. Foi encontrada uma diferença significativa na situação pessoal dos inquiridos relativa à distância a que os mesmos residem da sua unidade habitual de trabalho. Os indivíduos que moram entre 0-30 km ($M = 3,58$) da sua unidade mostram uma média significativamente menor aos que residem entre 31-120 km ($M = 4,29$) e aos que estão entre 121 - >300 km ($M = 4,35$) da sua unidade. Pode observar-se que à medida que a distância à unidade aumenta, a sua sensação de reconhecimento pelas

chefias também se torna mais elevada. A subescala do ASS ($M = 3,02$), também relacionada com esta dimensão, tem como fator chave o apoio dado e o feedback sobre o desempenho laboral do indivíduo, fornecido pelo superior imediato. Observaram-se diferenças de média significativas nas HV anuais, sendo que os indivíduos que realizaram 0 – 100 HV ($M = 2,59$) mostraram uma média significativamente inferior aos que fizeram 101 – 200 HV ($M = 3,26$). Por sua vez, mas apesar de não ser uma diferença significativa os que realizaram mais do que 201 HV ($M = 2,94$) tiveram uma média inferior relativa aos que voaram entre 101 – 200 horas.

Na dimensão “interface trabalho-indivíduo”, iremos abordar a subescala SAT. O objetivo da subescala SAT é estudar a satisfação no trabalho tendo em conta as perspetivas, condições físicas e a utilização de habilidades no local de trabalho. Aqui, encontraram-se diferenças significativas numa das situações pessoais do inquirido, mais precisamente o estado civil. Os solteiros ($M = 3,00$) têm uma média significativamente inferior do que os indivíduos casados / união de facto ($M = 3,42$).

Transitando para a dimensão dos “valores no local de trabalho”, refere-se a subescala CFV ($M = 3,51$), identificada como sendo a confiança dos subordinados nos seus superiores, a nível de informações transmitidas e da confiança dos superiores nos seus subordinados para cumprir de forma adequada as tarefas incumbidas. Aqui, encontrou-se uma diferença significativa nos destacamentos nacionais. Os indivíduos que nos últimos doze meses passaram mais do que 29 dias em DN ($M = 3,22$) demonstram uma média significativamente menor do que os restantes (≤ 29 dias) ($M = 3,69$).

Por último, na dimensão da “saúde e bem-estar” irão ser referidas as subescalas SAU e STR. A subescala da saúde geral ($M = 3,73$), um dos fatores creditado como de situação favorável na FA exibiu diferenças significativas nas HV anuais. O grupo com o intervalo de HV 0 – 100 ($M = 4,18$) mostrou uma média significativamente superior aos com mais do que 201 HV ($M = 3,36$). A subescala STR ($M = 2,62$), alusiva ao stress, tem diferenças significativas nas HV totais. Verifica-se que o grupo com menos HV, 0 – 500 ($M = 2,11$), demonstra uma média significativa inferior ao grupo com mais HV, + 1501 ($M = 2,89$). Em suma, na dimensão da saúde e bem-estar, à medida que as HV aumentam, a saúde geral diminui o stress aumenta.

6. CONCLUSÕES

Considerando os objetivos propostos no início deste estudo, vai ser analisado se estes foram atingidos e se foi possível responder com êxito à PP:

“A que fatores de risco Psicossocial estão sujeitos os PILAV da FA no local de trabalho?”.

A resposta a esta pergunta, diretamente relacionada com o primeiro objetivo geral, foi alcançada com sucesso, porque os quadros de resultados obtidos permitem uma visão do perfil de riscos que envolvem esta classe profissional.

Adicionalmente, a problemática a que os três primeiros objetivos específicos se propuseram a investigar foi também concluída, sendo que os resultados permitiram apurar quais as situações de trabalho que estão a atuar como “situação favorável”, as que apresentam um risco moderado e, por último, as que apresentam um risco severo e poderão necessitar de políticas de cariz interventivo.

Inerente aos fatores considerados como fonte de situações de carácter favorável estão a inexistência de comportamentos ofensivos e de insegurança laboral.

De maneira semelhante, estes observam a sua profissão com boas possibilidades de desenvolvimento, sentem o apoio dos camaradas, assumem um espírito positivo de comunidade no trabalho e significado do mesmo. Pode ainda referir-se que se sente confiança horizontal na FA. Estes fatores de suporte permitem inferir que podem ser contributivos para o atenuar da pressão relacionada com a sua atividade.

Para os riscos moderados, que carecem de políticas de prevenção, é sugerido que se tenha atenção aos fatores enumerados de seguida. Exigências quantitativas, ritmo de trabalho, exigências emocionais, influência no trabalho, transparência do papel laboral desempenhado, recompensas, conflitos laborais, apoio social de superiores, qualidade de liderança, confiança vertical, justiça e respeito, satisfação no trabalho e conflito trabalho /família. Resumidamente, estes estão inseridos na área das exigências, liderança, equilíbrio trabalho família e da satisfação.

Em último lugar, o fator que se observou como possuidor de um risco severo foi a subescala das exigências cognitivas, referentes às decisões que têm de ser tomadas, atenção necessária e capacidade de propor novas ideias no trabalho. Este tipo de riscos implica que exista uma análise de intervenção funcional.

Como segundo objetivo geral, pretendia-se apresentar sugestões de solução ou práticas preventivas para fatores que se apresentassem como possuindo um risco severo para os PILAV da FA. Para o efeito, sugere-se:

- i. Que seja criada uma equipa multidisciplinar dirigida e integrada principalmente por psicólogos do Centro de Psicologia da Força Aérea (CPSIFA) pertencente à Direção de Saúde (DS);
- ii. Adicionalmente, fazendo referência ao regulamento da Força Aérea, RFA 330-1 Prevenção de Acidentes (1999), a ação preventiva de qualquer tipo de acidentes está designada nas responsabilidades de vários membros pertencentes à estrutura orgânica da FA. Com isto propõe-se que façam parte integrante da equipa acima mencionada: o chefe do Gabinete de Prevenção de Acidentes (GPA) da Inspeção Geral da Força Aérea (IGFA); o chefe do GPA do Comando Aéreo (CA); os chefes do GPA das Unidades Base ou nomeação do respetivo Oficial de Segurança de Voo da Unidade (OSVU); e por último um Oficial de Segurança de Voo da Esquadra (OSVE) de cada uma das esquadras pertencentes à FA.

A FA é uma organização constituída por pessoas com as mais variadas especialidades que, nas suas respetivas secções, desempenham um papel fundamental para o seu funcionamento geral. Os PILAV, considerados a “ponta da lança”, são os responsáveis por utilizar de forma eficiente e eficaz os sistemas de armas da FA, em que são despendidas enormes quantidades de recursos humanos, financeiros e materiais. Para isto se suceder, é fundamental entender as dificuldades sentidas, de forma a conseguir, posteriormente, criar um ambiente psicossocial favorável ao indivíduo e ao cumprimento da missão ao mais alto nível. Este estudo entra nesta esfera, por se propor a entender não só o ambiente psicossocial a que a população-alvo está sujeita, mas também a perceber quais são os fatores que se apresentam como de maior risco, para que posteriormente possa existir uma ação interventiva por parte dos decisores responsáveis por esta área.

A maior limitação encontrada foi proveniente do número de respostas ao questionário, que apesar de ter sido significativamente difundido pelas Unidades Aéreas, não obteve muita aderência por parte da população-alvo. Assim, a amostra final apesar de equilibrada a nível percentual, contou apenas com uma taxa de resposta de 33%, valor muito aquém do esperado inicialmente. Utopicamente, para formar conclusões que espelhem ao máximo a realidade sentida pela população-alvo, seria necessário que o inquérito fosse respondido por todos os PILAV da FA.

Adicionalmente, certos tipos de missão nomeadamente o da Busca e Salvamento ficaram fragilizados por ter um número muito reduzido de respostas, não conseguindo ser feita uma análise considerada digna de conclusão pelo autor. Ainda relativamente ao tipo de missão, outra limitação encontrada foi a dualidade das missões que cada esquadra realiza. Por exemplo a

Esquadra 502, além de Transportes e Vigilância Marítima, efetua igualmente um número elevado de missões de Busca e Salvamento. A esquadra 552, por sua vez, tem como missão principal a Instrução, no entanto quando necessário realiza missões de Busca e Salvamento periódicas.

No que diz respeito ao instrumento utilizado para medir os níveis de risco psicossocial, a versão média do COPSQ II, com algumas alterações realizadas pelo autor de forma a melhor se adaptar à sua realidade organizacional, não perdeu teor científico com estas alterações. No entanto, foi sentido que certas subescalas e perguntas não se adequavam totalmente à realidade da FA e da população-alvo, sendo que esta temática será mencionada com mais detalhe no subcapítulo seguinte.

Ao contrário da aviação comercial os pilotos da FA têm outras funções adicionais que não se centram unicamente no voo. Por isto, seria interessante reformular, criar um questionário novo ou até utilizar outro questionário, especialmente direcionado para duas fases distintas da sua função:

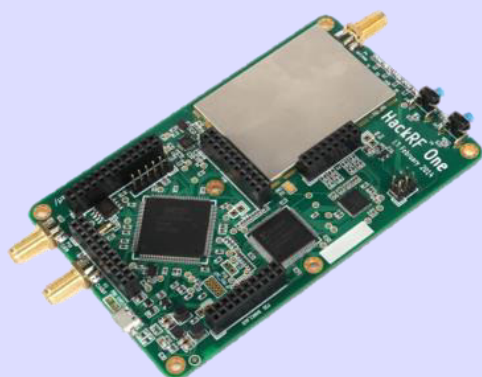
- i. Uma direcionada exclusivamente e detalhadamente para o que acontece durante o voo, bem como os fatores que o antecedem (por exemplo, estar num destacamento nacional ou missão internacional, nível de stress, conhecimento e autoconfiança para executar a missão atribuída entre outras...);
- ii. Outra direcionada para as restantes funções em terra, sejam administrativas, de comando ou outras do foro militar.

Outra proposta para investigação futura seria realizar uma entrevista a uma parte da amostra, colocando e aprofundando questões específicas sobre os riscos severos e moderados encontrados nesta investigação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cavalin, C., & Célérier, S. (2012). La santé au travail: Mesurer pour comprendre? L'exemple des dimensions mentales de la santé au travail. XIIIes Journées Internationales de Sociologie Du Travail: Mésures et Démesurs Du Travail.
- [2] Costa, L., & Santos, M. (2013). Fatores Psicossociais de Risco no Trabalho: Lições Aprendidas e novos Caminhos. *International Journal on Working Conditions*, 5. <https://hdl.handle.net/10216/67060>
- [3] Cox, T. (1993). Stress Research and Stress Management: Putting theory to work. *Health and Safety Executive*.
- [4] EU-OSHA. (2007). Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and Health.
- [5] EU-OSHA. (2012). Management of psychosocial risks at work : An analysis of the findings of the European Survey ESENER. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2802/92077>
- [6] Kristensen, T., Hannerz, H., Hogh, A., & Borg, V. (2005). The Copenhagen Psychosocial Questionnaire - a tool for the assessment and improvement of the psychosocial work environment. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 31(6), 438–449.
- [7] Marôco, J. (2011). *Análise Estatística com o SPSS Statistics* (5.a ed.). ReportNumber.
- [8] Pinho, R.; D. (2015). Fatores de risco / riscos psicossociais no local de trabalho. <https://www.dgs.pt/saude-ocupacional/documentos-diversos/trabalho-da-rute-pinho1.aspx>
- [9] Silva, C., Amaral, V., Pereira, A., Bem-Haja, P., Pereira, A., Rodrigues, V., Cotrim, T., Silvério, J., & Nossa, P. (2011). Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ) - Versão Portuguesa (p. 52).
- [10] Vilelas, J. (2009). *Investigação: o processo de construção do conhecimento*. Edições Sílabo.

ESTUDO, DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO PARA RECEBER E ENVIAR SINAIS DE VOZ NA BANDA AERONÁUTICA ATRAVÉS DE UM SDR A BORDO DE UM UAV



Autor

André Daniel Franco da Glória, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em
Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia Eletrotécnica
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador

Gonçalo Charters dos Santos Cruz, Capitão Engenheiro Eletrotécnico
Academia da Força Aérea, Sintra

Coorientador

Tiago Miguel Monteiro de Oliveira, Major Engenheiro Eletrotécnico
Academia da Força Aérea, Sintra

Resumo: Este trabalho tem como principal objetivo desenvolver uma solução que permita a comunicação de voz em banda aeronáutica entre os operadores do *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV), outras aeronaves e *Ground Stations* (GS).

A necessidade de desenvolver um sistema que permita as comunicações no UAV foi identificada pelos operadores de aeronaves não-tripuladas do CIAFA. O desenvolvimento de um sistema que permita comunicar sinais de voz na banda aeronáutica contribui para a segurança e *situational awareness* da operação das aeronaves não-tripuladas.

Numa fase inicial, são estudadas a transmissão e receção na banda aeronáutica e as opções de *hardware* e *software* disponíveis para a aplicação considerada. De seguida, são apresentadas as dimensões do UAV ANTEX-X02 Alfa Extended, com destaque para a zona de *payload*, seguido da análise dos seus sistemas.

O desenvolvimento do sistema foi realizado de forma modular: i) determinação dos requisitos do sistema; ii) receção do sinal analógico de voz modulado em amplitude através de um *Software Defined Radio* (SDR); iii) envio de sinais analógicos de voz modulados em amplitude através de um SDR; iv) envio e receção de sinais de voz através de uma ligação digital via *Internet Protocol* (IP). A validação da implementação é realizada de forma independente, para cada um dos módulos desenvolvidos.

Finalmente, demonstra-se o funcionamento do sistema completo, recorrendo a uma implementação de software que articula os diferentes módulos. A solução final implementada, permite a um operador de sistemas UAV realizar comunicações de voz através do sistema instalado. Em particular, demonstra-se o funcionamento da implementação através de um conjunto de testes elaborados com o propósito de simular a operação da aeronave. Estes testes são posteriormente analisados e são apresentadas recomendações para aplicações futuras.

Palavras-chave: SDR, UAV, banda aeronáutica, *GNURadio Companion*, *HackRF One*.

1. INTRODUÇÃO

A Força Aérea Portuguesa (FA) desempenha missões de vigilância marítima e apoio na vigilância a incêndios, tipicamente através de aeronaves tripuladas. No entanto, as aeronaves não tripuladas têm vindo a surgir como uma solução mais acessível em termos de manutenção, aquisição e operação. Este tipo de missões, mesmo recorrendo a aeronaves não-tripuladas, é, por vezes, efetuada em espaço aéreo não-segregado. Como tal, é desejável que as aeronaves não-tripuladas possuam equipamento que permita comunicar com as restantes aeronaves que se encontrem nesse espaço aéreo, o que não acontece neste momento.

Para caracterizar esta necessidade, foi elaborada uma entrevista ao chefe do Departamento de Operações, Major João Caetano, que permitiu estabelecer os requisitos indicados para suprir as dificuldades identificadas.

Desta feita os objetivos delineados para este trabalho de investigação foram os seguintes:

- Estudo das comunicações aeronáuticas, com determinação de gamas de frequências e pré-requisitos necessários para garantir a comunicação de voz através do UAV;
- Estudo, implementação e validação de uma solução, de baixo custo, de comunicações aeronáuticas para a aeronave ANTEX-X02 Extended.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Atribuição de frequências

As comunicações em espaço livre são realizadas através de ondas eletromagnéticas em frequências específicas, sendo que se dividem em oito categorias (ANACOM, 2018), três das quais serão avaliadas com maior detalhe tendo em conta o contexto aeronáutico:

- A gama de frequências *High Frequency* (HF) vai desde os 3 MHz até os 30 MHz, existindo uma alocação de frequências em toda a banda consoante o destino ou localização. Este tipo de frequências tem como principal uso a utilização em voos oceânicos, visto que em certas partes do voo não é possível captar as frequências mais elevadas;
- A gama de frequências *Very High Frequency* (VHF) está compreendida entre os 30 MHz e os 300 MHz, sendo que dentro desta gama ainda existe outra separação, para as comunicações aeronáuticas, entre os 108 MHz e os 117,95 MHz para ajudas rádio e entre os 118 MHz e os 137 MHz para transmissão de voz;
- A gama de frequências *Ultra High Frequency* (UHF) tem como limites os 300 MHz e os 3 GHz, dentro desta gama existe uma gama alocada às Forças Armadas, com frequências específicas para cada ramo, para comunicações de voz com modulação de amplitude, na maior parte dos casos, compreendida entre os 225 MHz e os 399,95 MHz.

Esta alocação de frequências é realizada pela Autoridade Nacional de Comunicações (ANACOM) através do Quadro Nacional de Atribuição de Frequências (QNAF) (ANACOM, 2018).

Tendo em conta que o principal objetivo deste estudo é desenvolver um sistema de comunicação de voz com aeronaves civis e militares que se encontram nas proximidades do UAV, a banda de frequências que se irá utilizar será na gama de frequências VHF.

2.2. Enquadramento legal

As comunicações aeronáuticas são reguladas a nível nacional, no âmbito civil, pela Autoridade Nacional de Aviação Civil (ANAC). No âmbito internacional a *International Civil Aviation Organization* (ICAO) coordena as relações diplomáticas dos seus países constituintes, no contexto aeronáutico (ICAO, 2020).

A ICAO estabelece que o espaço aéreo está dividido em sete classes, sendo que em Portugal a ANAC estabelece quatro dessas sete. Destas classes destacam-se a Golf e Delta visto serem aquelas que se pretendem utilizar pelo UAV operado neste trabalho. Estas classes de espaço aéreo são caracterizadas por não terem necessidade de autorização para circular e a separação de aeronaves ser auxiliada pela comunicação entre as mesmas (ANAC, 2020).

Em Portugal é possível ouvir comunicações aeronáuticas, da aviação civil, desde que se possua o equipamento necessário para tal. Desta forma, em termos legais parte do primeiro objetivo deste trabalho (possibilidade de ouvir comunicações de outras aeronaves nas proximidades do UAV) não apresenta dificuldades técnicas relevantes. No que diz respeito ao segundo ponto (transmissão de comunicações de voz a partir do UAV), para voos civis é necessário obter uma licença junto da ANAC. Uma vez que o contexto deste trabalho é a aplicação militar, recai na alçada da Autoridade Aeronáutica Nacional.

2.3. Software Defined Radio

O termo *Software Defined Radio* foi criado por Joseph Mitola no ano de 1993, e definiu-o como sendo "*a set of digital signal processing (DSP) primitives, a metalevel system for combining the primitives into communication system functions (transmitter, channel model, receiver, etc.), and a set of target processors on which the software radio is hosted for real-time communications*" (Mitola, 1993). Esta definição permite entender qual o objetivo do conceito, ou seja, os SDR pretendem proporcionar uma ferramenta de comunicações em tempo-real, maioritariamente constituído por software. Seguidamente serão abordadas as duas vertentes desta plataforma, primeiramente a vertente de hardware e de seguida a de *software*.

2.3.1. Hardware

Relativamente à primeira parte desta secção é necessário perceber qual o dispositivo mais indicado para o objetivo proposto neste trabalho, assim são consideradas três categorias diferentes: os SDR com capacidade de receção, os SDR com capacidade de receção e transmissão, mas que apenas conseguem efetuar um modo de cada vez (*half-duplex*) e por fim os SDR com capacidade de receção e transmissão simultânea (*full-duplex*).

Para estudar as possibilidades existentes foram comparadas características variadas, como as gamas de frequência, potências de saída, larguras de banda, resolução, capacidade de transmissão e preços. Esta comparação pode ser consultada na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela adaptada de comparação entre os vários dispositivos disponíveis.

	Banda de Frequências	Potência de Saída	Max. Largura de Banda	Resolução ADC	Capacidade de Transmitir	Preço
<i>RTL-SDR 2832U</i> [25]	500 kHz - 1766 MHz	-	2.4 MHz	8 Bits	Não	~20€
<i>AirSpy R2</i> [2]	24 - 1750 MHz	-	10 MHz	12 Bits	Não	~150€
<i>Funcube Pro+</i> [8]	150 kHz - 240 MHz e 420 - 1900 MHz	-	20 MHz	16 Bits	Não	~187€
<i>HackRF One</i> [35]	1 - 6000 MHz	3 - 30 mW	20 MHz	8 Bits	Sim (<i>Half-Duplex</i>)	~266€
<i>BladeRF</i> [18]	300 - 3800 MHz	~3 mW	28 MHz	12 Bits	Sim (<i>Full-Duplex</i>)	~374€
<i>USRP E312</i> [6]	70 - 6000 MHz	~10 mW	56 MHz	12 Bits	Sim (<i>Full-Duplex</i>)	~600€
<i>MatchStiq S10</i> [5]	70 - 6000 MHz	~20 mW	50 MHz	12 Bits	Sim (<i>Full-Duplex</i>)	~4000€

2.3.2. Software

Existem vários *softwares* com diferentes propósitos, porém o que melhor se adequa à finalidade deste trabalho é o *software* destinado a fins académicos ou de pesquisa. No entanto ainda é necessário selecionar dentro deste grupo, qual o *software* a utilizar. Alguns parâmetros a ter em conta para se poder tomar a decisão correta podem incluir, entre outros, a compatibilidade com diferentes sistemas operativos, a linguagem do programa e a facilidade de interação.

Desta feita, a primeira opção identificada é a plataforma *GNU Radio* que foi desenvolvida em 2001, mais especificamente a ferramenta *GNU Radio Companion* que foi apresentado ao mercado em 2009. Esta possibilita a implementação de recetores ou emissores através da conjugação e interligação de diferentes blocos. Para além da interface gráfica o GNURadio gera o código em *python* e pode ser corrido em *Windows* e *Linux*, este sistema é de utilização livre (Williams, 2015).

Existe ainda a opção do *MatLab-Simulink*, onde é possível através de blocos operar os dispositivos RTL-SDR, no entanto o programa utiliza linguagem *MatLab* e, a funcionalidade de SDR, só foi introduzido em 2014, não apresentando ainda uma base de utilizadores vasta. Para além disso o *software* carece de aquisição de uma licença (Mathworks, 2020).

Outra opção que poderia ser viável seria o programa *LuaRadio*, que é similar à implementação do *GNU Radio Companion*, no entanto é estruturado na linguagem *Luajit* (Sergeev, 2020). O programa é mais leve devido à linguagem utilizada, tem uma interface muito semelhante à utilizada no *GNU Radio Companion* e apenas está disponível para os sistemas operativos de distribuição Linux e MacOS.

2.4. Telecomunicações

Dentro da gama de frequências pretendida, a gama VHF, as comunicações são moduladas em amplitude, nomeadamente, modulação em *Amplitude Modulation (AM) standard*. A operação deste tipo de modulação está demonstrada na Figura 1.

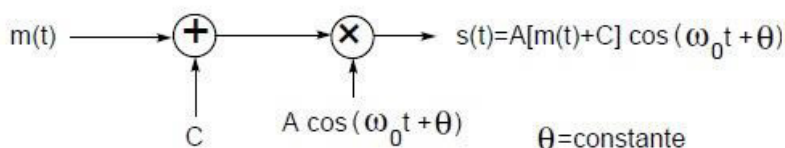


Figura 1 - Circuito de modulação AM Standard, adaptado de (Nunes, 2019)

Após a modulação do sinal é necessário que haja desmodulação no equipamento de receção para obter a mensagem inicial. No que diz respeito à modulação em *amplitude standard* podem ser utilizados detetores de envolvente, visto serem uma solução de recetores simples e baratos (Figura 2).

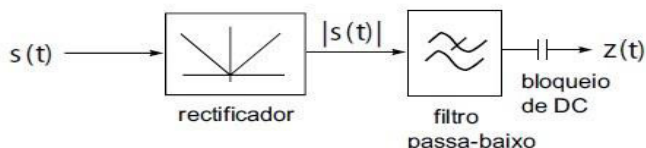


Figura 2 - Detetor de envolvente, adaptado de (Nunes, 2019)

3. UAV CONSIDERADO

A presente secção irá apresentar os fatores que condicionam a integração física no UAV ANTEX - X02 ALFA Extended e a relação entre todos os sistemas constituintes da aeronave, sejam eles afetados diretamente, ou indiretamente pelo sistema desenvolvido. Primeiramente serão apresentadas as dimensões físicas do UAV para colocar em perspetiva o tamanho da aeronave relativamente aos seus sistemas. De seguida, será descrito como os sistemas comunicam entre si, para entender qual a melhor instalação.

3.1. Dimensões da Aeronave

O primeiro tema a abordar serão as dimensões físicas do UAV para melhor entender quais as grandezas envolvidas e quais as suas limitações. Assim, é de notar que o UAV apresenta uma envergadura de 3,5 m, um comprimento de 1,9 m e uma altura de 0,6 m. O ANTEX - X02

ALFA Extended possui um peso máximo de 25 kg à decolagem, sendo que a estrutura, sistema propulsivo e superfícies atuadoras pesam 12 kg (Bernardino et al, 2016).

É necessário avaliar o UAV nas componentes afetadas pela futura instalação do SDR, sendo elas o volume ocupado na aeronave, o consumo de energia e o peso associado ao dispositivo.

O volume disponível pode ser avaliado pela Figura 3, onde está representada a baía de payload e o espaço correspondente, sendo necessário ter em conta o volume ocupado pelo dispositivo. É selecionada a baía de payload visto que neste espaço apenas estão instaladas as câmeras enquanto que, no sistema de navegação e controlo, encontram-se instalados computadores, baterias, o Piccolo, a placa de gestão de energia, entre outros. O volume total será de $0,013 \text{ m}^3$ pelo que o volume disponível irá ficar nos $0,005 \text{ m}^3$.

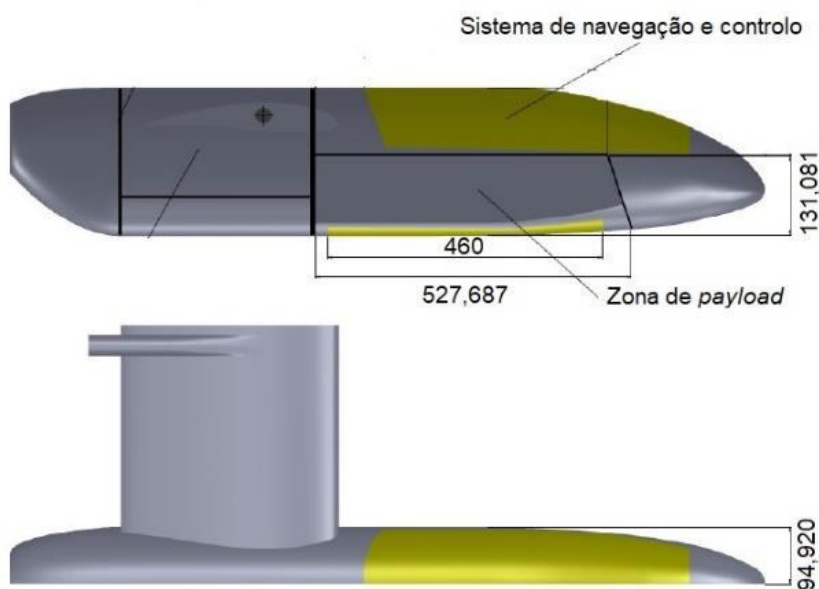


Figura 3 - Representação da baía de payload da aeronave Antex X02 Extended, adaptado de (Bernardino et al, 2016)

Uma vez que são disponibilizados 100 Watts de energia fornecidos pelo gerador do Antex - X02 ALFA Extended e o consumo típico dos sistemas é de 45 Watts, tem de ser considerado o consumo do dispositivo instalado de maneira a não pôr em risco a operação do UAV (Bernardino et al, 2016). Por fim é necessário ter em conta o peso associado ao dispositivo instalado sendo que não deve exceder os 500 g para que o peso total da aeronave à decolagem não ultrapasse os 25 kg e para não perturbar significativamente a posição do centro de gravidade da aeronave.

3.2. Arquitetura dos Sistemas

Os sistemas da aeronave incluem 2 grandes elementos, a placa computacional Jetson TX2 e o piloto automático Piccolo II, que comunicam entre si e também com a GS (ver Figura 4).

A placa computacional Jetson TX2 tem como principais objetivos fazer as ligações entre todos os sistemas da aeronave e o piloto automático Piccolo, ligar-se à estação de solo através de uma ligação com conectividade Internet Protocol (IP) (através de rádios de comunicação digital pDDL900) e executar rotinas de software que processam os dados recolhidos a bordo. Esta capacidade de computação significativa é possível graças à arquitetura Pascal, produzida na NVIDIA, que tem 256 núcleos na GPU e ainda 6 núcleos no CPU, que conferem uma capacidade significativa de processamento em paralelo.

No que respeita ao Piccolo, este é responsável por determinar uma solução de posição, comandar as superfícies de controlo da aeronave, fornecer informações de telemetria de voo e garantir um canal de comunicações com a GS (Parcelas, 2018). A versão utilizada é o Piccolo II, esta versão possui um micro-controlador que executa algoritmos de estabilização e navegação da plataforma, sendo o responsável pela malha interna de controlo do UAV. Em termos de capacidades, este piloto automático possui um recetor de GPS, uma unidade inercial com acelerómetros e giroscópios, um rádio incorporado, capacidade para cumprir vários tipos de missões, entre outras. O Piccolo II assegura a comunicação com os dispositivos a bordo através de portas de comunicação de série, é através destas que os sistemas secundários são integrados com o piloto automático, conferindo-lhe desta forma capacidades adicionais, como por exemplo aterragem e descolagem autónoma ou comunicação por satélite com a estação terrestre.

O rádio pDDL900 pode ser operado na versão de 900 MHz ou na versão de 2.4 GHz, e tem como principal função garantir a comunicação da estação na aeronave com a GS. Este rádio serve ainda de ligação alternativa à ligação já existente do Piccolo possuindo mais capacidade que este, permitindo assim a troca de outros dados (vídeo, som, etc) para além da capacidade de controlo e comando. Todo o sistema possui uma interface que possibilita a configuração de certos parâmetros que melhor correspondam à missão pretendida. Entre eles está a taxa de transmissão de dados, que pode variar entre os 300 bps e os 921600 bps, entre outros parâmetros (M. Systems, 2019).

Analisando a Figura 4 é possível perceber que o dispositivo SDR será ligado à placa computacional Jetson TX2 que realizará a leitura dos dados captados e, através de uma conexão via ethernet, envia em seguida os dados por intermédio de um rádio pDDL900 para o segmento solo, onde existe um computador com uma distribuição Linux que controla as funções ligadas ao

payload. Neste computador irá existir uma interface que permitirá ao operador comunicar, numa frequência à escolha, com outras aeronaves.

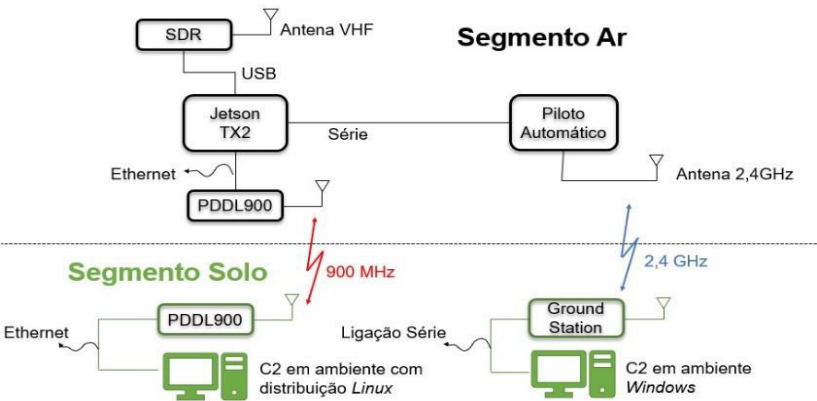


Figura 4 - Arquitetura geral do UAV para comunicação com o solo

4. SISTEMA PROPOSTO

Este capítulo terá como propósito apresentar a solução que foi desenvolvida para permitir aos operadores realizarem comunicações de voz. Esta apresentação irá detalhar os requisitos associados ao sistema, a definição do equipamento de *hardware* e *software* a utilizar, a arquitetura geral do sistema e a interface gráfica.

4.1. Requisitos

Nesta secção serão identificados quais os requisitos que terão de ser cumpridos no decorrer deste estudo. Para definir os requisitos foram consideradas diferentes áreas como a arquitetura geral do UAV, as limitações associadas à integração no UAV e os requisitos de telecomunicações. Assim foi possível elaborar a Tabela 2.

Tabela 2 - Tabela de requisitos considerados

	Desejável	Obrigatório
Frequência de trabalho na gama VHF (118 MHz a 137 MHz)		X
Ter capacidade <i>Half-Duplex</i>		X
<i>Software</i> com sistema operativo compatível com <i>Linux</i>		X
<i>Software</i> com sistema operativo compatível com <i>Windows</i>	X	
<i>Software</i> com linguagem que permite a integração de todos os componentes e rotinas		X
<i>Software</i> com interface acessível e de fácil compreensão para o utilizador	X	
Consumo máximo do SDR de 25 Watts		X
SDR com volume máximo de 0,005 m ³		X
SDR com peso máximo de 500 g		X
Antena monopolo com 0,635 m de comprimento	X	
Alcance de 164,9 km (potência de transmissão >17,64W)	X	
Alcance de 37 km (potência de transmissão >0,84W)		X

4.2. Escolha do SDR

Tendo em conta os requisitos definidos na seção anterior é necessário concretizar a escolha das componentes de hardware e software a utilizar. No que diz respeito à componente de hardware, após a comparação de equipamentos disponíveis na Seção 2.3, foi possível definir o equipamento HackRF One, representado na figura 5.



Figura 5 - Dispositivo HackRF One

Relativamente ao *software*, após a análise efetuada em 2.3, de acordo com os requisitos definidos pode-se chegar à decisão de optar pelo *software GNURadio Companion* visto que este cumpre todos os requisitos definidos para a componente de *software*.

4.3. Diagrama do Sistema

Um dos pontos a considerar será estudar o método para enviar e receber dados entre o UAV e a GS. Para desenvolver o sistema é necessário definir implementações em *GNU Radio Companion* que cumpram os pressupostos de receção e transmissão de sinais de voz.

Começando pela receção de sinal, será necessário que o hardware instalado no UAV (*Hack RF One*) faça a captação do sinal e o envie para a GS. Para isso será utilizada a implementação denominada de **uav_rx.py**, apresentada na Figura 6. O princípio de funcionamento consiste em aplicar o bloco *osmocom Source* e um bloco *UDP Sink* que recebe como argumentos o IP de destino e a porta UDP pretendida. Tendo em conta o estudo realizado, sabendo que o objetivo proposto é efetuar comunicações de voz em tempo real, o protocolo selecionado será o UDP, apesar de não garantir a entrega de todos os pacotes, a transmissão acontece de uma forma fluída e sem paragens.

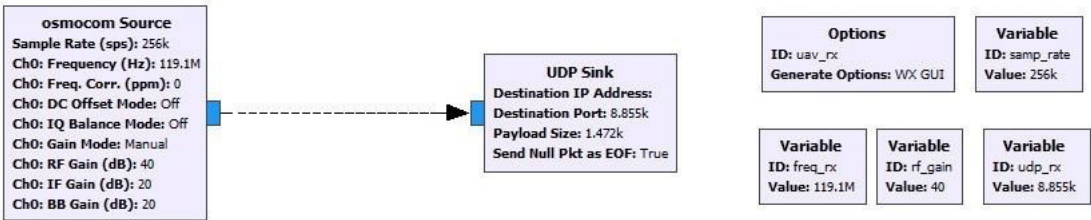


Figura 6 - Implementação em GNU Radio Companion para receção de sinal no UAV

De seguida, o sinal deverá ser recebido pela GS e consequentemente desmodulado, para isso será utilizada a implementação representada na Figura 7, denominada de **ground_rx.py**. O bloco de origem será o bloco UDP Source que recebe a informação enviada pelo bloco UDP Sink presente na implementação **uav_rx.py**, na porta estabelecida.

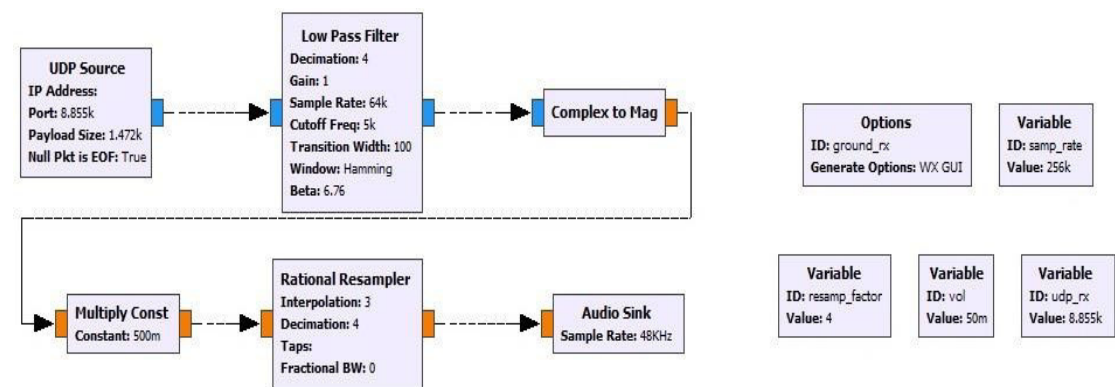


Figura 7 - Implementação em GNU Radio Companion para recepção de sinal na GS

Analisando agora a componente de transmissão, o primeiro passo será captar a mensagem de voz do operador e modulá-la culminando no envio para o UAV para esta ser transmitida. Esta implementação irá terminar com o bloco UDP Sink, possibilitando o envio da informação para o servidor pretendido. Esta implementação é denominada de **ground_tx.py** e está demonstrada na Figura 8.

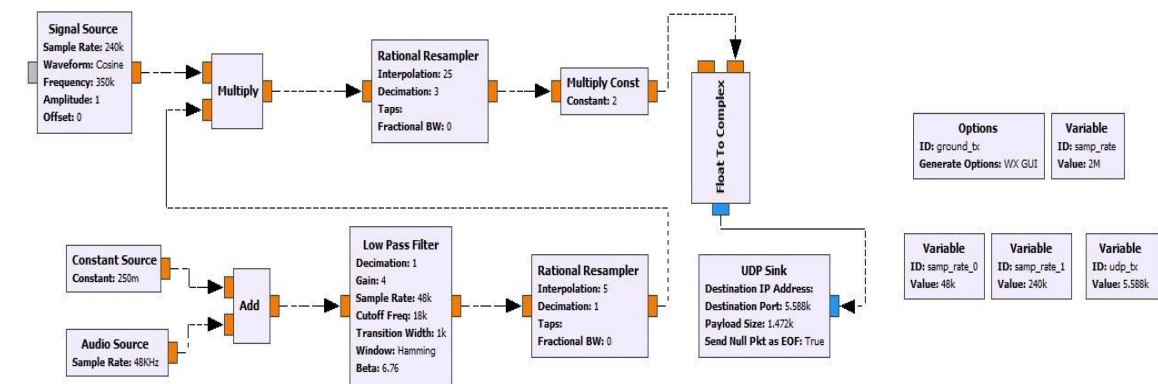


Figura 8 - Implementação em GNU Radio Companion para transmissão de sinal na GS

Por fim, o último passo é garantir a transmissão dos dados modulados a partir do hardware no UAV. Esta transmissão será assegurada pela receção dos dados através de um bloco UDP Source, que recebe a informação através da porta pretendida, e de seguida é transmitida pelo

bloco osmoccom Sink. Esta implementação está demonstrada na Figura 9 e é denominada de uav_tx.py.

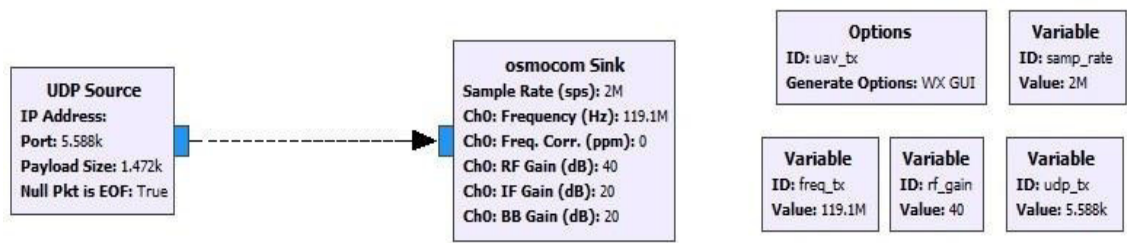


Figura 9 - Implementação em GNU Radio Companion para transmissão de sinal na GS

Com todas estas implementações é agora possível concluir o diagrama proposto, presente na Figura 10. Com a adição destas funções, o próximo passo será desenvolver a interface para o utilizador e avaliar a melhor solução para passar os parâmetros da transmissão e receção, como a frequência, da GS para o UAV.



Figura 10 - Diagrama do sistema proposto

4.4. Desenvolvimento do interface gráfico

Para iniciar a implementação da interface terá de ser tido em conta que é necessário criar um meio de transmitir mensagens entre a GS e o UAV, pois só assim será possível passar parâmetros e selecionar o modo de operação do *HackRF One* (transmissão ou receção).

Esta troca de mensagens é realizada com recurso ao protocolo TCP, criando uma conexão em tempo real. Nesta situação, o ideal é utilizar o protocolo TCP visto que se pretende garantir que um determinado parâmetro ou modo de operação é corretamente recebido pelo UAV.

Após definir o modo de troca de mensagens com informação dos parâmetros entre GS e UAV, é necessário avaliar quais as opções disponíveis para o utilizador. Desta forma, com base na missão e necessidades identificadas na entrevista ao Major João Caetano, percebeu-se que seria necessário existir mudança de frequência durante a utilização do sistema. Outra necessidade é o ajuste do valor de ganho da transmissão de sinal do rádio. Após estes dois parâmetros identificados, o próximo requisito é a estudar a capacidade de comutação entre o modo de transmissão e de receção. Assim, a estratégia que se encontrou para efetuar esta seleção reside na escolha da quantidade de tempo que se pretende efetuar essa ação. Esta solução foi a forma mais rápida e simples de realizar a prova de conceito. A interface gráfica apresentada ao utilizador está representada na figura 11.



Figura 11 - Janela de interface para o utilizador

5. AVALIAÇÃO

5.1. Configuração para teste

A montagem para testar o sistema na sua plenitude terá de simular uma situação de operação do UAV, deste modo será necessário garantir a existência de uma estação para simular a GS e de outra para simular o UAV. Estas estações serão implementadas recorrendo a placas Raspberry Pi 3, que apesar de não terem o mesmo desempenho dos sistemas reais, permitem simular o seu funcionamento. Para isto foram dispostos dois dispositivos ligados entre eles através de cabo *ethernet* (simulando a conexão via IP presente entre o UAV e GS), como ilustrado na Figura 12. Por forma a simular a existência de outra aeronave na área de operação do UAV será empregue um rádio de comunicações aeronáuticas, o rádio ICOM IC-A16E VHF *Portable Airband*, para poder garantir a receção e transmissão de voz.

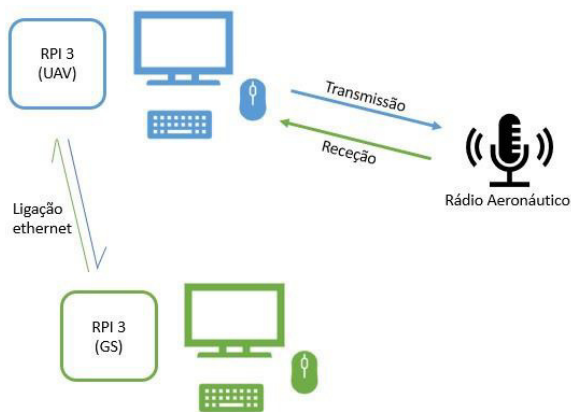


Figura 12 - Sistema testado que simula o cenário real

5.2. Critérios de avaliação e resultados

Nesta secção será abordada a definição dos critérios para avaliação de funcionamento do sistema e os resultados obtidos nos testes. Estes critérios foram definidos de acordo com as necessidades operacionais que foram identificadas na entrevista ao Major Caetano e a avaliação irá contemplar os diferentes modos de funcionamento do sistema. De referir que esta fase de avaliação, foi precedida de uma fase de testes preliminares, onde primeiramente os componentes foram testados parcelarmente e de seguida foi verificado o funcionamento do sistema completo. Para poder classificar a qualidade da receção e transmissão, será utilizado o sistema em uso nas Forças Armadas, para aferir as condições de receção de áudio. Este sistema de classificação pode ser consultado na Tabela 3.

Tabela 3 - Tabela de avaliação de condições de áudio

Relato de Intensidade	Relato de Legibilidade
Forte	Claro
Bom	Legível
Fraco	Distorcido
Muito Fraco	Com Interferência
Com Desvanecimento	Intermitente

Os resultados dos testes poderão ser consultados na Tabela 4.

Tabela 4 - Tabela dos testes realizados e respetivos resultados

Teste a realizar	Resultado
Receção nas frequências: 118 MHz, 128 MHz e 137 MHz	BOM / LEGÍVEL
Transmissão nas frequências: 118 MHz, 128 MHz e 137 MHz	MUITO FRACO / INTERMITENTE
Utilização de receção seguida de transmissão na frequência de 118 MHz	Receção - BOM / LEGÍVEL Transmissão - MUITO FRACO / INTERMITENTE
Utilização de transmissão seguida de receção na frequência de 118 MHz	Receção - BOM / LEGÍVEL Transmissão - MUITO FRACO / INTERMITENTE
Troca de frequência a meio de uma utilização de receção, passando de 118 MHz para 137 MHz	BOM / LEGÍVEL
Troca de frequência a meio de uma utilização de transmissão, passando de 118 MHz para 137 MHz	MUITO FRACO / INTERMITENTE
Receção de comunicações na frequência 118.6 MHz (Sintra Approach)	BOM / LEGÍVEL

6. CONCLUSÃO

Este trabalho propunha-se a desenvolver uma ferramenta que permita a comunicação de voz, em banda aeronáutica, entre operadores e restantes aeronaves e GS.

Numa primeira fase foram estudadas as comunicações aeronáuticas e o respetivo enquadramento técnico e legal. Após efetuar este estudo foram analisadas as soluções disponíveis no mercado, culminando com a exploração do tema dos SDR. Neste capítulo foram também abordados conceitos de telecomunicações que permitiram caracterizar o tipo de modulação utilizado nas comunicações aeronáuticas.

Seguidamente, abordaram-se as propriedades físicas do UAV Antex - X02 ALFA Extended, bem como uma análise dos sistemas com uma perspetiva detalhada da sua arquitetura geral. Através desta abordagem foi possível definir os requisitos necessários para o sistema. Estes requisitos permitiram selecionar o dispositivo de *hardware* - Hack RF One - e o *software* - GNURadio Companion - a utilizar no desenvolvimento desta investigação. De seguida, foi desenvolvido o sistema, e por fim, foi desenvolvida a interface que permite integrar as diferentes funcionalidades desenvolvidas num sistema integrado.

Numa última fase foram realizados testes ao sistema integrado para efetuar a sua avaliação. Esta fase de testes permitiu validar a utilização do sistema de receção de comunicações de voz, no entanto, a componente de transmissão apresenta lacunas na qualidade do sinal. Alguns fatores que podem ter contribuído para este resultado foram a capacidade de processamento do Raspberry Pi 3 não ser suficiente para realizar a transmissão ou a potência de saída não ser suficientemente alta para ser capaz de transmitir mensagens. Contudo, foi possível validar a implementação de mudança de frequência e de mudança de modo de funcionamento do sistema, recorrendo a um temporizador.

Concluindo, este trabalho possibilitou o estudo, implementação e validação de uma solução, de baixo custo, de comunicações aeronáuticas para a aeronave ANTEX-X02 ALFA Extended. O sistema encontra-se ainda na fase de protótipo, sendo ainda necessário explorar alguns desenvolvimentos adicionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ANACOM (2018). Quadro Nacional de Atribuição de Frequências, 2018. Disponível em https://www.anacom.pt/streaming/QNAF2018vgrafica.pdf?contentId=1497661&field=ATTACHED_FILE.
- [2] ANAC (2020). Guia de Utilização do Espaço Aéreo. Disponível em <https://www.voanaboa.pt/Files/downloads/Guia-Utilizacao-Espaco-Aereo.pdf>.
- [3] Bernardino, A., Cruz, G., Ferreira, N., Batista, R., Ferreira, S., e Oliveira, T. (2016) SEAGULL - Sistemas Inteligentes de Suporte ao CSM baseados em VANTs. Critical Software S.A.
- [4] ICAO (2020). About ICAO. Disponível em <https://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx>.
- [5] MathWorks (2020). MatLab - MathWorks - MATLAB Simulink, 2020. Disponível em <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>.
- [6] Mitola, J. (1993). Software radios: Survey, critical evaluation and future directions. IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine 8, 4 (1993), 25–36.
- [7] Nunes, F. D (2019). Apontamentos da disciplina de Telecomunicações. Instituto Superior Técnico.
- [8] Parcelas, R (2018). Development of additional sensor capabilities for use in unmanned aerial vehicles under CIDIFA, Sintra, Academia da Força Aérea, 2018. Dissertação de Mestrado
- [9] Sergeev, V. A (2020). LuaRadio, 2020. Disponível em <https://luaradio.io/>.
- [10] Systems, M. (2019). Operating Manual pDDL900. Microhard Systems Inc.
- [11] Williams,A. Getting Started With GNURadio. Hackaday, 2015. Disponível em <https://hackaday.com/2015/11/11/getting-started-with-gnu-radio/>.

OS VALORES HUMANOS NO ENSINO SUPERIOR MILITAR - ESTUDO COMPARATIVO ENTRE OS RAMOS DAS FORÇAS ARMADAS



Autor

João Pedro Simões Pires, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em
Aeronáutica Militar na especialidade de Piloto Aviador
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador

Professor Doutor José Luís Nascimento
Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Universidade de Lisboa

Resumo: Esta investigação tem como principal objetivo identificar o perfil médio de valores humanos evidenciado nos alunos das Escolas Militares de Ensino Superior e verificar quais as variações observadas quando comparados os alunos das três instituições.

A amostra deste estudo, recolhida por conveniência é constituída por 386 indivíduos, o que corresponde a aproximadamente 47,7% da população-alvo. A recolha de dados seguiu uma metodologia quantitativa, recorrendo a um inquérito por questionário. O instrumento utilizado para este estudo foi a Escala de Valores de Schwartz (2003) e recorreu-se ao programa estatístico SPSS para tratamento dos dados quantitativos.

Concluiu-se que os alunos das três instituições revelam níveis de valores que são, de um modo geral, semelhantes, havendo uma prevalência dos valores de autotranscendência, representativo de indivíduos que demonstram preocupação pelo bem de outros, em particular aqueles de quem são próximos, e que consideram as consequências das suas ações perante os mesmos. Estes valores foram demonstrados em maior significância do que os de autopromoção, que se associam à valorização do sucesso pessoal e do poder. Verificou-se também uma predisposição dos alunos para novos desafios e independência, em maior proporção do que uma ideologia tradicionalista de conservação dos status quo.

O estudo contribui para a literatura ao identificar o perfil de valores humanos associado aos alunos militares de ensino superior, e permite que estes resultados possam ser utilizados como ferramenta de gestão por parte dos órgãos decisores.

Na parte final deste trabalho, são também apresentadas as limitações a que a investigação foi sujeita e recomendações para investigações futuras.

Palavras-Chave: Valores Humanos; Alunos Militares; Forças Armadas.

1. INTRODUÇÃO

A compreensão dos valores humanos tem sido um processo interminável de sucessivas tentativas para atingir um objetivo que só pode ser alcançado através de constantes aproximações (Milton Rokeach, 1979).

Na sociedade atual, que está em constante mutação, causada em grande parte pela evolução tecnológica e conseguinte globalização, é exigido às organizações que disponham da inovação e criatividade necessárias para prosperar. Assim sendo, cabe às Forças Armadas (FFAA) terem também a capacidade de compreensão e adaptação a uma sociedade que vive uma crise de valores (Silveira, 2015).

As instituições militares têm um papel basilar na formação dos seus alunos, instruindo-os

com os conhecimentos necessários para o desempenho das suas funções, bem como concedendo-lhes valores que os deverão acompanhar ao longo das suas carreiras militares e também na sua vivência civil. Nos termos da alínea a) do artigo 74º. do Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR) (Decreto-Lei n.º 90/2015, de 29 de maio: Aprova o Estatuto dos Militares das Forças Armadas), os cursos de formação inicial preparam para o “...ingresso nas diferentes categorias, visando a habilitação profissional do militar e a aprendizagem de conhecimentos adequados às evoluções da ciência e tecnologia e, bem assim, ao seu desenvolvimento cultural.”.

Este período de tempo assume uma outra função importante, uma vez que permite contribuir para uma primeira fase de integração dos novos militares na instituição e, por isso, tem uma natureza marcadamente comportamental (Barreiros dos Santos, 2013).

Deste modo, o período de formação dos Oficiais das FFAA é um processo de desenvolvimento individual, com adaptação a novos conceitos, e também a atitudes e comportamentos adequados ao desempenho de funções dentro de qualquer organização.

Segundo Barreiros dos Santos (2013, p. 3), “os valores constituem uma base de referência para a relação que o militar estabelece com a Instituição em que se integra e também para a relação com os outros.” Os valores existentes ditam os que serão desenvolvidos naqueles que se integram nas instituições devido ao efeito da aprendizagem organizacional, uma “...metáfora que tenta explicar a aprendizagem que resulta da interação de indivíduos na organização” (Fernandes, 2007, p. 23).

Segundo Bilhim (2004) uma formação eficaz será aquela que provoca uma transformação dos valores e atitudes que caracterizam os discentes. Ademais, a formação comportamental representa um dos fatores mais determinantes na mudança de atitudes e comportamentos (Madureira, 2004), podendo provocar uma superação das realizações individuais e das equipas em relação ao que seria normalmente expectável.

A formação pessoal é essencial para a preparação de militares mais capazes de exercer cargos de liderança dentro das Forças Armadas, uma organização cuja atividade se baseia “nos valores militares fundamentais da missão, da hierarquia, da coesão, da disciplina, da segurança e da obediência aos órgãos de soberania competentes nos termos da Constituição e da lei.” (Decreto-Lei n.º 91/2009 de 9 de Abril, p. 4667).

É seguindo esta doutrina que se assume o período de instrução nas escolas militares, e em particular o primeiro ano de integração de novos alunos, como um momento apropriado para a criação de valores nos mesmos. Um período que coincide com o início da maioridade e, portanto, a sua personalidade tende a tornar-se mais definida e imutável.

Com este estudo pretende-se assim, identificar os valores humanos demonstrados pelos alunos das Escolas Militares de Ensino Superior (EMES) e as diferenças entre os mesmos, como amostra de uma das facetas da liderança que desempenharão no futuro. Procura-se igualmente uma compreensão quanto à evolução destes mesmos valores, podendo revelar um momento da carreira dos alunos que seja mais significativo para o seu desenvolvimento e quais as mudanças que sofrem a partir deste.

A comparação entre Instituições de Ensino Militar permitirá avaliar o peso da aprendizagem organizacional, que será um ponto diferenciador entre três universos que seguem doutrinas teóricas semelhantes, nos quais existe partilha de instrutores e convivência entre os discentes. Assim, tendo em vista esta temática, o autor propõe-se a estudá-la utilizando como pergunta de partida: “De que modo se diferenciam os valores humanos entre os alunos das Escolas Militares de Ensino Superior?”.

Ao dar resposta a esta questão de partida, tenciona-se atingir os seguintes objetivos gerais:

- i. Identificar os Valores Humanos demonstrados pelos alunos militares;
- ii. Identificar quais as diferenças dos níveis de Valores Humanos determinados, entre cada uma das Escolas Militares de Ensino Superior.

Destes objetivos gerais procedem os seguintes objetivos específicos:

- i. Determinar se existe uma variação dos valores ao longo dos anos;
- ii. Averiguar se algum momento da formação pode ser considerado como mais influente para a criação de valores.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O conceito de valor

Os valores humanos são atualmente mencionados com frequência, sendo utilizados como um elemento de explicação de comportamentos e assim influenciando a vida pessoal e social dos indivíduos (Granjo & Peixoto, 2013).

A diversidade de bibliografia e a própria complexidade e riqueza do conceito (Birou, 1976), resultante também da subjetividade da sua importância, levou ao aparecimento de diversas definições.

Uma das primeiras definições do termo literário surge por parte de Lewin (1952) que afirma que os valores humanos influenciam os comportamentos, guiando as ações das pessoas, mas sem serem tidos como os objetivos desses mesmo comportamentos.

Kluckhohn (1951) acredita que o valor é uma concepção que distingue um indivíduo e que influencia a sua seleção de um certo modo de agir. De entre todas as maneiras de alcançar um objetivo, são os valores que determinam o modo de ação de cada um.

Campbell (1963) sugere que a característica comum dos distintos conceitos existentes é que os valores podem sempre ser vistos como coordenadores de comportamento.

Rokeach traz uma nova visão do tema, ao definir o valor como “uma crença duradoura que um modo específico de conduta ou estado-final de existência é pessoalmente ou socialmente preferido em relação a um oposto” (1973, p. 5).

Schwartz (1999, p. 24) introduz o aspeto motivacional ao conceito, ao definir valores como “concepções do desejado que guiam o modo como atores sociais selecionam ações, avaliam pessoas e eventos, e explicam as suas ações e avaliações”.

Corey, Corey e Callahan (2003) acrescentam um fator negativo aos valores, afirmando que envolvem crenças gerais sobre formas desejáveis ou indesejáveis de comportamento, relacionados com objetivos ou finalidades.

Tendo em conta estas definições do conceito, podemos concluir que os valores, numa realidade e estado de arte contemporâneos, podem ser definidos como conceitos ou crenças acerca de comportamentos ou estados desejados que transcendem situações específicas, guiam, selecionam e/ou avaliam o comportamento e os acontecimentos, e são ordenados pela sua importância relativa (Rokeach, 1973; Schwartz et al., 2012; Schwartz & Bilsky, 1987).

2.2. Teorias Iniciais

Os estudos iniciais dos valores humanos centravam-se na diferenciação e explicação de certas características humanas, levando a uma conceptualização e tentativa de definição do termo valor na mesma época temporal (Rohan, 2000).

Ao longo do tempo, novas gerações, sujeitas a diferentes ambientes, aparecem com novos valores, novas ideias e formas de pensar que se refletirão na forma de trabalhar (Parry & Urwin, 2011), portanto, a realidade atual é bem diferente daquela aquando do início da teorização dos valores presentes nos humanos.

O filósofo Eduard Spranger (1928) sugeriu que todas as pessoas possuíam seis tipos de atitudes em diferentes proporções, sendo uma delas a dominante e o principal fator para moldar o carácter de cada um. O seu trabalho influenciou a criação da primeira versão do *Study of Values Instrument*, um questionário que media quais os valores prioritários para cada pessoa. Através da aplicação de um questionário que averiguava a aprovação ou não de determinadas ações, Morris (1956) concluiu que cinco tipos de valores definiam as formas de viver: restrição

social e autocontrole, prazer e progresso na ação, abstinência e auto-suficiência, receptividade e preocupação, e auto-indulgência. Este trabalho do filósofo levou a que fosse considerado como estando à frente da sua época em termos de instrumento de medida (Rohan, 2000). Este conceito é usado ainda hoje no estudo dos valores, e baseia-se na ideia de que as pessoas compreendem a sociedade avaliando diferentes configurações e características, e comparando esta avaliação com um protótipo de referência (Broughton et al., 1993).

2.3. A Teoria de Valores de Rokeach

Milton Rokeach (1918-1988) é tido como um dos pioneiros do estudo dos valores humanos como uma matéria pertencente à área da psicologia social.

A sua teoria de valores tem por base cinco grandes proposições (Rokeach, 1973):

- i. O número total de valores que cada indivíduo possui é relativamente pequeno;
- ii. Todos os indivíduos possuem os mesmos valores, mas em diferentes graus;
- iii. Os valores estão dispostos em sistemas de valores;
- iv. A cultura, as sociedades, as instituições e a personalidade fazem parte dos antecedentes dos valores;
- v. As consequências dos valores humanos tendem a manifestar-se em todos os fenómenos de estudo das ciências sociais.

Segundo Rokeach (1973) os valores são adquiridos de forma absoluta, pois os comportamentos têm sempre em vista o alcance de estados-finais desejáveis e positivos. A causa de hierarquização dos valores de cada sujeito são as experiências que vivenciam e a sua maturidade, que os levam a prezar diferentes objetivos de vida.

Esta conceção de estado-finais baseia-se também na classificação criada por Rokeach (1973), que divide a lista de valores identificados em dois tipos: valores instrumentais (modos de conduta) e valores terminais (objetivos que o indivíduo pretende atingir, em que os valores instrumentais são o meio para atingir os valores terminais).

A lista de valores elaborada por Rokeach (1973) (Tabela 1), apresenta algumas limitações. A primeira quanto à sua universalidade, que é reconhecida pelo autor. Os valores propostos baseavam-se numa representação da sociedade norte-americana, o que por sua vez limitava a aplicação desta escala em diferentes países e culturas. Ainda assim, investigações futuras vieram a comprovar que esta teoria demonstrava adequação e legitimidade suficiente para ser aplicada em diferentes países (Almeida, 2010).

Rokeach (1973) caracterizava os valores como sendo constituídos por três componentes:

- i. Cognitiva – as ideias e conhecimento que o indivíduo possui sobre as formas de agir

corretamente ou os objetivos finais que pretende atingir;

- ii. Afetiva – a parte sentimental e emocional que se associa aos valores do indivíduo. Este aprova os valores que demonstram comportamentos positivos e desaprova aqueles que demonstram comportamentos negativos;
- iii. Comportamental – é o modo que desencadeia a ação do indivíduo, de agir de uma melhor maneira em vez de outra.

Desde o seu desenvolvimento, o RVS foi durante muito tempo o método de medida de valores mais aplicado. No entanto, este não contém uma teoria estrutural de valores subjacente, o que o torna essencialmente uma lista de valores desconectados. Sem esta estrutura, torna-se impossível perceber quais as consequências da priorização de certo valor-tipo em detrimento de outros. Estudo que se torna relevante na tentativa de compreensão de padrões de resposta de grupos com hierarquizações de valores semelhantes (Rohan, 2000).

Tabela 1 - Lista de Valores de Rokeach

Nota Fonte: Adaptado de Rokeach (1973, p. 28)

Valores Instrumentais	Valores Terminais
Ambição	Vida próspera
Espírito Aberto	Vida excitante
Competência	Sentimento de realização
Alegria	Mundo de paz
Pureza	Mundo de beleza
Coragem	Igualdade
Perdão	Segurança familiar
Auxílio aos outros	Liberdade
Honestidade	Felicidade
Imaginação	Harmonia interior
Independência	Amor
Inteligência	Segurança Nacional
Racionalidade	Prazer
Afetividade	Salvação
Obediência	Auto-estima
Simpatia	Reconhecimento social
Responsabilidade	Amizade
Auto-controlo	Sabedoria

2.4. A Teoria Motivacional de Schwartz

Schwartz e Bilsky desenvolveram uma estruturação do sistema de valores - a Teoria dos Valores Humanos Básicos - ao focar-se no fator motivacional associado a cada valor (Schwartz et al., 2012). O seu estudo trouxe uma nova visão acerca das implicações da priorização dos valores.

Segundo o autor, a priorização de valores é uma resposta a “três necessidades universais da existência humana: necessidades biológicas, necessidade de relações sociais coordenadas e a necessidade do funcionamento e sobrevivência do grupo” (Schwartz, 1996).

A sua teoria e a estrutura criada para organização dos valores, foram confirmadas com base em 233 amostras de 68 países (Schwartz, 2006), ultrapassando uma das limitações atribuídas à teoria de Rokeach.

O modelo de valores (Schwartz, 1994; Schwartz et al., 2001) propõe a existência de 10 valores motivacionais:

- i. Poder: Estatuto social e prestígio, controlo ou domínio sobre pessoas e recursos;
- ii. Realização: Sucesso pessoal decorrente da demonstração de competências de acordo com critérios sociais;
- iii. Hedonismo: Prazer e gratificação para si mesmo;
- iv. Estimulação: Entusiasmo, novidade e desafios de vida;
- v. Autodeterminação: Independência de pensamentos e de ação - Escolher, criar e explorar;
- vi. Universalismo: Compreensão, apreço, tolerância e proteção do bem-estar de todas as pessoas e da natureza;
- vii. Benevolência: Preservar e promover o bem-estar daqueles com se contacta frequentemente;
- viii. Tradição: Respeito, compromisso e a aceitação dos costumes e ideias culturalmente estabelecidos;
- ix. Conformidade: Restrição de ações, inclinações e impulsos que possam magoar ou prejudicar outros e violar expectativas ou normas sociais;
- x. Segurança: Harmonia e estabilidade da sociedade, das relações e do próprio indivíduo.

A importância atribuída a cada um destes valores constitui o sistema de prioridade de valores do indivíduo. Segundo a teoria de Schwartz (1994; 1992, 2005), estes dez valores apresentam uma relação dinâmica entre si, devido à proximidade e oposição entre os seus conceitos.

Esta relação entre valores levou a que fossem estruturados de modo circular, por forma a facilitar a visualização entre as relações de proximidade/complementaridade ou oposição/antagonismo entre os valores (Schwartz, 1994; 1992).

Esta estrutura levou ao agrupamento dos valores em quatro dimensões (figura 1), distribuídas sobre dois eixos bidimensionais: um primeiro eixo que opõe valores de autotranscendência (universalismo, benevolência) a valores de autopromoção (poder e realização); e um segundo eixo que opõe valores de abertura à mudança (autodeterminação, estimulação e hedonismo) a valores de conservação (tradição, conformidade e segurança) (Schwartz, 2006).

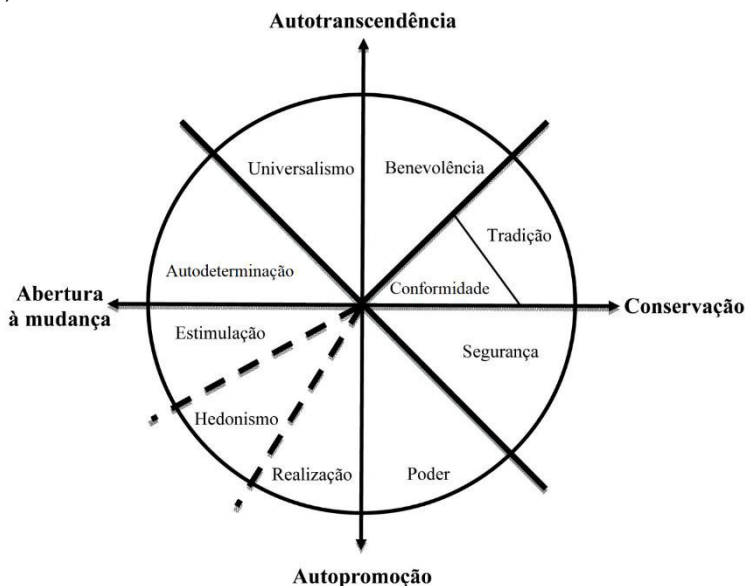


Figura 1 - Estrutura Bidimensional de Valores

No eixo abertura à mudança versus conservação estão dispostos os valores que se relacionam com o conflito entre “seguir os próprios interesses intelectuais e emocionais em direções incertas e imprevisíveis” e “preservar o status quo e a certeza derivada nas relações com outros, instituições e tradições” (Schwartz, 1992, p. 43).

No eixo autotranscendência versus autopromoção estão dispostos os valores que se relacionam com o conflito entre a preocupação pelas consequências das ações (próprias e de outros) para o próprio e para o contexto social.

O valor hedonismo partilha características motivacionais com a dimensão autopromoção e com a dimensão abertura à mudança, daí a sua representação singular.

A criação desta estrutura, permitiu especificar as relações entre os valores dentro do sistema: as prioridades das pessoas serão semelhantes para valores adjacentes e as maiores diferenças irão ocorrer para valores que estejam opostos na estrutura. Ademais, o autor desaconselha a análise dos dez tipos de valores individualmente (Schwartz, 2003), sugerindo a análise dos valores motivacionais segundo as estruturas bidimensionais criadas.

De acordo com a literatura anteriormente revista, é de salientar que as teorias principais associam os valores demonstrados com as vivências e com objetivos que se pretendem alcançar.

Assim sendo, pode ser formulada a seguinte hipótese:

H1: Existe uma proximidade entre os Valores Humanos dos alunos pertencentes às Escolas Militares de Ensino Superior.

Devido à proximidade das missões dos três ramos das Forças Armadas e a semelhante formação, prevê-se que os alunos partilhem objetivos, e visões daquilo que é ou não aceitável.

Do mesmo modo, formula-se a seguinte hipótese:

H2: Existe uma proximidade entre os Valores Humanos dos alunos do género masculino e feminino.

O fator demográfico do género não deverá contribuir para a diferenciação dos valores humanos, visto que ambos os géneros estão sujeitos à mesma realidade e desafios.

Visto que os alunos ingressam nas EMES no início da sua vida adulta, estas escolas são os locais onde amadurecem e desenvolvem as suas personalidades, e onde são ensinados os princípios da condição militar. Segundo Van Der Wal, De Graaf e Lasthuizen (2008) o tempo que se encontra empregado influencia os valores dos colaboradores. Tendo em conta este período de amadurecimento e o crescente tempo de serviço, alcança-se a hipótese:

H3: Os valores dos alunos vão, ao longo dos anos, tornando-se mais uniformes.

Segundo o Decreto-Lei n.º 90/2015 do EMFAR, os deveres militares incluem os deveres de obediência, autoridade, lealdade e sigilo, conceitos que se adequam aos valores representativos da dimensão de conservação, e os deveres de camaradagem e tutela, que se adequam aos valores representativos da dimensão de autotranscendência.

Posto isto, surgem as duas seguintes hipóteses:

H4a: No eixo de Abertura à Mudança/Conservação, os valores da dimensão de Conservação são os mais presentes nos alunos militares.

H4b: No eixo de Autopromoção/Autotranscendência, os valores da dimensão de Autotranscendência são os mais presentes nos alunos militares.

3. METODOLOGIA

3.1. Amostra

A população-alvo deste estudo é composta pelos alunos das EMES, compreendidos entre o 1º e o 5º ano curriculares. Foram excluídos os alunos mais antigos devido à diferenciação de funções e empenho dos mesmos em cada uma das instituições.

Aplicando-se o questionário a toda a população-alvo, obteve-se uma amostra por conveniência de 386 elementos.

Tabela 2 - Distribuição por anos
Frequência Percentagem

5º ano	56	14,5
4º ano	91	23,6
3º ano	52	13,5
2º ano	59	15,3
1º ano	128	33,2
Total	386	100,0

Tabela 3 - Distribuição por escolas
Frequência Percentagem

AFA	134	34,7
AM	138	35,8
EN	114	29,5
Total	386	100,0

3.2. Procedimento

Por forma a determinar a população inquirida, foram contactados os alunos mais precedentes de cada uma das EMES, que providenciaram os numerários de alunos totais e respetivos a cada ano.

A aplicação do inquérito foi encerrada a 17 de abril de 2020, tendo estado disponível desde dia 20 de março para a Academia da Força Aérea, desde dia 27 de março para a Academia Militar e desde dia 9 de abril para a Escola Naval. Este foi enviado através de correio eletrónico e executado utilizando a plataforma *Google Forms*. Os dados resultantes foram tratados com recurso ao *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versão 26.0.

3.3. Instrumento

O inquérito utilizado na investigação é constituído por questões de caracterização demográfica e a pelas questões pertencentes à Escala de Valores Humanos (Schwartz, 2003), na versão reduzida do *Portrait Values Questionnaire*.

A Escala de Valores de Schwartz consiste em 21 itens baseados nos 10 valores motivacionais de Schwartz e cada um dos itens apresenta a descrição de uma pessoa em termos

de metas pessoais. Para cada, os respondentes devem associar um valor da escala de Likert (1 a 5) consoante se reveem mais ou menos na descrição. A pontuação para a importância de cada valor é a média das respostas dos itens que o compõem e a pontuação da importância para cada dimensão – valores de ordem superior – é obtida através da média dos itens dos valores que compõem cada uma das dimensões.

Os valores humanos consistem, de acordo com o modelo de Schwartz, em dez valores motivacionais – universalismo (itens UN3; UN8; UN19), benevolência (itens BE12; BE18), conformidade (itens CO7; CO16), tradição (itens TR9; TR20), segurança (itens SE5; SE14), poder (itens PO2; PO17), realização (itens RE4; RE13), hedonismo (itens HE10; HE21), estimulação (itens ES6; ES15) e autodeterminação (itens AU1; AU11)

Os valores motivacionais agrupam-se em quatro dimensões fundamentais:

1. Autotranscendência (ATR) – universalismo, benevolência;
2. Conservação (CNS) – conformidade, tradição, segurança;
3. Autopromoção (APR) – poder, realização;
4. Abertura à mudança (AMU) – hedonismo, estimulação e autodeterminação.

4. RESULTADOS

4.1. Análise Descritiva

Após serem verificadas as propriedades psicométricas do instrumento em estudo, procedeu-se à análise descritiva das dimensões de valores, que representam o aluno médio das três escolas.

Tabela 4 - Estatística descritiva das dimensões de valores

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Autotranscendência	2,80	5,00	4,298	0,469
Abertura à Mudança	2,20	5,00	4,064	0,500
Conservação	1,67	5,00	3,803	0,662
Autopromoção	1,33	5,00	3,724	0,676

Podemos verificar na Tabela 4 que o fator com a média mais elevada é o da autotranscendência, encontrando-se a abertura à mudança, conservação e autopromoção separados quase igualmente por esta mesma ordem. De salientar que o valor mínimo do fator de autotranscendência se destaca dos restantes.

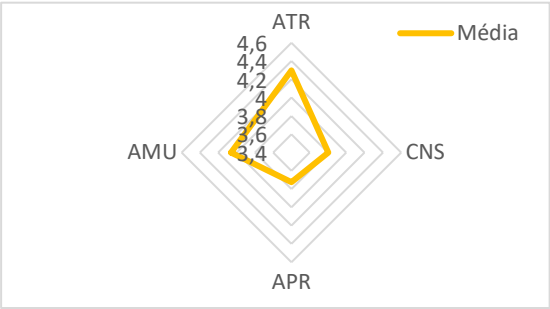


Figura 2 - Estrutura de Valores - Aluno Médio

A figura 2 permite compreender a distribuição das médias na estrutura bidimensional de Schwartz e verificar quais prevalecem em cada eixo.

4.2. Testes de Diferenças de médias

Para os testes de diferenças de médias, recorreu-se a uma análise de *t-Student* e a análises ANOVA, seguidas do teste post-hoc HSD de Tukey. As diferenças entre grupos foram classificadas como significativas quando $p \leq 0,05$ (Marôco, 2011).

Foram realizados testes por forma a investigar a existência de diferenças de médias significativas entre géneros, ano escolar e instituição militar frequentada.

4.2.1. Análise t-Student

Para comparação dos valores médios dos fatores em relação ao género dos indivíduos inquiridos foi realizado um teste de t-Student.

Tabela 5 - t-Student para género

	Género	N	Média	Erro Desvio	Sig.
ATR	Masculino	314	4,2554	,48186	0,000
	Feminino	72	4,4861	,35813	
CNS	Masculino	314	3,7813	,67272	0,177
	Feminino	72	3,8981	,60937	
APR	Masculino	314	3,7367	,68870	0,460
	Feminino	72	3,6713	,62171	
AMU	Masculino	314	4,0535	,51749	0,379
	Feminino	72	4,1111	,42045	

Obteve-se uma variação significativa nos valores da dimensão ATR entre sujeitos masculinos ($M=4,255$; $DP=0,481$) e femininos ($M = 4,486$; $DP = 0,358$), $t(384) = -3,83$, $p = 0,000$. Estes dados sugerem que os elementos do género feminino demonstram uma presença mais forte dos valores pertencentes à dimensão de autotranscendência.

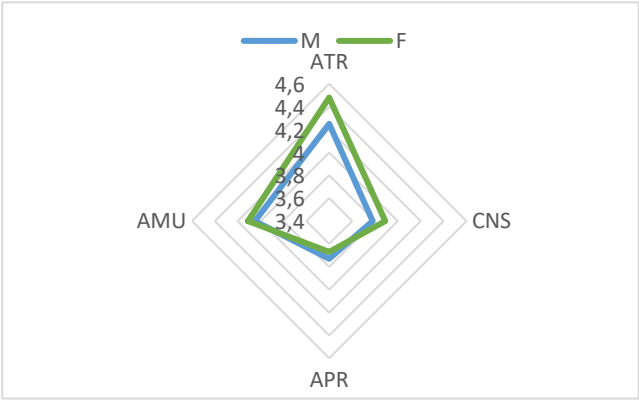


Figura 3 - Estruturação dos valores - Género

4.2.2.Análise ANOVA

Quanto às comparações relativas ao ano escolar e instituição frequentados, recorreu-se a um teste One-Way ANOVA para averiguar diferenças significativas nas dimensões de valores presentes.

Tabela 6 - Teste ANOVA de Autopromoção por anos

	Ano	N	Média	Desvio Padrão	Sig.
APR	1º	128	3,6354	0,68279	0,003
	2º	59	3,6045	0,69886	
	3º	52	3,8333	0,53014	
	4º	91	3,9341	0,60086	
	5º	56	3,6131	0,79335	

Esta análise revelou uma diferença significativa na dimensão de valores de Autopromoção ao nível $p < 0,05$ para o ano frequentado [$F (4,381) = 4,043$, $p = 0,003$]. O teste de comparação post-hoc de Tukey indica que a média da dimensão APR do quarto ano escolar ($M = 3,934$; $DP = 0,682$) foi significativamente superior às do primeiro ($M = 3,635$; $0,682$), segundo ($M = 3,604$; $0,698$) e quinto ($M = 3,613$; $0,793$). Os valores referentes ao terceiro ano escolar não apresentaram diferença significativa, porque, como se pode comprovar pelos gráficos, revelam um valor intermédio.

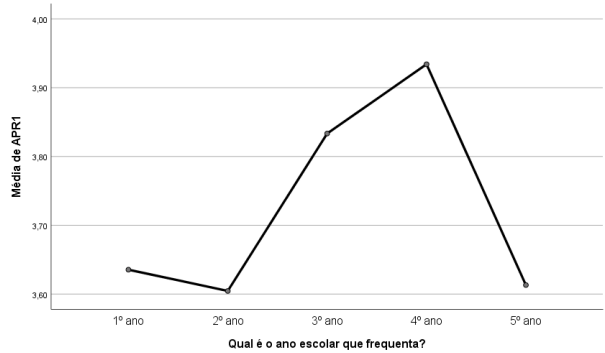


Figura 4 - Níveis de Autopromoção por anos

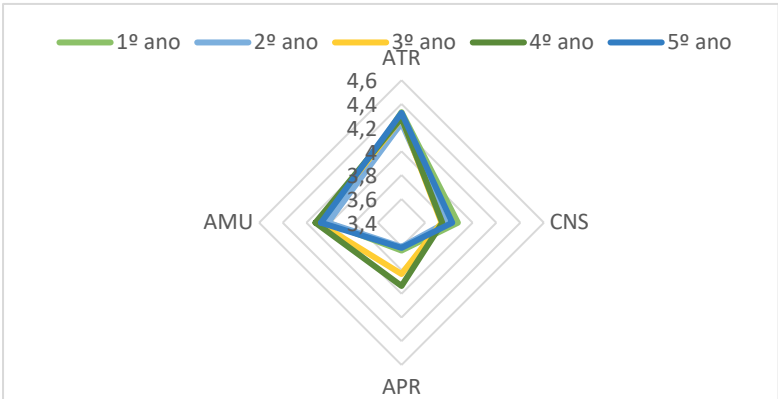


Figura 5 - Estruturação dos valores - Anos

Os resultados do teste de ANOVA entre as três escolas militares permitem concluir que não existe uma diferença expressiva entre as médias relativas a cada uma. Ainda assim, a observação da estruturação da figura 6 permite notar as pequenas variações nos níveis revelados, principalmente no que diz respeito à dimensão de Autopromoção, por parte dos alunos da AM.

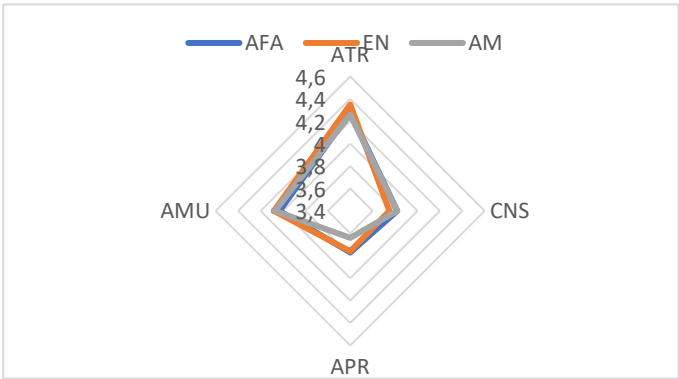


Figura 6 - Estruturação de valores – Escolas

5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Tabela 7 - Resumo dos testes de hipóteses

Hipótese 1	Confirmada
Hipótese 2	Parcialmente confirmada
Hipótese 3	Refutada
Hipótese 4a	Refutada
Hipótese 4b	Confirmada

A confirmação da H1 – Existe uma proximidade entre os Valores Humanos dos alunos pertencentes às Escolas Militares de Ensino Superior. Esta hipótese associa-se a uma diferença significativa entre as médias de cada dimensão de valores humanos apresentadas entre os alunos das três escolas. Tendo em conta os resultados obtidos na secção da análise de diferenças de médias, o teste ANOVA não encontrou uma diferença significativa quando aplicado à instituição frequentada, confirmando a uniformidade dos valores humanos demonstrados por todos os alunos.

A confirmação parcial da H2 – Existe uma proximidade entre os Valores Humanos dos alunos do género masculino e feminino. A hipótese foi apenas parcialmente confirmada pois, embora os valores demonstrados pelos dois géneros tenham sido semelhantes quanto às dimensões de conservação, autopromoção e abertura à mudança, a análise de *t-Student* revelou uma diferença significativa nas médias associadas à dimensão de autotranscendência. O valor médio desta dimensão relativo ao género feminino foi aproximadamente 5% superior àquele relativo ao género masculino.

A refutação da H3 – Os valores dos alunos vão, ao longo dos anos, tornando-se mais uniformes. A falta de evidência deste facto, leva à rejeição da hipótese. A análise dos valores demonstrados ao longo dos anos indica que não existe um padrão crescente ou decrescente das variâncias associadas a cada ano de escolaridade. Assim, não se comprova uma tendência de maior uniformidade à medida que a antiguidade dos mesmos aumenta.

Esta observação poderá dever-se à maior diferenciação de atividades dos alunos mais antigos. Estes, embora pertençam às instituições há mais tempo, o que os pode subentender a uma maior partilha de experiências com os seus camaradas, são também expostos a realidades diferentes dentro dos mesmos anos, havendo cada vez mais uma diferenciação entre armas/especialidades, funções desempenhadas e mesmo de regimes de internato e semi-internato.

A refutação da H4a – No eixo de Abertura à Mudança/Conservação, os valores da dimensão de Conservação são os mais presentes nos alunos militares. Considerando os resultados obtidos aquando da análise das estatísticas descritivas, comprova-se o oposto daquilo que foi teorizado. A média dos valores da dimensão abertura à mudança obtida é consideravelmente superior à dos valores de conservação e, além disso, o valor mínimo é superior em mais de 10%.

Este resultado não seria esperado tendo em conta os valores representativos da dimensão de conservação, que incluem a descrição de pessoas obedientes e que valorizam a proteção do seu país contra ameaças exteriores (Schwartz, 1996; Schwartz, 1992), realidades que se associam à vivência militar dos inquiridos.

A análise de médias de cada um dos valores indica que todos os itens pertencentes à conservação possuem uma média inferior aos dois associados à abertura à mudança, indicando que características de gratificação pessoal, procura pela aventura e independência estão mais associadas à amostra estudada.

A confirmação de H4b – No eixo de Autopromoção/Autotranscendência, os valores da dimensão de Autotranscendência são os mais presentes nos alunos militares. Esta hipótese confirmou-se pelos resultados obtidos, sendo que os valores benevolência e universalismo, que constituem a dimensão de autotranscendência foram aqueles que revelaram uma maior média e o valor poder, que pertence à dimensão de autopromoção, foi o menos demonstrado pela amostra. Este resultado vai ao encontro do teorizado com base na literatura (S. Schwartz, 1996), comprovando a importância de princípios como a procura pela justiça, a lealdade e a honestidade para os alunos militares.

6. CONCLUSÕES

No que diz respeito à pergunta de partida: “De que modo se diferenciam os valores humanos entre os alunos das Escolas Militares de Ensino Superior?”, concluiu-se que, de forma geral, os alunos das três instituições militares de ensino superior revelam níveis de valores humanos semelhantes entre si, já que, quando comparando as instituições como um todo, não foram encontradas diferenças significativas.

Este resultado dá assim resposta àquele que foi definido como o segundo objetivo principal – *Identificar quais as diferenças dos níveis de Valores Humanos determinados, entre cada uma das EMES* – e vai ao encontro do que foi teorizado com base na bibliografia. As três instituições atuam sobre uma demográfica semelhante aquando do recrutamento de novos militares e a

vivência e ensino dentro das mesmas é idêntica, levando a que alunos com valores já semelhantes aquando do ingresso, sejam ensinados os mesmos princípios e métodos. Esta realidade é vantajosa para as instituições, permitindo uma maior proximidade e interoperabilidade entre os militares dos diferentes ramos.

No que concerne, em concreto, ao primeiro objetivo principal, - *Identificar os Valores Humanos demonstrados pelos alunos militares* - foi comprovado o predomínio dos valores da dimensão de autotranscendência entre os alunos, em particular, do valor benevolência. Esta conclusão vem demonstrar a importância dada pelos alunos àqueles que lhes são próximos, neste caso, e em particular, os seus camaradas, num meio em que o princípio da camaradagem é fortemente cultivado e define as relações entre militares.

Ainda dentro deste objetivo determinou-se uma maior presença de valores da dimensão de abertura à mudança do que de conservação. Este resultado não era esperado dentro deste meio, em que o rigor e a obediência definem o dia-a-dia dos militares e vem salientar a predisposição destes jovens para desafios de vida, exploração e espírito de aventura.

Quanto ao primeiro objetivo específico, - *Determinar se existe uma variação dos valores ao longo dos anos* - demonstrou-se que existia um nível significativamente mais elevado dos valores da dimensão autopromoção nos alunos de 4º ano em relação aos restantes à exceção do terceiro ano, no qual já se revela um crescimento. Uma explicação deste facto poderá ser o envolvimento dos alunos destes anos em atividades de integração dos alunos mais modernos e comando dos restantes alunos, atividades estas, às quais os valores desta dimensão se adequam. Os valores de poder e realização que a constituem associam-se a ideias de ser respeitado e reconhecido pelo próximo, conceitos que correspondem ao relacionamento dos alunos instrutores com os novos alunos.

Este objetivo relaciona-se também com o seguinte, - *Averiguar se algum momento de formação pode ser considerado como mais influente para a criação de valores*. Na impossibilidade de determinar o impacto do primeiro ano de escolaridade nos alunos, por falta de termo de comparação anterior, constata-se que o 3º e 4º anos são os momentos mais determinantes para a criação de valores nos alunos, com o aumento dos níveis de valores de Autopromoção. Pode inferir-se que as funções desempenhadas nesses anos impactam os fatores motivacionais dos alunos e o modo como se vêm perante os outros, prezando mais o sucesso e a superioridade.

Os resultados obtidos comprovam a adequação do método para medição de valores humanos dentro das instituições de ensino militar, demonstrando-o como um bom preditor dos

valores dos alunos. A investigação permitiu a identificação de um perfil de valores humanos dos alunos militares, podendo constituir-se como um ponto de partida para investigações futuras.

No universo das Forças Armadas, esta investigação permite uma melhor compreensão dos novos militares em formação, possibilitando aos ramos uma maior sensibilidade quanto ao grupo de militares que gerem. O contraste geracional entre chefias e alunos dita que os valores atualmente demonstrados pelos discentes sejam distintos dos seus superiores, e que se encontrem em constante mutação. O conhecimento desta população ganha com a presente investigação capacita os órgãos de decisão de informação vital para uma melhor adequação das medidas que visem afetar a população estudada.

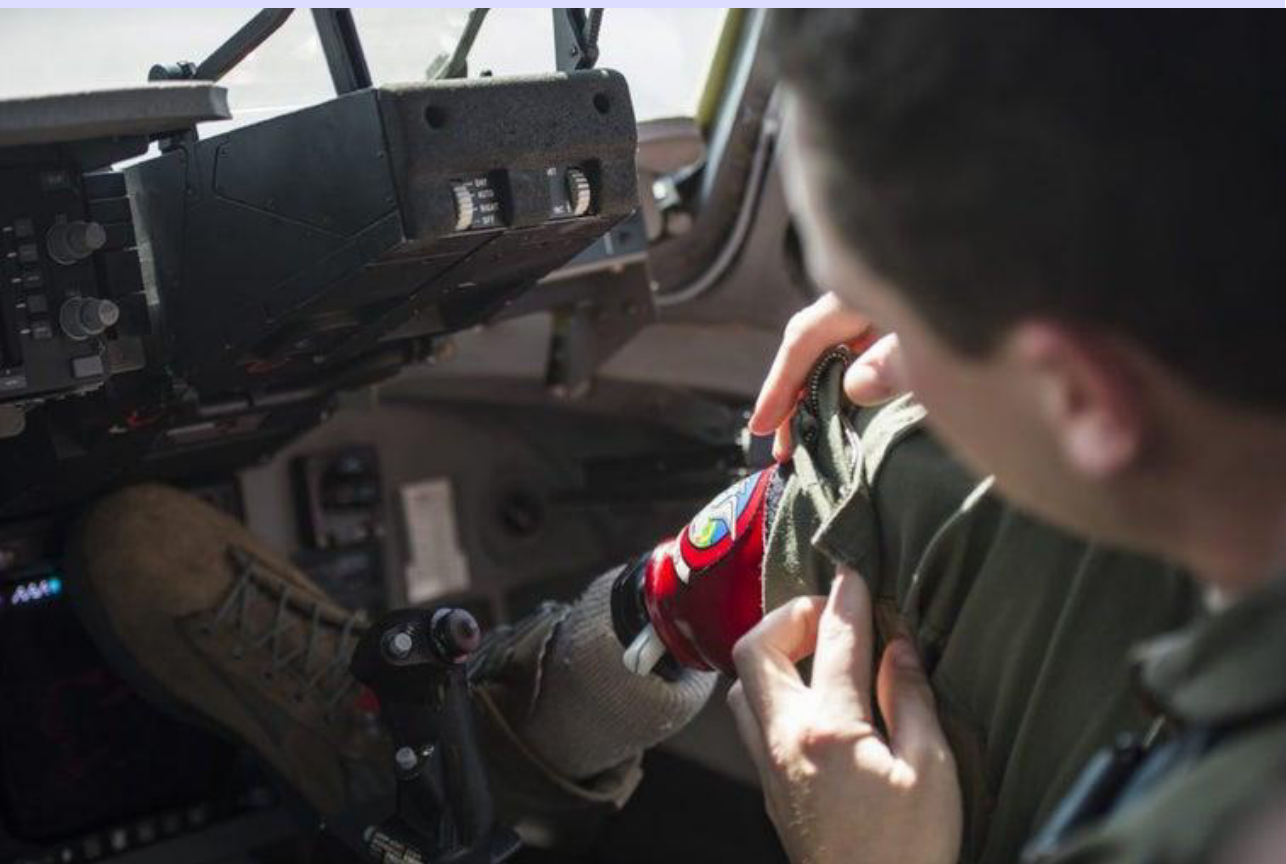
O conhecimento obtido acerca dos alunos militares permite também uma adaptação das ações de recrutamento, para que se ajustem aos valores identificados como mais marcantes para os indivíduos que integram as EMES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Almeida, F. (2010). *Ética, Valores Humanos e Responsabilidade Social das Empresas*. Príncipe Editora.
- [2] Barreiros dos Santos, L. A. (2013). Formação em Contexto Militar. *Revista Militar*, 2533/2534, 143–166. https://www.revistamilitar.pt/artigo.php?art_id=804
- [3] Bilhim, J. A. de F. (2004). *Gestão Estratégica de Recursos Humanos*.
- [4] Birou, A. (1976). *Dicionário das ciências sociais*. Publicações Dom Quixote.
- [5] Broughton, R., Boyes, M. C., & Mitchell, J. (1993). DIStance- from-the-PROTOTYPE (DISPRO) personality assessment for children. *Journal of Personality Assessment*, 60, 32–47.
- [6] Campbell, D. T. (1963). Social attitudes and other acquired behavioral dispositions. *Psychology: A Study of a Science*, 6, 94–172.
- [7] Corey, G., Corey, M. S., & Callahan, P. (2003). *Issues and ethics in the helping professions* (Brooks/Cole (Ed.); 6th ed.).
- [8] Decreto-Lei n.o 90/2015, de 29 de maio: Aprova o Estatuto dos Militares das Forças Armadas. (n.d.).
- [9] Decreto-Lei n.o 91/2009 de 9 de Abril. (n.d.).
- [10] Fernandes, A. (2007). *Tipologia da Aprendizagem Organizacional: Teorias e Estudos*. Livros Horizonte.
- [11] Granjo, M., & Peixoto, F. (2013). Contributo para o estudo da Escala de Valores Humanos de Schwartz em professores. *Laboratório de Psicologia*, 11(1), 3–17. <https://doi.org/10.14417/lp.699>
- [12] Kluckhohn, C. K. M. (1951). Values and value orientation in the theory of action. *Toward a General Theory of Action*, 388–433.
- [13] Lewin, K. (1952). Constructs in field theory. *Field Theory in Social Science: Selected Theoretical Papers*, 30–42.
- [14] Madureira, C. (2004). *A Formação Comportamental no Contexto da Reforma da Administração Pública Portuguesa*.
- [15] Marôco, J. (2011). *Análise Estatística com o SPSS Statistics*.
- [16] Morris, C. (1956). *Varieties of human value*. University of Chicago Press.
- [17] Parry, E., & Urwin, P. (2011). Generational Differences in Work Values: A Review of Theory and Evidence. *International Journal of Management Reviews*, 13(1), 79–96. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2010.00285.x>
- [18] Rohan, M. J. (2000). A rose by any name? The values construct. *Personality and Social Psychology Review*, 4(3), 255–277. https://doi.org/10.1207/S15327957PSPR0403_4
- [19] Rokeach, M. (1973). *The nature of human values*. Free Press.
- [20] Rokeach, Milton. (1979). *Understanding Human Values*. https://books.google.pt/books?hl=en&lr=&id=e_b2tCgC4MQC&oi=fnd&pg=PR9&dq=values&ots=HEkn9XNAGh&sig=vNKXV6eAMzYLfeFNgrpAt9ZT9Dg&redir_esc=y#v=onepage&q=values&f=false
- [21] Schwartz, S. (1994). Are There Universal Aspects in the Structure and Contents of Human Values?

- [22] Schwartz, S. (1996). Value priorities and behavior: Applying a theory of integrated value systems. In I. Lawrence Erlbaum Associates (Ed.), *The Ontario symposium: The psychology of values* (pp. 1–24).
- [23] Schwartz, S. (1999). A theory of cultural values and some implications for work. *Applied Psychology: An International Review*, 48, 23–47.
- [24] Schwartz, S. H. (1992). Universals in the content and structure of values: Theoretical advances and empirical tests in 20 countries. In M. Zanna. (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (pp. 1-65). Academic Press.
- [25] Schwartz, S. H. (2003). A proposal for measuring value orientations across nations. In *Questionnaire Development Package of the European Social Survey* (pp. 259–319).
- [26] Schwartz, S. H. (2005). Basic human values: Their content and structure across countries. In A. Tamayo & J. B. Porto (Eds.), *Valores e comportamento nas organizações [Values and behavior in organizations]* (pp. 21–55). Vozes.
- [27] Schwartz, S. H. (2006). Les valeurs de base de la personne: Théorie, mesures et applications [Basic human values: Theory, measurement, and applications]. *Revue Française de Sociologie*, 47, 249–288.
- [28] Schwartz, S. H., Cieciuch, J., Vecchione, M., Davidov, E., Fischer, R., & Konty, M. (2012). Refining the theory of basic individual values. *Journal of Personality and Social Psychology*, 103, 663–688.
- [29] Schwartz, S. H., Melech, G., Lehmann, A., Burgess, S., & Harris, M. (2001). Extending the cross-cultural validity of the theory of basic human values with a different method of measurement. *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 32, 519–542.
- [30] Silveira, J. A. de S. (2015). A Carreira Militar. Da Especificidade Funcional À Conceção Normativa E Gestionária. https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/17424/1/TII - José Silveira _ final_ corrigido_final.pdf
- [31] Spranger, E. (1928). *Types of men: The psychology and ethics of personality*. Max Niemeyer Verlag.
- [32] Van Der Wal, Z., De Graaf, G., & Lasthuizen, K. (2008). What's valued most? Similarities and differences between the organizational values of the public and private sector. 465–482.

PRÓTESES DE MEMBRO INFERIOR - CRITÉRIOS DE ANÁLISE PARA EFEITOS DE APROVAÇÃO PELA MEDICINA AERONÁUTICA



Autor

Tiago Cantante Romão, Tenente Médico, Aluno da VI Pós-Graduação em
Medicina Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientadora

Marina de Jesus Coelho Lopes, Tenente Coronel Médica
Centro de Medicina Aeronáutica, Lumiar.

Resumo: A certificação aeromédica é um processo no qual o médico examinador tem a responsabilidade de decidir a aptidão do indivíduo para a atividade aérea, tendo em conta a história clínica, avaliação física, analítica, imagiológica e riscos relacionados com o voo. O principal objetivo é identificar limitações e potenciais problemas que possam levar a incapacidade súbita do piloto durante o voo.

Em todo o mundo, existem milhões de pessoas com défices sensitivo-motores, por diversas causas, entre elas a amputação de membros. Os acidentes traumáticos são a maior causa de amputação entre indivíduos jovens, existindo descritos alguns casos de pilotos que conseguiram regressar à atividade aérea usando uma prótese de membro inferior após amputação.

A legislação aplicada à atividade aérea é bastante criteriosa, contudo prevê alguma flexibilidade nos critérios para aprovação de casos limite, permitindo que o médico avaliador aeronáutico e o médico assessor da autoridade de licenciamento tenham uma avaliação individualizada e muitas vezes subjetiva.

Um piloto com uma nova prótese de membro inferior pode requerer, pela primeira vez a renovação/revalidação do certificado médico de classe 1 ou classe 2 junto de um Centro de Medicina Aeronáutica ou um Examinador Médico Aeronáutico. Após avaliação clínica, há uma referenciação do caso à autoridade de licenciamento e realização de um teste de voo médico, possibilitando a obtenção de um certificado com aptidão médica para classe 1 ou classe 2, com restrições APL e OAL ou APL e OSL respetivamente.

Palavras-chave: Prótese de membro inferior; Certificação aeromédica; EASA; ICAO; Teste de voo médico.

1. INTRODUÇÃO

Em todo o mundo, existem milhões de pessoas com défices sensitivo-motores devido a amputação de membros, lesões neurológicas ou outras doenças crónicas. (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

Nos Estados Unidos da América (EUA) mais de 2 milhões de pessoas vivem com amputação de membro, estimando-se cerca de 185 000 casos novos a cada ano, prevendo-se que em 2050 o número de americanos com uma amputação de membro atinja os 3,6 milhões. (Ricaurte & Mahmoud, 2018), (Ziegler-Graham et al, 2008), (Cifu, 2016). Em Portugal, um estudo retrospectivo observacional a partir da base de dados de mortalidade hospitalar, da Administração

Central do Sistema de Saúde (ACSS), entre 2000 e 2015 contabilizou 84187 amputações de membros (Matos, Carolino & Ramos, 2018).

A amputação de membro corresponde à perda, no seu todo ou de parte, unilateral ou bilateral, de membro superior ou inferior. A amputação de membro inferior tem um grande número de etiologias entre a população geral, nomeadamente traumática, neoplásica, infecciosa, patologia vascular periférica ou diabetes, sendo estas duas últimas causas responsáveis por cerca de 70-80% das amputações (Machado et al, 2012), (Journeay et al, 2018), (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

As amputações traumáticas, incluindo as relacionadas com atividades militares, são a segunda maior causa de amputações, sendo a mais comum entre jovens adultos. As causas mais frequentes de amputações traumáticas em jovens adultos são as lesões envolvendo maquinaria (40%), eletrodomésticos e ferramentas elétricas (28%), armas de fogo (9%) e acidentes de veículos motorizados (8%) (Ricaurte & Mahmoud, 2018), (Ziegler-Graham et al, 2008), (Cifu, 2016).

Apesar das amputações por trauma estarem a diminuir, só na guerra do Afeganistão e do Iraque, mais de 1700 americanos sofreram uma amputação de membro (Ziegler-Graham et al, 2008). A este tipo de amputações, estão mais frequentemente associadas as lesões por traumatismo crânio-encefálico, perdas auditivas, lesões visuais e o stress pós-traumático (Cifu, 2016).

Os avanços nos cuidados médicos, nas abordagens terapêuticas e na tecnologia protésica, têm permitido que pessoas com amputação de membro inferior tenham melhoria da funcionalidade e da qualidade de vida (Cifu, 2016). Apesar disto, a amputação de um membro representa um desafio físico, emocional e social para o indivíduo que se confronta com uma perda irreparável, que afeta a sua vida e implica imensas adaptações e restrições (Machado et al, 2012).

Os pilotos, em comparação com a população geral, são mais suscetíveis a sofrer uma lesão traumática relacionada com atividades desportivas e profissionais, dada a sua apetência por atividades de ar livre e atividades de risco. Lesões traumáticas graves poderão conduzir em última instância a uma amputação de membro (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

O regresso à mesma atividade laboral, após uma amputação de membro, é um evento raro, tanto na população civil, como militar. A maioria dos casos opta por procurar um trabalho alternativo, menos exigente fisicamente e adaptado à sua nova condição (Grossman et al, 2003), (Burger & Marinček, 2007). Segundo Reid & Baker (1971), pilotos que sofreram amputação de membro abaixo do joelho, com menos de 10 anos de serviço e com menos de 1000 horas de

voo, devem ser particularmente encorajados a regressar ao serviço aéreo devido ao grande potencial sucesso.

Apesar de não existirem estudos epidemiológicos sobre pilotos com amputação de membro inferior que regressaram ao serviço, existem vários casos de sucesso publicados. (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

Ao examinador médico aeronáutico (EMA) cabe a responsabilidade de diagnosticar patologias, identificar e avaliar o risco envolvido e decidir a aptidão do indivíduo para o voo. Como a incapacidade súbita pode comprometer a missão e colocar em risco a segurança do voo, é fundamental existirem critérios e normas de atuação específicos.

De acordo com o documento *Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Part-MED* de 2019 da *European Aviation Safety Agency* (EASA), no que concerne à aptidão aeromédica referente ao sistema músculo-esquelético, mesmo em caso de sequelas significativas em membros decorrentes de doença, lesão ou defeito congénito, o piloto pode ser considerado apto. Para tal é necessário que a condição esteja em remissão ou seja estável, o piloto não tome medicação desqualificante e, conclua com sucesso um teste de voo médico ou teste de voo em simulador (EASA, 2019).

Relativamente à *International Civil Aviation Organization* (ICAO) as recomendações constantes no documento *Manual of Civil Aviation Medicine* de 2012, vão no mesmo sentido, referindo a necessidade de uma avaliação quanto à restante capacidade funcional necessária para o desempenho seguro da atividade aérea, incluindo procedimentos de emergência. No caso de amputação de membros inferiores, um candidato pode ser considerado apto num exame de certificação médica para Classe 1, desde que possua uma prótese funcionalmente satisfatória e demonstre habilidade no seu uso, sendo, no entanto, provável que seja necessário restringir a aptidão a um tipo específico de aeronave. (ICAO, 2012).

2. OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é propor um modelo para certificação aeromédica para um piloto com amputação do membro inferior.

3. METODOLOGIA

Para este trabalho foi feita uma pesquisa na plataforma Pubmed e selecionados artigos que continham informação relevante sobre as temáticas de amputações de membros e pilotos amputados. Foi ainda consultada bibliografia de referência na área da Medicina Física e

Reabilitação, legislação da EASA, da ICAO e, ainda regulamentos e diretrizes da *Civil Aviation Authority* (CAA) do Reino Unido e da *Federal Aviation Administration* (FAA) dos Estados Unidos da América.

Foi também consultado o processo físico de certificação aeromédica pela Autoridade Nacional de Aviação Civil (ANAC) de um piloto com amputação de membro inferior.

4. ESTADO DA ARTE

A prótese de membro inferior é um importante elemento de reabilitação, cuja prescrição deve ser individualizada de acordo com objetivos e necessidades funcionais, características individuais, comprimento do membro residual, força e controlo nos músculos proximais, assim como as condições ambientais em que a prótese vai ser usada (Cifu, 2016).

Para prever e avaliar a funcionalidade do indivíduo com prótese de membro inferior é usado o sistema de classificação funcional do *Centers for Medicare and Medicaid Services*. A classificação deve ser, tanto quanto possível, baseada em dados objetivos, tendo ainda em conta outras condições médicas e comorbilidades individuais que possam influenciar a funcionalidade global. As cinco categorias de funcionalidade têm correspondência a recomendações quanto ao tipo de componentes que as próteses devem possuir para se alcançar determinada funcionalidade. A categoria K4 é aquela onde o indivíduo tem, ou pode vir a alcançar, uma melhor funcionalidade, mais próxima das exigências da atividade aérea de um piloto (Cifu, 2016).

Considera-se que independentemente das funções próprias dos mais avançados dispositivos protésicos, o ajuste do encaixe ao membro e o alinhamento das várias partes entre si e com o corpo do indivíduo, assumem-se como fatores chave na utilização de uma prótese. No entanto, para superar os desafios de adaptação e de alinhamentos da prótese é necessária uma significativa cooperação e treino por parte da equipa de ortoprotesia e do indivíduo amputado (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

As próteses acima do joelho (Figura 1) são compostas por quatro componentes principais, o encaixe, o sistema de joelho, a haste/pilão e o sistema pé-tornozelo (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

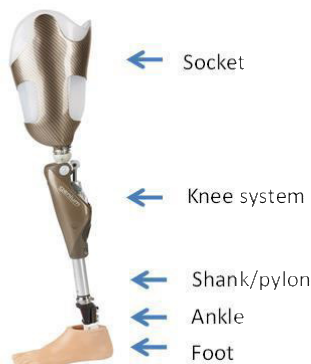


Figura 1 - Próteses de membro inferior (Ricaurte & Mahmoud, 2018)

O encaixe protésico serve de plataforma para conectar e adaptar a prótese ao membro residual, sendo por isso um dos componentes mais importantes. É através do encaixe que é feita a sustentação do peso do indivíduo, que se ligam todas as restantes partes da prótese e no qual são aplicadas todas as forças para controlar a prótese, sendo geralmente feito de um material rígido (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

Por vezes, existe contato direto entre a pele do membro residual e o encaixe protésico, mas também podem ser utilizados outros materiais para otimizar esta interface. Pode ser usado um liner sobre o membro residual composto por uma camada protetora de material flexível e acolchoado, de forma a reduzir o movimento e a abrasão entre a pele e o encaixe. Os *liners* agem com uma segunda pele e podem ser feitos de diferentes materiais como silicone, poliuretano ou copolímero, dependendo das necessidades individuais (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

Para conectar o encaixe ao membro residual é usado um sistema de suspensão. Quanto mais seguro o sistema, maior a propriocepção, desempenho e confiança do paciente. Os tipos de suspensão mais utilizados são a suspensão por pino, por sucção e por vácuo (Ricaurte & Mahmoud, 2018), (Cifu, 2016).

O sistema de suspensão por pino (Figura 2. a)) é composto por um *liner* com pino metálico na extremidade que encaixa num mecanismo de bloqueio no encaixe protésico. O bloqueio pode ser feito por um mecanismo de engate ou de rosca, conseguindo-se uma conexão mecânica segura entre o amputado e a prótese. O *liner* de gel fixa-se ao paciente e o pino segura a prótese. Este sistema pode ser usado para níveis de amputação transtibial ou transfemoral. Em geral, é um sistema de fácil utilização, oferecendo ainda um clique audível para reforçar o engate do

sistema de bloqueio. A maior desvantagem é o potencial de lesão nos tecidos do membro residual por fricção e tração distal (Ricaurte & Mahmoud, 2018), (Cifu, 2016).

O sistema de suspensão por sucção consiste num encaixe rígido com uma válvula unidirecional na extremidade distal, criando uma pressão negativa para segurar a prótese ao membro residual. A válvula mantém o vácuo resultante, para que o membro residual e o encaixe se mantenham e estreito contato. Devido à pressão negativa, uma prótese com pouco contato distal, pode causar problemas de pele, incluindo hiperplasia verrucosa. Atualmente, são utilizados liners de gel entre a pele e o encaixe melhorando o conforto e a suspensão. O indivíduo coloca a prótese, usando uma meia apropriada e, de seguida a válvula elimina o ar existente no interior. Quando pretende remover a prótese, o indivíduo solta a válvula de sucção, é introduzido ar dentro do encaixe, e assim, a prótese é facilmente removida (Cifu, 2016), (Domingues, 2016).

O sistema de suspensão por vácuo (Figura 2.b) é semelhante ao sistema de sucção, mas melhorado pela introdução de *liners* e de uma bomba de vácuo. Tal como no sistema de suspensão por sucção, o ar é passivamente expelido do interior do encaixe através da válvula unidirecional, no sistema de suspensão por vácuo, uma bomba expelle ativamente mais ar, aumentando o vácuo no interior do encaixe. As bombas podem ser manuais ou dispositivos elétricos. Este sistema permite uma maior segurança e estabilidade da prótese, sendo recomendado para os pacientes mais ativos, mas também é muito usado nos mais idosos (Cifu, 2016).



Figura 2 - a) Sistema de suspensão por pino; b) Sistema de suspensão por vácuo (Cifu, 2016)

Existem no mercado ainda outros métodos de suspensão da prótese tais como tiras, cintos e fivelas, frequentemente utilizados no passado e que ainda podem ser encontrados em alguns indivíduos, por preferência destes ou por outras questões anatómicas do membro residual (Cifu, 2016).

Para um indivíduo com amputação acima do joelho, o componente fulcral para o sucesso da reabilitação e retoma das atividades diárias é o joelho protésico (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

O mecanismo de controlo interno do joelho protésico pode ser tão simples quanto um mecanismo de fricção, que provoca resistência constante e permite efetuar marcha a velocidade constante, até ao controlo por fluido hidráulico com ou sem microprocessador, que permite efetuar marcha com passada variada (Cifu, 2016).

A classificação funcional de *Blumentritt* baseia-se na capacidade da prótese em permitir a flexão do joelho durante a sustentação de peso, mimetizando a função muscular excêntrica dos quadríceps. As próteses que não permitem flexão do joelho são a de bloqueio, de travão por fricção e o joelho de 4 barras e, as que permitem alguma flexão, ainda que limitada, são os joelhos policêntricos com pelo menos 5 eixos. As próteses hidráulicas permitem flexão ilimitada do joelho (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

Durante a marcha, a fase de apoio representa cerca de 60% do ciclo de cada passo, fase em que o pé está no solo, funcionando como absorvedor do impacto, adaptador móvel, alavanca rígida e suporte para o corpo que lhe passa por cima. A fase de apoio pode ser subdividida em contato inicial com o solo, resposta à carga, apoio médio, apoio final e pré-balanço. A estabilidade do apoio é afetada pelo tipo de mecanismo do joelho protésico, pois existe uma relação inversa entre a estabilidade técnica e o controlo voluntário/funcionalidade da prótese. Um joelho de bloqueio é muito estável, impedindo o colapso do joelho durante o apoio em qualquer circunstância, mas limita bastante a marcha devido à rigidez da prótese. As próteses de joelho mais avançadas permitem maior controlo e funcionalidade, mas existe redução da estabilidade e necessidade de maior controlo motor por parte do indivíduo para o seu uso (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

A fase de balanço representa os restantes 40% do ciclo de cada passo, correspondendo ao momento em que o pé não está em contato com o solo, sem suportar peso do corpo, sendo uma fase determinante da cadência da marcha (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

Os joelhos de bloqueio manual (Figura 3. a)), bloqueiam quando estão completamente estendidos e desbloqueiam puxando manualmente uma alavanca na parte proximal do encaixe. Este sistema não permite nenhum controlo na fase de balanço já que apenas pode ser desbloqueado manualmente, permitindo a flexão do joelho, para o indivíduo se sentar. É o sistema utilizado quando o objetivo primordial é a estabilidade, sendo durável e pouco dispendioso, é tipicamente indicado para indivíduos com categoria funcional K1 (Ricaurte & Mahmoud, 2018), (Cifu, 2016).

Os joelhos de travamento por fricção constante funcionam com um mecanismo de resistência mecânica que impede que a haste balance demasiado para a frente quando está na fase de balanço para o próximo passo. É necessário muito cuidado durante a marcha,

especialmente em superfícies irregulares e rampas, pois a estabilidade apenas é alcançada quando a força de reação do solo fica anterior ao centro do joelho. Sem estabilidade, o joelho pode dobrar ou colapsar abruptamente. Este tipo de joelho é muito limitativo pois não oferece suporte para caminhar em descidas inclinadas, descer escadas ou sentar, uma vez que não permite sustentação do peso durante a flexão. São apenas adequados para indivíduos com categoria funcional K1 e K2, pois apenas permitem marcha a cadência fixa (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

Os joelhos de bloqueio ativados por peso ou de segurança, possuem um só eixo com um mecanismo de travamento ativado por peso. O indivíduo, durante a fase de apoio, aplica peso através da prótese bloqueando automaticamente a flexão do joelho. Na fase de balanço o indivíduo retira o peso de cima da prótese, provocando o desbloqueio do joelho e assim a sua flexão. Este tipo de joelho apenas permite caminhada nivelada, sendo indicada para indivíduos com categoria funcional K1 e K2, pois tal como os anteriores, não é possível suportar peso durante a flexão (Ricaurte & Mahmoud, 2018), (Cifu, 2016).

Os joelhos policêntricos (Figura 3. b)) possuem na maioria das vezes quatro ou mais pontos de rotação entre o encaixe e a haste conectados por barras de ligação, oferecendo bom controlo sobre a prótese na posição de pé e durante a fase de apoio da marcha. As ligações permitem projetar o centro instantâneo de rotação posteriormente à força de reação do solo e elevá-lo, proporcionando melhor estabilidade do joelho. Com a flexão do joelho, o centro instantâneo de rotação desloca-se distal e anteriormente, facilitando a flexão do joelho na fase de apoio tardio. Estes joelhos permitem flexão limitada do joelho durante a sustentação de peso, importante para a absorção de choque e transposição de pequenos declives e terrenos irregulares. É um tipo indicado para indivíduos que necessitam de estabilidade no apoio de calcanhar. Podem estar equipados com controlo na fase de balanço por resistência mecânica ou por fluídos (pneumática ou hidráulica). São indicados para indivíduos com categoria de mobilidade K2 e K3 que toleram flexão do joelho em apoio (Cifu, 2016).

Os joelhos hidráulicos e pneumáticos possuem um cilindro cheio de fluido (hidráulico) ou ar (pneumático) que fornece controlo durante a fase de balanço da marcha, com extensão e flexão do joelho. Ambos funcionam de forma muito semelhante, sendo que se por um lado os joelhos pneumáticos têm a vantagem de não serem afetados por mudanças da temperatura ambiente, mantendo constante a resistência do joelho mesmo após várias horas de atividades com temperaturas negativas, os joelhos hidráulicos permitem geralmente uma maior mobilidade. Os joelhos pneumáticos são adequados para indivíduos com capacidade de variar a cadência da marcha, mas apenas com caminhada de baixa velocidade, com mobilidade média a alta, de

categoria funcional K2 e K3. Indivíduos com joelho de controle de apoio hidráulico, com bons reflexos, coordenação, força e treino, podem descer rampas, escadas, passar por cima de degraus. Para garantir uma utilização segura, esses sistemas são indicados apenas para indivíduos com muito boa condição física. Quando devidamente alinhados e ajustados, os sistemas hidráulicos mais avançados permitem que o individuo caminhe a qualquer velocidade, sendo por isso indicados para indivíduos com categoria funcional K3 e K4 (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

A geração mais avançada de próteses de membro inferior inclui os joelhos com microprocessador (Figura 3. c)). Este sistema caracteriza-se por um microprocessador com entrada de vários sensores que fornecem informação detalhada sobre o ângulo do joelho, direção do movimento, velocidade angular e status de suporte de peso. O microprocessador analisa as informações entre 50 a 1000 vezes por segundo para controlar a resistência do joelho à flexão. Os joelhos com microprocessador têm cada vez mais durabilidade e fiabilidade, mas ainda é necessária precaução com a sua utilização perto de água ou em ambientes agressivos. Embora funcionem bem para indivíduos muito ativos, a maioria não é projetada para ser usada em corrida ou outros desportos de alta atividade, sendo geralmente indicados para aqueles com categoria funcional K3 (Cifu, 2016).



Figura 3 - a) Joelho de bloqueio manual; b) Joelho policêntrico; c) Joelhos com microprocessador; d) OttoBock® X3 (Cifu, 2016)

A *OttoBock® Genium e X3* (Figura 3.d) são próteses de joelho com microprocessador tecnologicamente avançadas, compostas por seis sensores que fornecem dados para controlo da marcha. Estes joelhos protésicos permitem uma leve flexão do joelho no apoio do calcanhar, o que facilita a absorção do impacto no solo, marcha em terreno irregular, ultrapassar inclinações e escadas. Fornecem uma postura intuitiva, uma vez que ao reconhecerem que o individuo está parado, bloqueiam-se automaticamente, para permitir carga total. Permitem andar para trás com segurança. A *OttoBock® X3* é à prova de água salgada (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

A prótese de membro inferior com joelho de controlo hidráulico parece ser a mais adequada a um piloto amputado, pois permite maior funcionalidade e destreza, necessárias para operar uma aeronave, particularmente em situações de emergência quando é necessário sair rapidamente da cabine de comando. No entanto, não se encontram estudos que avaliem objetivamente estes aspetos, assim como o efeito das alterações de pressão atmosférica ou da influência do ambiente aeronáutico na operação e função destes dispositivos médicos avançados (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

Existe uma grande variedade de pés protésicos com o objetivo de fazer face às necessidades individuais dos amputados, podendo serem categorizados por não articulados, articulados, de resposta dinâmica, com controlo por microprocessador e pés para atividades específicas. De entre os mais simples, os pés não articulados, existe o pé SACH (*Solid Ankle Cushion Heel*) (Figura 4.a)) indicado para indivíduos de categoria funcional K1, pois não tem partes móveis, o que o torna bastante leve, mas limitado a caminhada em superfícies niveladas e ainda, o pé SAFE (*Solid Ankle Flexible Endoskeletal*), que sendo similar ao pé SACH, tem a vantagem de permitir alguns movimentos de pronação e supinação, permitindo caminhar em superfícies com alguma irregularidade (Cifu, 2016).

Relativamente aos pés articulados, a sua diferenciação faz-se ao nível do número de eixos axiais. O pé de um eixo permite controlo do movimento do tornozelo em dorsiflexão e flexão plantar, conseguindo-se o retorno à posição neutra com rapidez, o que aumenta a estabilidade. São indicados para indivíduos com categoria funcional K1 e K2. Os pés multiaxiais permitem rotação em vários planos, incluindo a rotação, sendo indicados para categorias funcionais K2 e K3 (Cifu, 2016).

Os pés de resposta dinâmica (Figura 4. b)) são feitos de materiais como o plástico ou fibra de carbono que têm capacidade de acumular energia durante a fase de apoio com carga e depois retornar energia durante a fase de apoio sem carga. Este sistema de prótese permite também absorver parte do choque provocado pela reação do pé ao solo, impedindo que se transmita ao membro residual. São indicados para indivíduos ativos, de categorias funcionais K3 e K4 (Cifu, 2016).

Os pés com microprocessador têm a capacidade de dorsiflexão e flexão plantar ativas durante a fase de apoio e de balanço da marcha, sendo especialmente úteis para subir em pisos desnivelados. Além destes exemplos, podem ser produzidos pés para as mais variadas atividades específicas, como os pés para corrida (Figura 4.c) ou pés que permitam o uso de sapatos de salto alto (Cifu, 2016).



Figura 4 - a) Pé SACH; b) Pé de resposta dinâmica; c) Pé especial para corrida (Cifu, 2016)

O processo de licenciamento de um piloto em Portugal rege-se na sua essência pelo Regulamento (UE) n.º 1178/2011 da Comissão de 3 de novembro de 2011 (com sucessivas alterações, sendo a mais recente o Regulamento (EU) n.º 2020/359 de 4 de março de 2020) que estabelece os requisitos técnicos e os procedimentos administrativos para as tripulações da aviação civil, em conformidade com o Regulamento (CE) n.º 216/2008 do Parlamento Europeu e do Conselho.

Os pedidos de emissão, revalidação ou renovação de licenças de piloto, qualificações e certificados associados são apresentados à autoridade competente. Em Portugal, de acordo com Decreto-Lei n.º 40/2015, de 16 de março, essa competência é atribuída à Autoridade Nacional da Aviação Civil (ANAC). O pedido leva a uma apreciação dos requisitos, tanto qualificações e averbamentos associados, como aptidão médica para a classe requerida pelo piloto.

Os candidatos a certificado médico devem fornecer ao Centro de Medicina Aeronáutica (CMA), EMA ou Médico Generalista (MG), conforme aplicável, prova da sua identidade, declaração dos antecedentes pessoais médicos, histórico de pedidos de certificação aeromédica, incluindo resultados de exames médicos aeronáuticos anteriores e, casos de suspensão ou revogação de certificados médicos. Se for solicitada uma revalidação ou renovação do certificado médico, os candidatos devem apresentar o certificado médico mais recente (Regulamento de Execução (UE) 2019/27).

Os certificados médicos iniciais para pilotos de classe 1 devem ser emitidos por um CMA, enquanto os certificados médicos de pilotos de classe 2 e de pilotos de aeronaves ligeiras (LAPL) podem ser emitidos por um CMA ou por um EMA. Os certificados para LAPL podem ainda ser emitidos por um médico generalista (MG) se tal for permitido pela legislação nacional do Estado-Membro da autoridade de licenciamento à qual foi efetuado o pedido de certificado médico. Os

pedidos de revalidação e renovação dos certificados médicos de classe 1 e de classe 2 devem ser revalidados e renovados por um CMA ou por um EMA (Regulamento de Execução (UE) 2019/27).

Do ponto de vista da certificação aeromédica, podem ser candidatos todos aqueles que consigam demonstrar ser capazes de cumprir eficazmente os seus deveres e funções durante o voo (Ricaurte & Mahmoud, 2018). Para obter aptidão médica, que compreende aptidão física e mental, o piloto não deverá ter doenças ou deficiências que o impeçam de executar as tarefas necessárias para a operação de uma aeronave, que o impeçam de ser capaz de desempenhar em qualquer momento as funções que lhe estão destinadas ou, que o impeçam de ter a perceção correta do seu meio envolvente (Regulamento (UE) 2018/1139).

A avaliação aeromédica da aptidão músculo-esquelética de um candidato, incluindo indivíduos com amputação de membro, pode ser feita usando os seguintes princípios:

- 1) Mobilidade - é necessária mobilidade articular adequada, permitindo que o piloto ou outro tripulante, alcance todas as áreas da cabine e faça uma vigilância adequada;
- 2) Força - é necessário que o membro consiga produzir força adequada e sustentada, capaz de executar as tarefas necessárias, em voo rotina ou em situações de emergência;
- 3) Destreza - os movimentos devem ser habilidosos e rápidos, com amplitude de movimentos e força adequadas;
- 4) Possibilidade de disfunção súbita - avaliação e identificação de situações que possam causar alteração súbita e significativa do desempenho físico, como tendência a bloqueio do joelho. Problemas mantidos, não tratados e com probabilidade de ocorrerem em ambiente de voo, e em que a consequência da sua ocorrência seja, ou possa ser grave, resultarão em inaptidão para o candidato;
- 5) Dor - a presença de sintomatologia álgica ou patologia que possa cursar com aumento gradual da dor, pode provocar distração sobre as tarefas durante o voo, necessitando por isso, de avaliação. A dor também pode ser provocada pelas tarefas de voo, podendo não haver oportunidade de obter alívio por meio de medidas simples, como mudança de posição ou alongamento (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

De acordo com as diretrizes da EASA para a avaliação de pessoal navegante, o capítulo MED.B.050 do Regulamento de Execução (UE) 2019/27 da Comissão de 19 de dezembro de 2018, referente ao aparelho musculo-esquelético refere no ponto b) “Os requerentes que não possuam um uso funcional satisfatório do sistema musculo-esquelético que lhes permita exercer de forma segura os privilégios da licença devem ser considerados inaptos. No entanto, se o uso funcional do sistema musculo-esquelético é satisfatório para o exercício seguro dos privilégios

em relação a um certo tipo de aeronave, o que pode ser demonstrado, se necessário, através de um teste médico de voo ou de simulador de voo, o requerente pode ser considerado apto e os seus privilégios devem ser limitados em conformidade". Sendo ainda referido no ponto c) "Em caso de dúvida no contexto das avaliações (...) os requerentes de um certificado médico de classe 1 devem ser remetidos para o avaliador médico da autoridade de licenciamento e os requerentes de um certificado médico de classe 2 devem ser avaliados em consulta com o avaliador médico da autoridade de licenciamento" (Regulamento de Execução (UE) 2019/27).

Para o cumprimento dos requisitos para a concessão da aptidão aeromédica referente ao sistema músculo-esquelético, de acordo com os *Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Part-MED do Annex I to ED Decision 2019/002/R* de 28 de janeiro 2019, o capítulo AMC1 MED.B.050 referente aos certificados para classe 1, no seu ponto a) refere "candidatos com qualquer sequela significativa de doença, lesão ou anormalidade congénita afetando os ossos, articulações, músculos ou tendões com ou sem cirurgia exigem uma avaliação completa antes de uma avaliação de aptidão", no ponto b) refere "candidatos com doença inflamatória, infiltrativa, traumática ou degenerativa do sistema músculo-esquelético podem ser avaliados como aptos, desde que a condição esteja em remissão ou estável e o candidato não esteja a tomar nenhum medicamento desqualificante e tenha completado satisfatoriamente um teste médico de voo ou de simulador de voo. Aplicam-se as limitações apropriadas". É ainda referido no ponto c) "candidatos com defeitos do sistema músculo-esquelético, incluindo obesidade, que realizem teste médico de voo ou de simulador de voo devem realizar satisfatoriamente todas as tarefas necessárias para o tipo de voo pretendido, incluindo os procedimentos de emergência e evacuação". Os mesmos requisitos são aplicados na íntegra aos certificados médicos de classe 2 (EASA, 2019).

A avaliação aeromédica de um piloto amputado cria vários desafios ao médico examinador. Todo o histórico clínico relativamente à etiologia da amputação, internamentos, cirurgias realizadas, processo de reabilitação e estado atual, incluindo descrição do estado funcional, limitações e medicação habitual, deverá estar documentado através de relatórios médicos. Analisando o histórico de pilotos amputados candidatos a certificação aeromédica, os acidentes traumáticos são a etiologia mais frequente, pelo que a natureza do acidente pode levar à necessidade de avaliação por especialidades médicas ou cirúrgicas, como neurologia, neurocirurgia, ortopedia, medicina física e reabilitação ou psiquiatria.

O tratamento farmacológico é por si só muitas vezes motivo de inaptidão para atividade aérea. Segundo legislação da EASA e da ICAO, medicamentos frequentemente utilizados no tratamento da dor como os anticonvulsivantes, nomeadamente a gabapentina, pregabalina e a

carbamazepina, são motivo de desqualificação, devido aos efeitos secundários inaceitáveis ao nível do sistema nervoso central. Deste grupo de fármacos desqualificantes para atividade aérea fazem também parte os opioides, NMDAs, anticolinérgicos e tricíclicos. Desta forma, grande parte dos medicamentos utilizados para controlo da dor são inaceitáveis para a certificação, pelo que os candidatos terão de interromper essa medicação por um período adequado antes de voar, por forma a obter a certificação aeromédica (ICAO, 2012), (EASA, 2019).

Os procedimentos para a certificação aeromédica constantes no *Manual of Civil Aviation Medicine* da ICAO são globalmente concordantes com os regulamentos da EASA, existindo uma maior especificação da situação de amputação de membro inferior nos capítulos 8.4 e 8.5. Um candidato com amputação de membros inferiores pode ser considerado apto para classe 1 se conseguir demonstrar habilidade adequada utilizando uma prótese satisfatória. É, no entanto, provável que seja necessário restringir a aptidão a um tipo específico de aeronave. Tal como em qualquer outra condição médica com implicações na segurança do voo, o médico examinador deve avaliar a possibilidade de interferência na capacidade de realizar as tarefas necessárias em condições normais, e especialmente o risco de incapacitação súbita ou contínua durante o voo (ICAO, 2012).

Para avaliar a capacidade do candidato em realizar com competência as tarefas que podem ser exigidas em cada tipo de aeronave, nomeadamente operar eficazmente todos os controlos que requerem o uso da extremidade deficiente, é muitas vezes necessário um teste de voo. Ao avaliar a função dos membros inferiores, deve ser dada especial atenção ao desempenho seguro e eficiente da ação de travagem no solo. O candidato deve ser capaz de operar satisfatoriamente a aeronave, não apenas em condições normais de voo, mas também durante qualquer emergência que possa ocorrer durante o voo ou durante evacuação (ICAO, 2012).

A Administração Federal de Aviação (FAA) responsável pela emissão de certificados médicos nos Estados Unidos da América, emitiu os primeiros certificados médicos para pilotos amputados em 1920. De acordo com esta entidade, os fatores que têm sido considerados para a certificação aeromédica incluem a atitude do piloto em relação à perda do membro, a natureza da perda (traumatismo ou patologia progressiva), o desempenho no teste médico de voo para demonstração de capacidade operacional, a capacidade funcional do dispositivo protético e a possibilidade de serem feitas pequenas modificações nos controlos da aeronave (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

É fundamental uma boa caracterização da prótese usada, pelo que os manuais ou guias do fabricante da prótese devem ser apresentados no momento do pedido de certificação. Todos

os candidatos a renovação ou revalidação de classe 1 com uma nova prótese, irão necessitar de um teste médico de voo ou de simulador de voo antes de concluir a avaliação. Estes candidatos, quando aptos, terão sempre restrições no certificado, nomeadamente OML (limitação operacional a multipiloto), APL (apenas com a prótese aprovada) e OAL (restrito ao tipo aeronave demonstrada), pelo que todos os novos casos devem ser remetidos para o avaliador médico da autoridade de licenciamento. Os pedidos de certificado de classe 2 podem ser avaliados por um EMA em consulta com o avaliador médico da autoridade de licenciamento, sendo que estes certificados terão limitações OSL (limitação operacional a piloto de segurança) e APL. Após a realização de um teste médico de voo satisfatório com um instrutor-chefe de voo, pode ser removida a limitação OSL, devendo ser adicionada a limitação OAL (CAA, 2019).

Face aos avanços tecnológicos nos dispositivos protésicos com a utilização de microprocessadores, sensores eletrónicos, transmissão de dados sem fios e baterias de lítio, têm surgido algumas preocupações relativamente à sua segurança na aviação, devido à possibilidade de interferirem com a aviónica da cabine de controlo. Outra situação de grande importância é a capacidade do piloto com prótese de membro inferior em sair da aeronave de forma segura e expedita em caso evacuação de emergência. Testes médicos de voo podem ajudar a avaliar se a segurança do voo com pilotos com prótese de membro inferior é ou não afetada (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

O *Manual of Civil Aviation Medicine* de 2012 da ICAO exemplifica no capítulo 2.4 da Parte I referente às práticas de licenciamento, os procedimentos de avaliação para certificação aeromédica de casos limite. As condições médicas limites devem em primeira instância ser avaliadas por um especialista. Se o candidato não cumprir os requisitos médicos, mas a condição, na opinião do examinador, não afetar o desempenho regular e seguro das funções, a autoridade de licenciamento pode requerer a avaliação do candidato num teste de voo, a fim de se certificar de que o candidato é capaz de desempenhar funções sem colocar em risco a segurança do voo. Um teste de voo é geralmente mais apropriado para avaliar as condições físicas mantidas do que aqueles com função física normal, mas com um risco aumentado de incapacidade súbita. Um candidato com deformidade ou ausência de um membro pode ser avaliado como apto se for capaz de demonstrar “capacidade de alcançar prontamente e operar efetivamente todos os controles que normalmente requerem o uso da extremidade deficiente (ou extremidades), observando qualquer posição corporal incomum necessária para compensar a deficiência” e, “capacidade de executar satisfatoriamente procedimentos de emergência em voo, tais como recuperação de uma perda de sustentação e controlo de *power-off*, assim como no solo, incluindo a evacuação da aeronave” (ICAO, 2012).

No que diz respeito ao processo de certificação de pilotos com dispositivos neuroprotésicos avançados, Ricaurte e Mahmoud consideraram que as maiores preocupações de segurança se devem ao risco da tecnologia sem fios (rede *wireless* e *bluetooth*) existente em algumas próteses interferir com a aviónica, o risco de falha ou mau funcionamento dos dispositivos eletrónicos, fluídos hidráulicos e microprocessadores em caso de uma descompressão rápida e, risco relativamente à segurança das baterias recarregáveis de lítio. Outra das preocupações identificadas diz respeito aos encaixes protéticos com sistema de suspensão por vácuo, em que a prótese é mantida no lugar por pressão negativa entre o membro residual e o encaixe, a estabilidade pode ser afetada durante a exposição ao ambiente hipobárico, como por exemplo, voo em aeronave não pressurizada ou situações de descompressão rápida. Como resultado, pode existir expansão do ar entre o membro residual e a prótese, perdendo-se o vácuo e a prótese ficar muito instável (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

Todos os potenciais problemas e situações de incapacidade súbita relacionadas com uso da prótese devem ser exaustivamente equacionados, no entanto mesmo após uma avaliação rigorosa, as falhas poderão sempre ocorrer. Em 2014, um homem de 46 anos, piloto de linha aérea comercial, perdeu o controlo da aeronave durante a aterragem, sob pouca visibilidade e ventos fortes, após deixar cair a prótese do braço esquerdo. A investigação do incidente apurou que a prótese se soltou durante a última fase de aproximação à pista. Felizmente o piloto teve destreza suficiente para controlar a aeronave e, apesar de uma aterragem brusca, não houve ferimentos a registar (Ricaurte & Mahmoud, 2018).

5. PROPOSTA DE MODELO PARA CERTIFICAÇÃO AEROMÉDICA

Em concordância com a legislação e recomendações existentes e que podem ser aplicadas ao processo de certificação de pilotos em território nacional é proposto o seguinte protocolo de renovação/revalidação de certificados médicos com privilégios de classe 1 para pilotos com amputação de membro inferior usando uma nova prótese:

- 1) Submissão pedido de aptidão médica num Centro de Medicina Aeronáutico (AeMC UCS, AeMC CMA-FA ou AeMC Hospital Lusíadas Porto) ou EMA credenciado;
- 2) Avaliação clínica do candidato incluindo:
 - a) Historial clínico:
 - I. Etiologia na origem da amputação do membro;
 - II. Relatórios de internamentos, cirurgias, processo de reabilitação;
 - b) Avaliação clínica geral com eventual pedido de avaliação por especialidades;

- c) Medicação habitual ou ocasional que possa provocar inaptidão para voo;
 - d) Adaptação fisiológica do candidato à prótese;
 - I. Relatórios do estado funcional do indivíduo;
 - II. Caracterização da prótese usada através de manuais ou guias do fabricante;
 - III. Avaliação do risco de incapacidade súbita provocada pela prótese (bloqueio, instabilidade, desadaptação, etc).
- 3) Referenciação do caso para autoridade de licenciamento (ANAC)¹;
- a) Avaliação do caso limite pelo assessor médico da ANAC;
 - b) Podem ser considerados aptos se²:
 - I. Patologia estável;
 - II. Não estar a tomar medicação desqualificante;
 - III. Realização de teste médico de voo ou de simulador de voo³ satisfatório (propõe-se o uso de versão traduzida da ficha de reporte do teste de voo da *United Kingdom Civil Aviation Authority*).

A proposta de realização do teste de voo só deverá ser feita se o médico avaliador considerar que o candidato reúne todas as condições necessárias para pilotar autonomamente determinada aeronave. Com esta premissa deverá ser emitido ao candidato uma certificação médica de classe 1 com período de duração limitado à duração do voo e sob a supervisão direta do piloto comandante. Este requisito é legalmente indispensável, nomeadamente para a concessão de um seguro que cubra legalmente atividade.

Após finalização da avaliação médica, se for considerado que o candidato cumpre satisfatoriamente os critérios para aptidão sem limitações do ponto de vista operacional, o piloto terá um certificado médico de classe 1 com restrições APL e OAL, isto é, apenas é válido se estiver a utilizar a prótese aprovada, documentalmente especificada e usada durante o teste de voo e, restrito ao tipo aeronave usada durante o teste de voo. Caso exista alguma modificação na aeronave, nomeadamente ao nível dos controlos ou outros equipamentos de cabine para facilitar a adaptação do piloto amputado, deverá ser registada por forma a limitar a aptidão à utilização da modificação testada.

¹ Em conformidade com o capítulo MED.B.050 alínea c) do Regulamento de Execução (UE) 2019/27 da Comissão de 19 de dezembro de 2018.

² Em conformidade com o capítulo AMC1 MED.B.050 dos *Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Part-MED do Annex I to ED Decision 2019/002/R* de 28 de janeiro 2019.

³ Se o candidato não cumprir os requisitos médicos, mas a condição, na opinião do examinador, não afetar o desempenho regular e seguro das funções, a autoridade de licenciamento pode requerer a avaliação do candidato num teste de voo.

Nas renovações/revalidações seguintes, caso não existam alterações ao dispositivo protésico, o teste de voo pode ser dispensado. Se o piloto pretender operar outro tipo de aeronave, terá de se submeter a nova avaliação com novo teste de voo para aeronave requerida.

Para a obtenção de certificação médica para privilégios de classe 2, o processo é em tudo semelhante ao anterior com exceção de que o pedido inicial poderá ser feito diretamente a um Examinador Médico Aeronáutico, podendo este emitir o certificado em consulta com o avaliador médico da autoridade de licenciamento (ANAC). Existe também diferenciação ao nível do tipo de restrições que poderão ser aplicadas à classe 2, conforme especificado no capítulo anterior.

Nesta proposta ficam excluídos os indivíduos amputados candidatos a certificação inicial para privilégios de classe 1 pois considera-se que não seja possível autorizar com segurança que um indivíduo sem experiência prévia de voo e com uma presumível limitação possa pilotar autonomamente ou que seja possível atribuir uma licença inicial de classe 1 com limitação OML. Para candidatos a certificação inicial de classe 2 e LAPL, caso se considere que o candidato possui todas as condições necessárias para pilotar, este pode ser primariamente submetido a um teste de voo em simulador e posteriormente ponderado o teste de voo real. Estas são, no entanto, propostas pouco consensuais e que precisam de estudos que as fundamentem.

6. CONCLUSÃO E PERSPETIVAS FUTURAS

O exercício da certificação médica em pilotos está na sua globalidade bem definido e especificado através de legislação EASA e ICAO. Existe, no entanto, alguma margem de subjetividade na avaliação médica de casos limite, como é o caso dos indivíduos amputados de membro inferior com prótese.

Os acidentes traumáticos são a etiologia de amputação mais frequente entre os pilotos com prótese de membro inferior que solicitam certificação aeromédica, pelo que devido à natureza do acidente pode ser necessário avaliação por médicos especialistas para tomar uma decisão segura e fundamentada. Segundo a EASA e a ICAO muitos medicamentos frequentemente utilizados no tratamento da dor aguda e crónica são motivo de inaptidão para atividade aérea devido aos efeitos secundários considerados inaceitáveis ao nível do sistema nervoso central, pelo que esta questão terá de ser bem explorada pelo médico avaliador.

Os dispositivos protésicos têm sofrido uma grande evolução ao longo dos tempos, permitindo que indivíduos amputados tenham uma vida com cada vez menos limitações, sendo a prótese de membro inferior com controlo hidráulico aquela que parece ser a mais adequada a um piloto amputado. Esta prótese permite atingir maior funcionalidade e destreza de categoria

funcional K3 a K4, condições necessárias para pilotar, particularmente em situações de emergência quando é necessário recuperar de um incidente ou evacuar rapidamente a cabine.

Ao longo da história têm existido bastantes casos de pilotos que regressaram à atividade aérea após amputação e escassos relatos de acidentes ou incidentes com esses pilotos, pelo que a sua aptidão não só é possível, como tem ocorrido com aparente sucesso, desde que haja uma cuidada avaliação aeromédica e a aplicação das devidas restrições à aptidão.

No entanto, mesmo após uma rigorosa avaliação aeromédica, poderão sempre ocorrer problemas durante o voo por incapacidade súbita ou progressiva do piloto, sendo por isso essencial a aplicação de restrições no certificado.

A renovação/revalidação de certificados médicos com privilégios de classe 1 ou classe 2 para pilotos com amputação de membro inferior usando uma nova prótese inicia-se com a submissão de pedido a um CMA ou EMA credenciado, seguindo-se uma cuidada avaliação do candidato incluindo historial clínico, avaliação clínica geral, medicação e dispositivo protésico usado. O caso é posteriormente referenciado à autoridade de licenciamento (ANAC), dado a necessidade de avaliação do caso limite pelo assessor médico da ANAC e a necessidade de instituir restrições à licença.

O teste médico de voo assume-me como parte indispensável na avaliação de pilotos amputados candidatos a certificados médicos de classe 1 e classe 2, por forma avaliar a operacionalidade do piloto em voo. Apesar de tudo é muito escassa a informação acerca das manobra e procedimentos que devem ser testados, ficando esse exercício geralmente à consideração do piloto comandante examinador. Deve ser testada a proficiência do piloto para comandar a aeronave em condições normais, situações de emergência e evacuação.

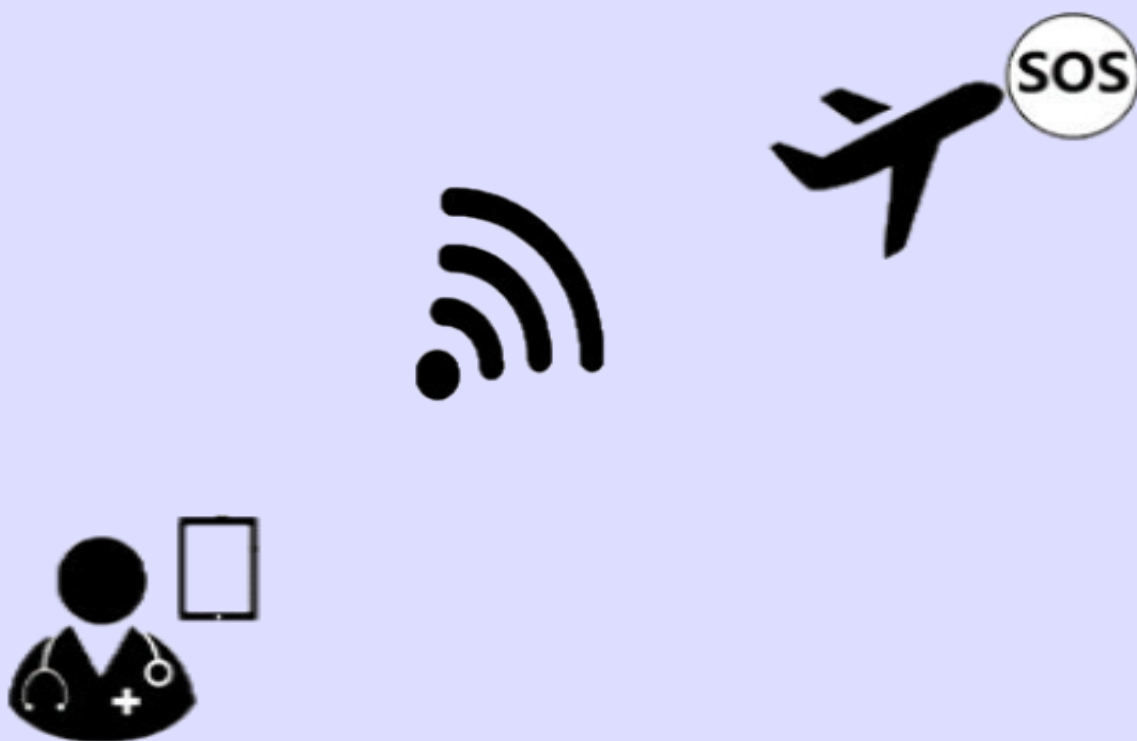
Se o candidato for considerado apto sem limitações do ponto de vista operacional, ser-lhe-á concedido um certificado médico de classe 1 ou classe 2 com restrições APL e OAL ou APL e OSL respetivamente. Para renovações/revalidações seguintes, desde que não haja alterações na prótese ou do tipo de aeronave, o teste de voo pode ser dispensado e não há necessidade de referenciação do caso à ANAC.

Em suma, a certificação médica de pilotos com prótese de membro inferior é um exercício altamente individualizado, que exige do médico avaliador aprofundado conhecimento multidisciplinar, experiência e capacidade crítica. É necessário mais investigação e conhecimento acerca das implicações dos dispositivos protéticos na segurança aeroespacial, nomeadamente a influência nas tarefas do piloto em voo normal, em procedimentos de emergência e a influência do ambiente aeronáutico no seu funcionamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Burger, H., & Marinček, Č. (2007). Return to work after lower limb amputation. *Disability and Rehabilitation*, 29(17), 1323–1329. <https://doi.org/10.1080/09638280701320797>.
- [2] Cifu, D. (2016). *Braddom's Physical & Rehabilitation* (5ª ed.). Philadelphia: Elsevier.
- [3] Domingues, C. (2016). *Avaliação de Próteses Transfemorais*. (Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, Porto, Portugal).
- [4] European Union Aviation Safety Agency. (2019). *Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Part-MED*. [http://easa.europa.eu/system/files/dfu/AMC and GM on the medical certification of pilots and medical fitness of cabin crew.pdf](http://easa.europa.eu/system/files/dfu/AMC_and_GM_on_the_medical_certification_of_pilots_and_medical_fitness_of_cabin_crew.pdf)
- [5] Grossman, A., Goldstein, L., Heim, M., Barenboim, E. & Dudkiewicz, I. (2005). Transfemoral amputee pilots: Criteria for return to the fighter cockpit. *Aviation, space, and environmental medicine*. 76. 403-5.
- [6] International Civil Aviation Organization. (2012). *Doc 8984, Manual of Civil Aviation Medicine (ICAO)*. https://www.icao.int/publications/documents/8984_cons_en.pdf
- [7] Journeay, W., Pauley, T., Kowgier, M., & Devlin, M. (2018). Return to work after occupational and non-occupational lower extremity amputation. *Occupational Medicine*, 68(7), 438–443. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqy091>.
- [8] Machado, I., Roque, V., Pimentel, S., Rocha, A., & Duro, H. (2012). Caracterização psicossocial de uma população Portuguesa de amputados do membro inferior. *Acta Medica Portuguesa*, 25(2), 77–82.
- [9] Matos, P., Carolino, E., & Ramos, R. (2018). Dados epidemiológicos sobre amputações realizadas em Portugal entre 2000 e 2015. *IV Jornadas de Ortoprotesia*.
- [10] Regulamento (UE) 2018/1139 do Parlamento Europeu e do Conselho (2018). *Jornal Oficial da União Europeia*, L:2018:212:TOC.
- [11] Regulamento de Execução (UE) 2019/27 da Comissão. (2019). *Jornal Oficial da União Europeia*. L:2019:008:TOC.
- [12] Ricaurte, E., & Mahmoud, N. (2018). *Medical Certification Strategies in Response to Technologically Advanced Prosthetic Devices*. Washington DC: Office of Aerospace Medicine. <https://libraryonline.erau.edu/online-full-text/faa-aviation-medicine-reports/AM18-07.pdf>.
- [13] UK Civil Aviation Authority (2019). *Guidance for the certification of pilots with a musculoskeletal disability*. [https://www.caa.co.uk/Aeromedical-Examiners/Medical-standards/Pilots-\(EASA\)/Conditions/Musculoskeletal/Medical-certification-of-pilots-with-a-disability/](https://www.caa.co.uk/Aeromedical-Examiners/Medical-standards/Pilots-(EASA)/Conditions/Musculoskeletal/Medical-certification-of-pilots-with-a-disability/).
- [14] Ziegler-Graham, K., MacKenzie, J., Ephraim, L., Trivison, G., & Brookmeyer, R. (2008). Estimating the Prevalence of Limb Loss in the United States: 2005 to 2050. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(3), 422–429. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.11.005>

AVALIAÇÃO CRÍTICA DA APP AIRRX NO APOIO À DECISÃO MÉDICA NA PERSPETIVA DE GROUND BASED MEDICAL SUPPORT PARA EMERGÊNCIAS EM AVIAÇÃO COMERCIAL



Autor

Miguel Christian Janetschek da Cruz, Dr., Examinador Médico Aeronáutico
ANAC/EASA Aluno na VI Pós-Graduação em Medicina Aeronáutica
UCS, Lisboa

Resumo: Uma emergência médica a bordo de um avião comercial é um desafio para todos os envolvidos. Qualquer ajuda que sistematize e aumente a probabilidade de sucesso na abordagem do passageiro doente, poderá contribuir para a segurança aeronáutica e melhorar as taxas de sobrevivência dos casos mais graves. A aplicação gratuita airRx foi lançada em 2016 para qualquer pessoa com acesso a um *smart device* em modo *offline*. A *app* pretende auxiliar o médico que se encontre a bordo e que se voluntarie para ajudar um passageiro doente, incluindo uma abordagem modelo para 23 quadros clínicos chave.

Avaliar a *app airRx* na perspectiva de um médico em terra que seja contactado por um tripulante ou profissional de saúde a bordo de uma aeronave comercial para apoio à abordagem de uma emergência médica. Ponderar a exequibilidade de adaptação da aplicação para utilização como ferramenta de *Ground Based Medical Support* (GBMS).

Para determinação de pontos fortes e limitações, na perspectiva de GBMS, a estrutura e conteúdo da aplicação foram analisadas em pormenor e a sua utilização simulada.

A aplicação *airRx* pode ser um instrumento útil no contexto de GBMS pois sistematiza a abordagem de emergências médicas no desafiador ambiente aeronáutico. As suas limitações incluem a falta de atualizações, lacunas na abordagem pediátrica, textos pouco práticos para contexto de emergência real, ou a ainda a falta de inclusão de novas tecnologias nos algoritmos de decisão. Propõem-se alguns potenciais melhoramentos para maior adaptação e customização da aplicação ao meio de aviação comercial na perspectiva de GBMS.

Palavras-chave: *Ground Based Medical Support, airRx, Inflight Emergency, Medical apps.*

Abstract: An inflight medical emergency is a significant challenge. Any help to systematize and increase the probability of success of the medical approach to ill passengers can contribute to aviation safety and increase the survival rates of the more serious cases. The free airRx app was launched in 2016 to be used offline on smart devices precisely to help physicians who are on board and who volunteer to help ill passengers. The app includes standard approaches to 23 key clinical scenarios.

To assess the airRx app from the point of view of a physician who is based on the ground and who is contacted by an on-board crew member or healthcare professional requiring support to deal with a medical emergency. To assess the feasibility of adaptation of the app for use as a tool for the provision of Ground Based Medical Support (GBMS) services.

The app's structure and contents were analyzed in detail and its use was simulated in order to describe its strong points and limitations.

The airRx app can be a useful tool for GBMS provision in that it systematizes the

approaches to medical emergencies in the challenging aeronautical environment. Limitations include lack of updates, missing pediatric scenarios, texts that are somehow impractical in the context of real-life emergencies, lack of inclusion of novel technologies in the decision algorithms. Potential improvements are proposed to enhance the app's adaptation and customization to commercial aviation from a GBMS perspective.

Keywords: Ground Based Medical Support, airRx, Inflight Emergency, Medical apps.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento e pertinência do tema

Durante o início da aviação comercial, nos anos 30 do século XX, contratavam-se enfermeiras para trabalhar como Assistentes de Bordo. Naquela época era comum os jornais reportarem emergências a bordo e o facto de ter um profissional de saúde no atendimento tranquilizava os passageiros. Com o início da Segunda Guerra Mundial os enfermeiros foram recrutados para os campos de batalha e as Assistentes de Bordo, com parca formação em saúde, passaram a contar apenas com passageiros voluntários a bordo para emergências médicas (Nable & Brady, 2018a).

Nos anos 80 a Sociedade Médica Americana sugeria a clínicos em viagem que trouxessem o seu próprio *kit* (Schwartz, 1982). A partir de 1986 introduziu-se a obrigatoriedade de ter a bordo medicamentos como adrenalina, nitroglicerina e atropina. Em 1998 o Congresso Americano passou o *Aviation Medical Assistance Act* (AMAA), na consequência do qual, em 2001, passou a ser obrigatório os aviões terem desfibriladores automáticos externos (DAE) e um *kit* médico capaz de ir além do Suporte Básico de Vida. Foi também nessa lei estabelecida a proteção de responsabilidade civil no caso de o clínico ajudar numa emergência a bordo (Nable & Brady, 2018b).

A frequência de emergências a bordo é difícil de estimar, visto que não existe obrigatoriedade de notificação (Goodwin, 2000). Num estudo recente estimou-se uma emergência em cada 604 voos comerciais (Peterson et al., 2013). Um serviço de GBMS (*Ground Based Medical Support*), a *MedAire*, refere 17.000 casos por ano (Chandra & Conry, 2013). Muitas destas emergências são resolvidas sem recurso a ajuda especializada como sugere um estudo de 1999 que indicou que 70% dos casos foram geridos por Assistentes de Bordo sem recurso a profissionais de saúde, sendo que em 1000 casos houve necessidade da sua intervenção (Nable et al., 2015). Outros estudos sugerem a presença relativamente frequente dos profissionais de saúde. Num estudo português, em 65% das emergências havia um

profissional de saúde a bordo que era médico em 97% dos casos. Em 99,6% desses casos houve melhora ou estabilização do doente (Pombal, 2018). Noutro, 75% das emergências tiveram a resposta de um médico ou enfermeiro (Qureshi & Porter, 2005). De acordo com a *Aerospace Medical Association* a mortalidade a bordo é de 0,1 mortes por milhão de passageiros ou aproximadamente 0,3% das emergências a bordo (Thibeault & Evans, 2015).

Atualmente, cerca de 58%-68% das cinquenta maiores companhias aéreas usam GBMS, o que é recomendado pela ICAO e IATA (Braidá, 2014). Mesmo em caso de existência de um profissional de saúde que se voluntarie para ajudar a bordo, pode existir neste caso a possibilidade de pedir ajuda ao médico do GBMS. Este, pode ser providenciado por serviços comerciais, ou não, com suporte médico 24h/dia. Exemplos são a *University of Pittsburgh Medical Centre/STAT-MD* (Peterson et al., 2013), *MedAire, Inc.* (Baltsezak, 2008) e serviços de saúde públicos como o SAMU (emergência médica do serviço nacional de saúde francês) (Nable & Brady, 2018a). As limitações a bordo contrastam com a logística dos serviços médicos em terra e nem sempre são possíveis improvisações felizes como no caso da drenagem de um pneumotórax com um cateter urinário (Wallace et al., 1995). Outros desafios têm a ver com os nomes dos medicamentos poderem ser diferentes do país onde o clínico habitualmente exerce, ou o medo de errar e suas consequências legais. No entanto, só um médico voluntário foi até agora processado nos EUA; o caso foi encerrado sem que o processo tenha chegado à fase da audiência legal (Farcas & Jackson, 2020).

A divergência é essencial quando o tempo é um fator decisivo para o prognóstico do doente como no caso de um enfarte agudo do miocárdio ou acidente vascular cerebral. Sem os meios complementares de diagnóstico habituais e num ambiente estranho, o profissional de saúde depara-se com uma decisão difícil pelas suas potenciais repercussões. Uma divergência da aeronave significa entre outros, uma aterragem num aeroporto que não o destino planeado, o qual pode ter condições médicas ou até de segurança não ideais, e o reencaminhamento de passageiros cujos planos de viagem acabam de ser alterados. Significa também, por vezes, largar toneladas de combustível, para diminuição do peso da aeronave para que esta esteja nos limites de peso para aterrar em segurança, com consequências financeiras e ambientais, com custos por divergência entre os 30.000\$ e os 725.000\$ (Delaune et al., 2003), uma divergência precisa de ser bem fundamentada.

O clínico terá de tentar decidir independentemente de todos aqueles fatores, que aliás não está preparado para avaliar, sendo que no final a decisão é sempre do Comandante da aeronave. Perante uma decisão tão complexa, poderá ser útil o apoio de alguma forma de GBMS.

1.2. Apresentação da aplicação

Nos últimos vinte anos assistiu-se a um aumento exponencial das viagens aéreas. A ICAO estima que existam 2.5 a 3.2 biliões de pessoas a voar todos os anos (Nable & Brady, 2018a). Adicionalmente, há cada vez mais passageiros séniores e crianças a voar em rotas cada vez mais longas, como por exemplo o voo Sydney – Londres com duração 19 horas e 19 minutos (Barracosa, 2019). Parece, portanto, natural que alguns exemplos na literatura sugiram um aumento gradual de emergências a bordo (Kesapli et al., 2015). Considerando que a Austrália e vários países europeus, ao contrário dos EUA, por exemplo, obrigam o profissional de saúde a ajudar em caso de emergência médica a bordo de uma aeronave, incorrendo em responsabilidade legal se não o fizer, podem ser muito úteis recursos de ajuda para o clínico (Gendreau & Dejohn, 2002).

A organização sem fins lucrativos *airRx*, sediada em Peoria, EUA, lançou em 2016 uma aplicação para dispositivos móveis com o mesmo nome. Reuniu uma equipa multidisciplinar de especialistas para encontrar uma solução. O resultado é descrito no *website* do *airRx* como a única aplicação móvel para preparar e ajudar os profissionais médicos que se voluntariam a acudir numa emergência médica a bordo de uma aeronave. Aqueles poderão usar a aplicação para aceder a 23 cenários com as emergências médicas mais comuns e algoritmos de tratamento. Trata-se de uma aplicação gratuita com acesso *offline*, especificamente direcionada para profissionais de saúde que não tratam doenças agudas na sua prática clínica atual. Informa também sobre aspetos médico-legais e como funciona o serviço de GBMS, caso exista (airRx, 2016). A aplicação foi descarregada 37.263 vezes em 87 países até 23 de Setembro de 2018 e aplaudida em publicações como o *British Columbia Medical Journal* (Gillespie & Rumball, 2017).

Após descarregar a aplicação o usuário poderá escolher entre várias opções (Figura 1).

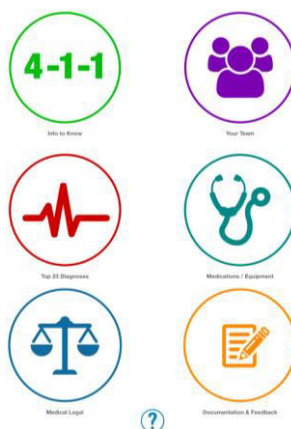


Figura 1 - Opções iniciais da app airRx

A partir deste ecrã inicial o usuário poderá navegar para uma das 6 opções que se apresentam em seguida. Selecionando *Info to know* (Figura 2) existem várias informações, como objetivos de utilização, fisiologia de voo, morte a bordo, referências, etc.

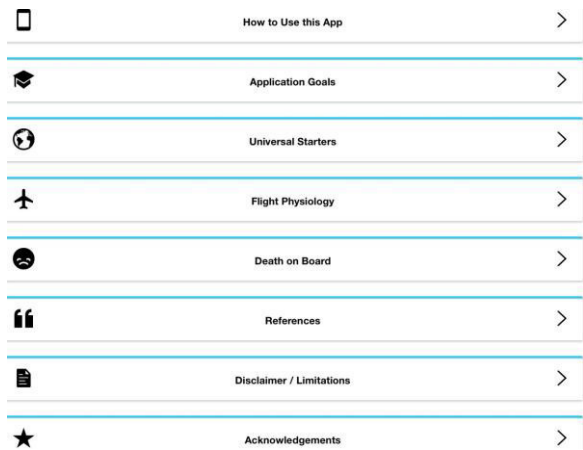


Figura 2 - App airRx - Informações gerais

De seguida pode-se seleccionar *Your Team*, onde são explicadas as obrigações e responsabilidades do Comandante e Assistentes de Bordo. É também explicado o funcionamento do GBMS para o caso de se ter de entrar em contacto com este serviço (Figura 3).



Figura 3 - App airRx - Tripulação a bordo e GBMS

A opção seguinte constitui a parte central da análise do presente trabalho. Trata-se dos 23 cenários propostos pelos criadores como os mais frequentemente encontrados a bordo de aeronaves (Figura 4). De seguida, ao seleccionar *Medications/Equipment*, o usuário tem acesso a diversos países e suas normas em termos de kit de emergência e nomes de medicamentos. No final existe uma comparação entre países (Figura 5).

< airRx		Top 23	Q
1) Syncope / Near Syncope	>		
2) Respiratory Events	>		
3) Choking	>		
4) Nausea & Vomiting	>		
5) Chest Pain	>		
6) Palpitations	>		
7) Cardiac / Respiratory Arrest	>		
8) Seizures	>		
9) Abdominal Pain	>		
10) Psychiatric Complaints	>		
11) The Contagious Patient	>		
12) Allergic Reaction	>		

Figura 4 - App airRx - 23 cenários de emergência

	Canada	>
	USA	>
	European Union	>
	India	>
	Singapore	>
	Medications and Equipment Comparison	>

Figura 5 - App airRx - Medicamentos / Equipamento

A secção *Medical Legal* informa o profissional de saúde sobre as possíveis consequências médico-legais de se voluntariar para ajudar numa emergência a bordo, citando também o *Good Samaritan Act* dos EUA como exemplo mais pertinente, dado o elevado número de processos judiciais a que os médicos são sujeitos nesse país (Figura 6)

	Medicolegal Issues	>
	Special U.S. Considerations	>

Figura 6 - App airRx - Informações médico-legais

Selecionando *Documentation & Feedback* o usuário tem acesso a um formulário digital em que pode inserir as informações sobre a emergência a bordo para a qual se voluntariou. Existe a opção de enviar aquelas informações por *email*, embora sempre com a indicação de proteção de dados do doente e intervenientes. Em *feedback* o utilizador pode colocar questões, sugestões ou críticas úteis para desenvolvimento da aplicação (Figura 7)

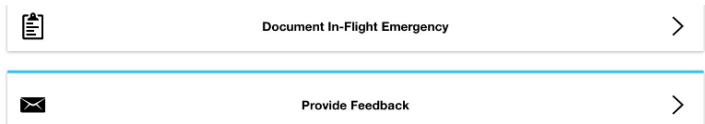


Figura 7 - App airRx - Documentação e feedback

Finalmente, o ponto de interrogação propõe ao utilizador estudar a aplicação e o seu conteúdo em forma de *checklist* de modo a estar pronto para uma ocorrência real (Figura 8).

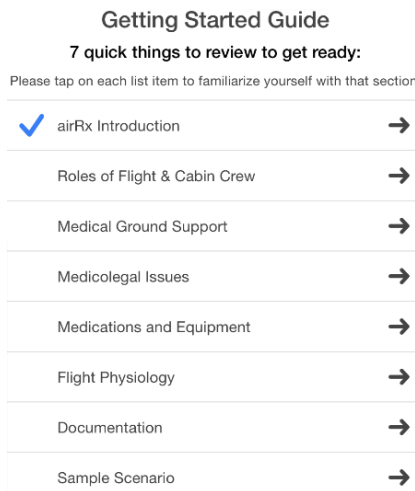


Figura 8 - App airRx - Checklist de preparação

1.3. Objetivo do trabalho

Analisar a aplicação *airRx*, na sua versão *iOS* para *lpad*, do ponto de vista de um médico em terra que preste GBMS a um profissional de saúde que se depare com uma emergência médica a bordo de uma aeronave e se voluntarie ou seja chamado a intervir.

2. METODOLOGIA

A aplicação foi extensamente estudada e utilizada, de modo a haver uma familiarização com as suas funções (*vide* capítulo 1.2) e a determinar pontos fortes e limitações das mesmas.

Para tal, os 23 cenários propostos pela aplicação foram convertidos pelo autor em fluxogramas de emergência, tendo em vista a sua potencial utilização por um médico responsável

por GBMS. Foi utilizado o programa gratuito de fluxogramas *diagrams.net* (<https://www.diagrams.net/>).

A pesquisa bibliográfica, e respetiva organização, foi efetuada com as plataformas *PubMed* (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) e *Mendeley* (<https://www.mendeley.com>). Foram selecionados 32 artigos com recurso a termos chave relevantes. Foram adicionalmente pesquisadas, não sistematicamente, comunicações em reuniões científicas de Medicina Aeronáutica/Aeroespacial.

Finalmente, foram feitas sugestões para implementação futura, tanto na aplicação, como em aeronaves e serviços de GBMS.

3. RESULTADOS

3.1. Conceito, estruturação, conteúdo e facilidade de utilização

A aplicação reúne informação completa sobre os temas abrangentes como legislação, fisiologia de voo, responsabilidades da tripulação e outros já apresentados (*vide* Capítulo 1.2).

Do ponto de vista de aplicação em GBMS na perspectiva do médico em terra, a aplicação é bastante extensa, completa e permite ao clínico obter expeditamente um elevado número de informações. Os autores optaram por uma interação rápida na aplicação em que, com um toque, se parte imediatamente para secção selecionada. As secções são divididas de forma lógica e prática, o que permite que a escolha seja direcionada ao problema. Para além dos 23 cenários clínicos, que são descritos pelos autores como a parte central, de todas as secções, existe uma que se destaca especialmente. Considere-se o seguinte cenário hipotético em pleno sobrevoo do Atlântico: um profissional de saúde a bordo tem dúvidas em relação a uma reação alérgica e questiona o GBMS sobre qual a melhor medicação a administrar. De acordo com o protocolo, os medicamentos em causa seriam epinefrina (em caso de anafilaxia ou sinais de gravidade), anti-histamínico e um corticóide, nesta ordem de prioridades. Com alguns toques na aplicação chega-se à comparação entre países e quais os medicamentos obrigatórios nos respetivos kits (Figura 9).

Diuretic	
	Not Required
	Diuretic Injectable
	Not Required
	Diuretic Injectable
	Diuretic Injectable

Uterine Vasoconstrictor	
	Not Required
	Not Required
	Not Required
	Medication for Post Partum Bleeding
	Medication for Post Partum Bleeding

Figura 9 - Avaliação airRx - Comparação medicamentos

Descobre-se, portanto, que, por exemplo, um anti-histamínico estará presente em praticamente todos os aviões; no entanto, nos EUA e Canadá não existe obrigação de disponibilizar um corticoide injetável a bordo. O mesmo se aplica caso o clínico a bordo esteja perante um edema agudo do pulmão hipertensivo. Nos referidos países, não existe obrigatoriedade de transportar um diurético injetável, medicamento para a abordagem inicial e *life saving*. Já, por exemplo, um vasoconstritor uterino como a oxitocina para a hemorragia pós-parto, não é obrigatório nos referidos países nem na Europa (tal até poderá fazer sentido, visto que mulheres com probabilidade de parto eminente não deveriam viajar a bordo de um avião).

Significa, portanto, que o médico do GBMS poderá saber rapidamente e de acordo com a nacionalidade da aeronave, de que medicamentos ou equipamentos dispõe e, assim, aconselhar o profissional de saúde a bordo. Estudos indicam que apenas um em cada 10 médicos se sente confiante na gestão de uma emergência médica numa aeronave (Ng & Abdullah, 2020). Parte-se, portanto, do princípio, que o GBMS se poderá deparar com um clínico inseguro e perplexo se não tiver contacto com emergências na sua prática clínica habitual. Fornecer uma resposta confiante, rápida e concisa transmitirá tranquilidade, confiança e alento para a abordagem da situação *in loco* a bordo. O mesmo se aplica em relação ao equipamento, a dúvidas legais ou no caso das orientações incluídas nos 23 cenários. Outra referência importante na secção sobre GBMS é a maneira de comunicar com este. O profissional a bordo deverá findar as suas comunicações com a palavra *over* e falar clara e calmamente.

A ideia, conceito e facilidade de utilização, são, portanto, pontos fortes da aplicação *airRx* para possível utilização futura em GBMS.

3.2. Características

Em termos de características, a aplicação destaca-se por ser gratuita e de conteúdo totalmente *offline*, o que é benéfico, visto que ainda nem todos os aviões dispõem de *WiFi*.

O facto de ser gratuita permite também que qualquer companhia aérea possa utilizar esta aplicação e a partir dela fornecer algum tipo de GBMS às suas aeronaves, recorrendo por exemplo ao seu departamento médico interno.

3.3. Os 23 Cenários

A secção principal da aplicação são os 23 cenários clínicos que visam guiar o clínico a bordo e facilitar a abordagem a um doente.

Colocando-nos no papel de um médico em terra que presta GBMS a um voluntário a bordo, a escolha dos 23 casos parece pertinente, visto que, mesmo em contexto de urgência hospitalar, são cenários frequentes. Em termos estatísticos, estes casos cobrem grande parte das solicitações típicas a GBMS por parte das aeronaves. Os sintomas que motivaram mais frequentemente solicitações de GBMS foram neuropsiquiátricos (16%), cardíacos (15,3%) e pediátricos (14,8%) (Kim & Choi-kwon, 2020). No entanto, é aqui que se nos depara uma possível lacuna da aplicação: não existe um cenário pediátrico que aborde as mais frequentes urgências desta especialidade. Consequentemente, não está também disponível uma calculadora que ajude o clínico nas dosagens dos medicamentos, dependendo da idade ou peso da criança.

A maior parte dos médicos poderá ter pouca experiência na abordagem a uma emergência pediátrica. A adicionar a esse fator de *stresse*, a maior parte dos medicamentos a bordo são para adultos e têm de ser ajustados para crianças (Kim & Choi-kwon, 2020). Grande parte das companhias aéreas não têm habitualmente medicação em forma líquida por ser de mais difícil transporte, cara e sensível a diferenças de pressão e temperatura. É também por isso que um motivo frequente de contacto do GBMS, por parte da Tripulação de Cabine, é uma criança com dificuldade de deglutição e à qual não se consegue administrar medicação essencial (Moore et al., 2005). O *Aviation Act* dos EUA, por exemplo, não obriga a que as companhias aéreas tenham qualquer medicação pediátrica a bordo das aeronaves (Kim & Choi-kwon, 2020).

Em termos de conteúdo, os 23 cenários têm algumas informações muito relevantes. Por exemplo, em vários cenários, onde exista necessidade de auscultação cardíaca ou pulmonar, a aplicação refere que o ambiente ruidoso poderá dificultar a tarefa. O clínico estará, portanto,

limitado no seu exame objetivo e será necessário compensar com outros elementos de modo a tomar uma decisão clínica adequada. Considera-se que a crítica mais negativa à secção dos 23 cenários é o *layout* em forma de escrita. O utilizador, clínico a bordo ou profissional de GBMS, ao abrir um dos cenários, depara-se com um extenso texto a preto e branco (Figura 10).

- Pain description / characteristics
 - Onset (hours | minutes)
 - Provocation / palliative factors (activity | palpation | cough)
 - Quality of pain (pressure | stabbing | burning | discomfort | heaviness)
 - Radiation of pain (shoulders | arms | neck | back | none)
 - Severity of pain (mild | moderate | severe) use a scale from 1 to 10.
 - Duration (sec | min | hours)
- Current medications (Have them produce the medications they have with them.)
- Comorbidities (HTN | DM | CAD / CABG / angioplasty / stent | anxiety | hyperlipidemia | smoking)
- Recent cocaine / amphetamine use (if yes, do not use beta blockers)
- Allergies
- Has patient done recent diving? (past 12 hours if single dive; 48 hours multiple dives or single dive requiring decompression; decompression sickness can present as chest pain)

Abbreviated Exam:

(May be suboptimal and may add a relatively small amount of information; do not delay further management by taking more than a brief time to complete the exam.)

- Pulse and BP (attempt BP by auscultation only once or twice; then by palpation**)
- Cardiac exam (auscultation | jugular vein distension)***
- Lung sounds (clear | crackles)***
- Edema at ankles
- Skin (warm | cool | pale | clammy)

*** Aircraft background noise may make auditory evaluation difficult.

Treatment:

- **Make sure crew has notified ground support** – Continued chest pain not resolving with initial stabilization procedures as per below might be an indication for diversion.
- Unless allergic or actively bleeding, give 325 mg aspirin orally to be chewed.
- Provide oxygen at 4 L/min (airline emergency high flow; this is usually the highest flow rate available).
- Obtain EKG.
- If systolic BP is >100, *strongly* consider administering nitroglycerin every 5 minutes x 3 (**contraindicated if** patient has recently (previous 24 hours) taken a phosphodiesterase inhibitor (e.g. sildenafil (ViagraTM), vardenafil (LevitraTM), tadalafil (CialisTM)).
 - Check blood pressure after each dose.
 - May repeat if pain improves with nitro but continues or returns.
 - Continue to recheck BP.
 - Headache is a common side effect of nitro.
- Establish IV (*but do not compromise other care above while establishing IV*).
- If patient is suspected to be in acute heart failure and fluid overloaded, consider giving IV diuretic.
- Consider narcotic analgesic IV or IM.

Figura 10 - Avaliação airRx – Cenário de dor torácica demasiado extenso

Parece pouco prático o clínico estar perante um doente agudo com o telemóvel a ler uma longa lista de perguntas, o que poderá, adicionalmente, prejudicar o estabelecimento da relação médico-doente no momento. Por outro lado, a aplicação não permite riscar ou marcar como lidas as perguntas que recomenda na história clínica, pelo que é fácil o utilizador perder-se no texto. Hoje em dia em contexto de urgência, existem inúmeros fluxogramas adequados e que facilitam

a orientação do utilizador. Assim, em apenso do presente trabalho, converteram-se os cenários para fluxogramas adequados a contexto de urgência. Apesar de o médico de GBMS ter mais tempo para se familiarizar com o texto e aplicação, poderá ficar igualmente confuso. Não existe também menção nem são assinalados sinais de alarme em relação a alguns quadros importantes como a dor torácica. Este aspeto é clarificado no fluxograma, elaborado ao propósito do presente trabalho e em que se aplicou um código de cores (Figura 11).

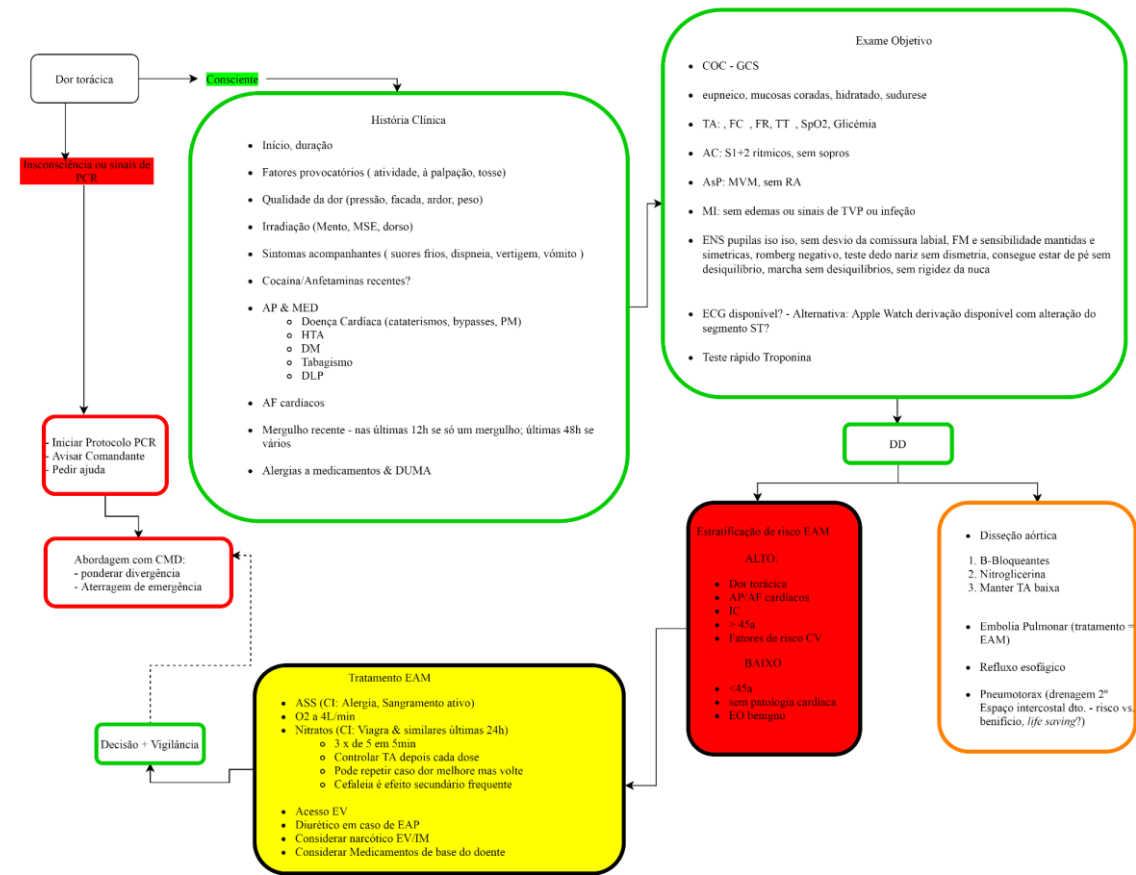


Figura 11 - Avaliação airRx – Fluxograma de dor torácica

3.4. Atualizações

A aplicação, publicada em 2016, está sem atualizações desde 9 de Agosto de 2017 (Apple, 2020). Desde então, houve uma evolução significativa da tecnologia geral e médica: desde aviões com redes *WiFi*, a *smartwatches* com funções médicas revolucionárias. A aplicação não acompanha esta evolução.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

4.1. Principais conclusões

A aplicação *airRx* é um instrumento precioso no contexto de GBMS pois sistematiza a abordagem de uma emergência a bordo de uma aeronave. Consegue mitigar a falta de familiaridade dos médicos não aeronáuticos com o ambiente de voo e constrangimentos logísticos e operacionais. Apesar de o objetivo declarado pelos autores ser a utilização pelo profissional de saúde a bordo que enfrenta a emergência, a *app* aparenta ser, após análise, provavelmente mais adequada para servir de ferramenta base para um serviço de GBMS.

Com efeito, entre outros fatores, a extensão da aplicação e informação nela contida requerem tempo de aprendizagem e familiarização e não são facilmente consultáveis apenas para pequenas dúvidas. Para além disso, os 23 cenários estão deficientemente apresentados e são de leitura relativamente pouco intuitiva. Ou seja, o clínico depara-se com duas opções: ou estuda extensamente a aplicação e os seus cenários, mas durante a emergência vai ter de voltar a consultar a aplicação em forma de *checklist*, perdendo-se facilmente no meio do texto, ou não estuda a aplicação e a probabilidade de ser sobrecarregado com informação é elevada.

Pelo contrário, para um serviço de GBMS esta aplicação poderá estar próxima de ideal. Apesar da falta de fluxogramas e de atualizações, inclui num só local muitas informações importantes para um clínico se tornar proficiente nesta área. Um profissional de GBMS já poderá ter disponibilidade para se ambientar com as diversas funções e seguir a *checklist* que a aplicação sugere. Terá, entretanto, necessariamente de trazer já alguma experiência nos diversos cenários apresentados, incluindo Pediatria, que se encontra omitida na aplicação.

A utilização desta aplicação, poderia facilitar a serviços médicos de Medicina Aeronáutica a criação de um serviço de GBMS, nomeadamente no contexto interno das próprias companhias aéreas. Tal teria, provavelmente, uma relação custo-benefício favorável, visto que não só aproveitaria recursos humanos, experiência e uma infraestrutura adequada pré-existentes.

Esta potencialidade poderá ser maior no caso do apoio a voos de longo curso. Em termos estatísticos, a divergência poderá ocorrer em cerca de 7-13% das emergências médicas a bordo (Cummins & Schubach, 1989). Um serviço que conseguisse uma redução desta percentagem, poderia ser deveras interessante para as companhias aéreas.

4.2. Sugestões e ideias para o futuro

Sugere-se a inclusão de algumas novas tecnologias num possível GBMS com base na aplicação *airRx*.

ECG a bordo - Cerca de 15,3% das consultas a GBMS são por sintomas cardíacos (Kim & Choi-kwon, 2020). Na maioria dos casos, um enfarte agudo do miocárdio (EAM) não é excluível apenas com história clínica e exame objetivo. No caso de um diabético ou idoso poderá até ocorrer um enfarte silencioso, com sintomatologia atípica. A exclusão de um EAM com supradesnivelamento do segmento ST permite não só evitar uma divergência, como alterar a abordagem e permitir a tranquilização de todos os intervenientes a bordo.

A *Lufthansa* lançou, em 2019, nos voos de longo curso, um serviço de telemedicina com base num aparelho de eletrocardiograma ultraportátil chamado *Cardiosecur* (<https://mobile-ecg.com/>). De acordo com a *Lufthansa* e o fabricante, a sua utilização é fácil após um vídeo de introdução, sendo suposto os ECG serem efetuados pela tripulação de cabine (Peters MD & Gomola, 2019). Também em 2019, um estudo indicava já, que a tripulação de cabine foi capaz de efetuar registos de ECG com qualidade suficiente em 85% dos casos (Alves et al., 2019).

Tendo em conta esta possibilidade, optou-se por incluir um ECG eventual nos fluxogramas criados com base na aplicação *airRx*.

Troponina a bordo - A troponina no meio hospitalar é considerado o *gold standard* para lesão do miocárdio (Cardinale & Scherrer-Crosbie, 2017). No entanto, há algum tempo que a sua utilização não se resume somente àquele meio hospitalar, mas também é utilizada, por exemplo, em cruzeiros para diferenciação dos casos de EAM que não apresentem alterações no ECG. Tal faz-se com recurso a testes descartáveis e poucas gotas de sangue. As questões de armazenamento destes testes no meio aeronáutico e o facto de os mesmos serem apenas semi-qualitativos constituiriam um desafio importante.

Smartwatches - Desde a última atualização da aplicação *airRx* em 2017, um dos avanços tecnológicos mais significativos foi o dos *smartwatches*. Uma característica do *Apple Watch* (AW) torna-se interessante no contexto desta discussão: este *smartwatch* foi aprovado pela FDA para deteção de fibrilhação auricular (FDA, 2018). Caso não exista um dispositivo de ECG a bordo, poderia utilizar-se, em último caso, um AW do doente ou de outro passageiro no caso de suspeita daquela patologia.

Sistemas de deteção de veias - Em caso de dificuldade de deteção de veia para canalização, poderão ser úteis sistemas de visualização de veias como o *AccuVein* (<https://www.accuvein.com>). Apesar de em teoria parecer uma boa ideia, principalmente em doentes obesos e melanodérmicos, a literatura, que inclui apenas profissionais experientes em venopunção, ainda não chegou a um consenso (Parker et al., 2015), sendo mais provável que este sistema seja útil em crianças em ambientes de difícil execução (Park et al., 2016).

Fluxogramas e auricular no kit de emergência - Os fluxogramas, poderiam estar disponíveis no *kit* de emergência em caso de falha de comunicação. Assim, o profissional de saúde teria uma orientação mais adequada do que o texto da aplicação original. Outra adição poderia ser um auricular para o profissional de saúde, para que este tenha as mãos livres, mas fique em contacto com o GBMS quando examina o doente. Eventualmente, poderia até ser incorporada uma câmara no dispositivo. No entanto, esta tecnologia teria implicações em termos de proteção de dados e necessitaria de redes WiFi estáveis e de capacidade acrescida.

Agradecimentos: Lupija, Durassi, Flamy, Globex e Grown de www.cleanpng.com

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AirRx. (2016). airRx's History - airRx. 2016. <http://airrxmedical.com/airrxs-history.html#>
- [2] Alves, P. M., Lindgren, J. A., Streitwieser, D. R., Anzola, E., Ahmed, N., & Nerwich, N. (2019). Quality of electrocardiograms obtained in flight by airline flight attendants. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 90(4), 405–408. <https://doi.org/10.3357/AMHP.5242.2019>
- [3] Apple. (2020). airRx on the App Store. 2020. <https://apps.apple.com/us/app/airrx/id1031955544>
- [4] Baltsezak, S. (2008). Clinic in the air? A retrospective study of medical emergency calls from a major international airline. *Journal of Travel Medicine*. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8305.2008.00233.x>
- [5] Barracosa, K. (2019). Qantas Flew Non-stop from London to Sydney in Less Than 20 Hours | Travel Insider. 2019. <https://www.qantas.com/travelinsider/en/trending/london-sydney-non-stop-long-haul-qantas-flight-project-sunrise.html>
- [6] Braida, M. (2014). Ground-based Medical Support (GBMS) for Airlines.
- [7] Cardinale, D., & Scherrer-Crosbie, M. (2017). The Role of Biomarkers: Troponins, BNP, MPO, and Other Biomarkers. In *Anticancer Treatments and Cardiotoxicity: Mechanisms, Diagnostic and Therapeutic Interventions*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802509-3.00024-8>
- [8] Chandra, A., & Conry, S. (2013). In-flight medical emergencies. *Western Journal of Emergency Medicine*, 14(5), 499–504. <https://doi.org/10.5811/westjem.2013.4.16052>
- [9] Cummins, R. O., & Schubach, J. A. (1989). Frequency and Types of Medical Emergencies Among Commercial Air Travelers. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*. <https://doi.org/10.1001/jama.1989.03420090059031>
- [10] Delaune, E. F., Lucas, R. H., & Illig, P. (2003). In-flight medical events and aircraft diversions: One airline's experience. *Aviation Space and Environmental Medicine*.
- [11] Farcas, A., & Jackson, P. (2020). In-Flight Medical Emergencies — NUEM Blog. 2020. <https://www.nuemblog.com/blog/in-flight>
- [12] FDA. (2018). DE NOVO CLASSIFICATION REQUEST FOR ECG APP. 2018. https://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/reviews/DEN180044.pdf
- [13] Gendreau, M. A., & Dejohn, C. (2002). Responding to medical events during commercial airline flights. In *New England Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.1056/NEJMr012774>
- [14] Gillespie, I., & Rumball, C. (2017). Preparing for an in-flight medical emergency. In *British Columbia Medical Journal*. <https://bcmj.org/cohp/preparing-flight-medical-emergency>
- [15] Goodwin, T. (2000). In-flight medical emergencies: An overview. In *British Medical Journal*. <https://doi.org/10.1136/bmj.321.7272.1338>
- [16] Kesapli, M., Akyol, C., Gungor, F., Akyol, A. J., Guven, D. S., & Kaya, G. (2015). Inflight Emergencies during Eurasian Flights. *Journal of Travel Medicine*, 22(6), 361–367. <https://doi.org/10.1111/jtm.12230>
- [17] Kim, J. H., & Choi-kwon, S. (2020). Ground-Based Medical Services for In-Flight Emergencies. 91(4), 348–351.

- [18] Moore, B. R., Ping, J. M., & Claypool, D. W. (2005). Pediatric emergencies on a US-based commercial airline. In *Pediatric Emergency Care* (Vol. 21, Issue 11, pp. 725–729). *Pediatr Emerg Care*. <https://doi.org/10.1097/01.pec.0000186424.84764.94>
- [19] Nable, J. V., & Brady, W. (Eds.). (2018a). *In-Flight Medical Emergencies*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-74234-2>
- [20] Nable, J. V., & Brady, W. (Eds.). (2018b). *In-Flight Medical Emergencies*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-74234-2>
- [21] Nable, J. V., Tupe, C. L., Gehle, B. D., & Brady, W. J. (2015). In-flight medical emergencies during commercial travel. In *New England Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1409213>
- [22] Ng, W. L., & Abdullah, N. (2020). Knowledge, confidence and attitude of primary care doctors in managing in-flight medical emergencies: A cross-sectional survey. *Singapore Medical Journal*, 61(2), 81–85. <https://doi.org/10.11622/smedj.2020016>
- [23] Park, J. M., Kim, M. J., Yim, H. W., Lee, W. C., Jeong, H., & Kim, N. J. (2016). Utility of near-infrared light devices for pediatric peripheral intravenous cannulation: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Pediatrics*. <https://doi.org/10.1007/s00431-016-2796-5>
- [24] Parker, S. I. A., Benzies, K. M., Hayden, K. A., & Lang, E. S. (2015). 423 Nailing the First Poke: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials of Peripheral Intravenous Catheterization Interventions. *Annals of Emergency Medicine*, 66(4), S152. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.07.460>
- [25] Peters MD, S.-K., & Gomola, A. (2019). App-based ECG – Lufthansa 's approach to introduce mHealth for more safety on board Lufthansa App based ECG.
- [26] Peterson, D. C., Martin-Gill, C., Guyette, F. X., Tobias, A. Z., McCarthy, C. E., Harrington, S. T., Delbridge, T. R., & Yealy, D. M. (2013). Outcomes of medical emergencies on commercial airline flights. *New England Journal of Medicine*. <https://doi.org/10.1056/NEJMo1212052>
- [27] Pombal, R. (2018). What kind of equipment is there on board and is it adequate?
- [28] Qureshi, A., & Porter, K. M. (2005). Emergencies in the air. *Emergency Medicine Journal*. <https://doi.org/10.1136/emj.2005.024505>
- [29] Schwartz, G. B. (1982). Medical Aspects of Transportation Aboard Commercial Aircraft. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 247(7), 1007–1011. <https://doi.org/10.1001/jama.1982.03320320043028>
- [30] Thibeault, C., & Evans, A. D. (2015). AsMA medical guidelines for air travel: Reported in-flight medical events and death. *Aerospace Medicine and Human Performance*. <https://doi.org/10.3357/AMHP.4223.2015>
- [31] Wallace, W. A., Wong, T., O'Bichere, A., & Ellis, B. W. (1995). Managing in flight emergencies. *British Medical Journal*.

ATRIBUIÇÃO DE NÍVEL 5 DE QUALIFICAÇÃO AOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE SARGENTOS DOS QUADROS PERMANENTES DAS FORÇAS ARMADAS - PRINCIPAIS DESAFIOS NA FORÇA AÉREA



CTeSP



Autor

José Dinarte Mendonça Gomes, Tenente Aluno do Estágio Técnico Militar na
Especialidade de Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo
Academia da Força Aérea, Sintra.

Orientador

Luís Miguel Brás Pimentel, Capitão Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo
Direção de Pessoal, Alfragide.

Resumo: A formação constitui uma das componentes essenciais das Forças Armadas e, em particular, da Força Aérea Portuguesa, no sentido de garantir a sua capacidade operacional e o sucesso das suas missões.

Decorrente do Estatuto dos Militares das Forças Armadas e de legislação subsequente, efetivou-se a criação de um novo modelo de formação de Sargentos dos Quadros Permanentes, através dos Cursos Técnicos Superiores Profissionais, que conferirão o Diploma de Técnico Superior Profissional.

Neste sentido, o presente estudo teve como objetivo verificar as implicações decorrentes deste novo modelo formativo para a categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes, nomeadamente ao nível da racionalidade dos recursos financeiros e humanos, da atratividade de candidatos e de uma possível melhoria da gestão estratégica na categoria de Sargentos.

Através das entrevistas realizadas a militares que estão ligados a esta temática, a partir da sua experiência profissional ou formação académica, concluiu-se que este novo modelo de ingresso para a categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes poderá provocar desafios ao nível de recursos financeiros e humanos, uma vez que existirá um aumento de docentes afetos à atividade formativa, tornando-se necessário identificar, capacitar e alocar esses recursos.

De acordo com os entrevistados, existe a possibilidade de este modelo ser pouco atrativo, não potenciando um aumento de candidatos aos Quadros Permanentes da categoria de Sargentos. Além disso, esta nova habilitação académica poderá representar uma possibilidade de promover a gestão estratégica da categoria de Sargentos.

Palavras-chave: Recursos Humanos, Força Aérea, Formação de Sargentos, Nível de Qualificação, Curso Técnico Superior Profissional.

1. INTRODUÇÃO

As organizações, enquanto instrumento social, possuem uma visão e estratégia cada vez mais amplas. São resultado de um conjunto de esforços individuais, que visam, no seu todo, atingir um objetivo comum, de forma conjunta e integrada.

Dentro desta perspetiva, o capital humano é um dos ativos mais valiosos que as organizações têm ao seu dispor, considerado um recurso fundamental para o sucesso e evolução organizacional (Chiavenato, 2003). Quando dotado de conhecimentos e competências, constitui-se como parte integrante do capital intelectual e afigura-se como o seu principal ativo (Chiavenato, 2010).

Neste pressuposto, o Conceito Estratégico da Defesa Nacional (2013), numa das suas linhas de ação estratégica, refere que o capital humano deve ser valorizado, através de uma contínua melhoria do sistema de educação e da atribuição de uma elevada prioridade à aprendizagem ao longo da vida (Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2013).

Assim, no seio das Forças Armadas (FFAA), a formação de Sargentos assume uma grande importância, tendo em conta os desenvolvimentos ocorridos no domínio da educação no espaço europeu.

Neste sentido, o Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR), na sua redação atual, veio alterar o modelo de formação dos Cursos de Formação de Sargentos dos Quadros Permanentes (CFS/QP), assente em competências de nível superior politécnico. Este modelo é um ciclo de estudos conducente ao Diploma de Técnico Superior Profissional (Portaria n.º 288/2019) e correspondente ao nível 5 de qualificação, no âmbito do Quadro Nacional de Qualificações (Portaria n.º 782/2009).

Face ao contexto exposto, e tratando-se de uma temática muito recente que ainda não foi objeto de investigação, o presente estudo justifica-se pela verificação da aplicação deste novo modelo formativo associado aos CFS/QP e das possíveis implicações, nomeadamente a nível dos recursos que irão estar alocados, do aumento de atratividade de potenciais candidatos, bem como da possibilidade de perceber se este modelo concorre para uma melhor gestão dos Recursos Humanos (RH) na FA, nomeadamente na categoria de Sargentos.

O primeiro passo consistiu em definir a Pergunta de Partida (PP), que orientou toda a investigação:

De que forma o novo modelo de ingresso na categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes poderá provocar mudanças significativas na Força Aérea?

A partir desta PP, surgiram as seguintes Perguntas Derivadas (PD), para as quais se propõem três Hipóteses (H) de resposta:

PD1 – Que impactos poderão decorrer do novo modelo de ingresso na categoria de Sargentos dos QP?

H1 – O novo modelo de ingresso promoverá um aumento dos recursos afetos ao processo formativo de Sargentos dos QP.

PD2 – Que consequências poderão resultar para o recrutamento de Sargentos dos QP?

H2 – O novo modelo de ingresso promoverá a atratividade da carreira de Sargentos dos QP.

PD3 – O novo modelo de ingresso poderá promover uma melhor gestão dos RH na FA?

H3 – O novo modelo irá promover a gestão estratégica dos Sargentos da FA.

Assim, o estudo terá como **objetivo geral** analisar as principais alterações decorrentes da aplicação do novo modelo formativo para a categoria de Sargentos dos QP e, como **objetivos específicos**, tentar perceber quais as implicações a nível da racionalidade dos recursos financeiros e humanos, refletir acerca da atratividade deste modelo formativo e verificar se promoverá a gestão estratégica dos Recursos Humanos.

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1. A Carreira Militar

A carreira militar assenta num conjunto hierarquizado de postos, que se desenvolve em categorias, desdobrando-se em quadros especiais que se concretizam no desempenho de cargos e exercício de funções distintas entre si, conforme estipulado no artigo 27.º do EMFAR (Decreto-Lei n.º 90/2015).

Este mesmo diploma refere que o propósito fundamental do EMFAR “...assenta na valorização da carreira militar e a salvaguarda das suas especificidades” (Decreto-Lei n.º 90/2015, p. 3198).

Neste sentido, “...a evolução dos níveis de ensino e a crescente complexidade funcional atribuída às missões das Forças Armadas (FFAA) exigem também a crescente valorização do nível habilitacional de ingresso nos quadros permanentes...” (Decreto-Lei n.º 90/2015, p. 3198).

Deste modo, o EMFAR, na sua redação atual, consagra que o militar tem direito “...a receber formação adequada ao pleno exercício das funções e missões que lhe forem atribuídas, tendo em vista a sua valorização humana e profissional” (Decreto-lei n.º 90/2015, p. 3205).

Adicionalmente, as Bases Gerais do Estatuto da Condição Militar (BGECM), consagram que o desenvolvimento das carreiras militares se regem por diversos princípios, nomeadamente “relevância de valorização da formação militar” (Lei n.º 11/1989, p. 2096).

Por sua vez, o EMFAR, através do seu artigo 123.º, enumera uma série de princípios da carreira militar, entre eles, “do primado da valorização militar, que consiste na valorização da formação militar ...” (Decreto-Lei n.º 90/2015, p. 3219).

Neste enquadramento, o artigo 12.º, n.º 2, das BGECM, refere que “os militares têm ainda o direito e o dever de receber formação de atualização, reciclagem e progressão, com vista à sua valorização humana e profissional e à sua progressão na carreira” (Lei n.º 11/1989, p. 2097).

Neste pressuposto, o artigo 124.º do EMFAR refere que “o desenvolvimento da carreira militar se traduz na promoção dos militares aos diferentes postos, em cada categoria, de acordo

com as respetivas condições gerais e especiais, tendo em conta as qualificações, a antiguidade e o mérito revelados no desempenho profissional...” (Decreto-Lei n.º 90/2015, p. 3220).

Adicionalmente, importa destacar que este desenvolvimento da carreira e a sua valorização, através da formação militar, estão sujeitos aos condicionalismos presentes no artigo 126.º do EMFAR, nomeadamente entre a harmonização das necessidades das FFAA e as aptidões e os interesses individuais, mantendo, sempre que possível, a motivação dos militares (Decreto-Lei n.º 90/2015).

2.2. Dos Quadros Permanentes de Sargentos da Força Aérea

Assim, no âmbito das recomendações da União Europeia, o Decreto-Lei n.º 42 (2005), vem consagrar os princípios reguladores de instrumentos para a criação do espaço europeu de ensino superior.

Em 2008, o Parlamento Europeu e o Conselho da União Europeia emitiram a Recomendação 2008/C111/01/CE de 23 de abril, que visava a criação de um Quadro Europeu de Qualificações, através de um conjunto de princípios a ser adotados pelos países membros. Portugal implementou os referidos princípios, através da criação do Catálogo Nacional de Qualificações (Portaria n.º 781/2009) e, por sua vez, do Quadro Nacional de Qualificações (Portaria n.º 782/2009).

Complementarmente, o artigo 15.º da Lei de Bases do Sistema Educativo prevê que os estabelecimentos de ensino superior possam realizar ciclos de estudo não conferentes de grau académico, em que o seu término, com aproveitamento, conduz à atribuição de um diploma (Lei n.º 46/1986).

Assim, o Decreto-Lei n.º 43 (2014), veio criar um novo tipo de formação superior de curta duração, não conferente de grau académico, designada por Cursos Técnicos Superiores Profissionais, que irão conferir o Diploma de Técnico Superior Profissional (DTSP).

Esta nova oferta educativa será ministrada através das unidades orgânicas de ensino superior politécnico, integradas em instituições de ensino superior universitário. Este novo DTSP conferirá uma qualificação de nível 5 no âmbito do Quadro Nacional de Qualificações (Portaria n.º 782/2009).

Neste âmbito, os Estabelecimentos de Ensino Superior Público Universitário Militar têm sofrido reformas profundas nos últimos anos, tanto a nível das estruturas que o integram, como dos ciclos de estudo que proporcionam (Decreto-Lei n.º 249/2015).

Sendo esta uma formação superior de nível politécnico, o Decreto-Lei n.º 249 (2015), aprovou a orgânica do ensino superior militar e consagrou as suas especificidades no contexto do ensino superior. Aprovou, ainda, o Estatuto do Instituto Universitário Militar (IUM), o qual integra, como unidades orgânicas autónomas universitárias, a Escola Naval, a Academia da Força Aérea, a Academia Militar e, como unidade autónoma politécnica, a Unidade Politécnica Militar (UPM) (Decreto-Lei n.º 249/2015).

Adicionalmente, o artigo 22.º do Estatuto do IUM (Decreto-Lei n.º 249/2015), refere que a UPM é regulada por decreto-lei. Assim, o Decreto-Lei n.º 17 (2019), procede à regulação da UPM, que é uma unidade orgânica autónoma do IUM.

Esta UPM tem como missão a “preparação de sargentos, com vista a desenvolver as suas qualidades de comando, chefia e chefia técnica de natureza executiva de carácter técnico-administrativo, logístico e de formação” (Decreto-Lei n.º 17/2019, p. 462).

Perante esta realidade, para preenchimento das exigências de formação inicial dos sargentos, tornou-se imperativo a criação de um ciclo de estudos superiores não conferente de grau académico de natureza politécnica, ministrado por uma unidade orgânica autónoma de natureza politécnica (Decreto-Lei n.º 249/2015).

Neste sentido, o n.º 1 do artigo 129.º do EMFAR refere que o ingresso na categoria de Sargentos das FFAA passou a fazer-se com o nível 5 de qualificação, conferido no âmbito do ensino superior, a que corresponde o ciclo de estudos não conferente de grau académico (Decreto-Lei n.º 90/2015).

Assim, a Portaria n.º 288 (2019), vem regular este novo ciclo de estudos de nível 5 de qualificação, reforçando que o ingresso na categoria de Sargentos dos QP das FFAA e da Guarda Nacional Republicana (GNR) terá de ser feito com base neste novo ciclo de estudos, no âmbito do ensino superior politécnico. Efetiva-se, assim, a criação de um novo modelo de formação de Sargentos, procedendo a alterações ao modelo de formação exigido para o ingresso na categoria de Sargentos, nomeadamente através da aquisição de competências de nível superior politécnico.

Deste modo, o artigo 17.º, da Portaria n.º 288 (2019), consagra as condições de admissão e de ingresso aos CFS/QP. Por conseguinte, refere que a admissão à frequência dos CFS/QP é feita mediante concurso e que as condições de admissão, de ingresso e respetiva tramitação são da responsabilidade dos ramos das FFAA e da GNR, em articulação com a UPM (Portaria n.º 288/2019).

Desta forma, foi criado um novo Regulamento do Concurso de Admissão aos CFS/QP da FA (Despacho n.º 9/2020) do Chefe do Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA), tendo sido publicado em Diário da República, através do Despacho n.º 2346 (2020). Este novo modelo de formação vai iniciar-se no ano de 2020.

3. ENQUADRAMENTO METODOLÓGICO

Na presente investigação, foi utilizada a estratégia qualitativa, através do método hipotético-dedutivo para recolha de dados. Deste modo, a estratégia de recolha de dados assentou na entrevista semidiretiva, optando-se por encontrar especialistas que, pelos seus conhecimentos e cargos ocupados nas áreas do planeamento, execução e implementação, pudessem contribuir para enriquecer a investigação (Campenhoudt et al., 2019).

Neste sentido foram considerados os seguintes interlocutores:

Entrevista N.º	E1	E2	E3	E4	E5
Data	07ago2020	07ago2020	07ago2020	10ago2020	10ago2020
Identificação	Diretor de Pessoal MGEN António Temporão	Chefe do Departamento da FA na UPM COR Bertolino Ferreira	Chefe da Repartição de Carreiras e Promoções da DP TCOR Quirino Martins	Comandante do Grupo de Formação do CFMTFA TCOR João Rocha	Chefe da Repartição de Formação Militar e Técnica da DINST TCOR Luís Telha

A entrevista semidiretiva tem como objetivo a recolha de informações objetivas e subjetivas para a investigação, baseando-se num conjunto de perguntas previamente elaboradas, que permite não só ao entrevistado a liberdade de discurso, mas também ao entrevistador dispor de um conjunto de perguntas-guia, que procura responder à pergunta de partida, com vista a confirmar ou infirmar as hipóteses de resposta em estudo (Campenhoudt et al., 2019).

Além da informação recolhida através da realização de entrevistas semidiretivas, procedeu-se também à consulta de documentos vários afetos ao tema em análise (Leis; Decretos-Lei; Portarias; Despachos), bem como à consulta de informação de foro interno da FA.

Através da recolha de documentação vária, foi feita uma análise de conteúdo.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1. Análise à Racionalidade dos Recursos

No que diz respeito à Racionalidade dos Recursos, foram consideradas duas dimensões: **Recursos Financeiros** e **Recursos Humanos**. No que se refere aos **Recursos Financeiros**,

foram considerados os custos didáticos/formativos e os custos remuneratórios afetos aos formandos durante o seu percurso nos CFS/QP.

No âmbito dos custos didáticos/formativos, foi solicitada à Direção de Instrução (DINST) a disponibilização dos mesmos, nomeadamente a carga horária e o custo formativo por especialidade.

Tabela 1 – Custos didáticos/formativos da formação técnica de todas as especialidades do atual modelo dos CFS/QP (Fonte: Elaboração própria, adaptado de dados cedidos pela DINST, agosto de 2020)

Especialidades CFS/QP	Número de Horas	Custo Total por Aluno
OPCART	1 344	12 232,85 €
OPRDET		
OPCOM		
OPMET		
OPINF		
MMA		
MMT		
MELECA		
MELECT		
MELIAV		
MARME		
ABST		
SAS		
MUS		
PA		
CMI		
OPSAS		

Tabela 2 – Simulação dos custos didáticos/formativos para todas as especialidades do novo modelo formativo dos CFS/QP (Fonte: Elaboração própria, adaptado dos dados referentes aos planos de estudos consultados em https://www.ium.pt/?page_id=4052)

Especialidades CFS/QP	Número de Horas	Custo Total por Aluno
OPCART	3 000	27 305,47 €
OPRDET		
OPCOM		
OPMET		
OPINF		
MMA		
MMT		
MELECA		
MELECT		
MELIAV		
MARME		
ABST		
SAS		
MUS		
PA		
CMI		
OPSAS		

Perante esta simulação, podemos observar que, com o aumento da carga horária para 3000 horas, o custo formativo imputado ao novo modelo formativo dos CFS/QP aumentará consideravelmente, tendo um valor aproximado de 27.305,47€ por formando.

No que refere aos custos remuneratórios, pretende-se demonstrar o seu custo, entre o atual modelo formativo e o novo modelo formativo dos CFS/QP. Através da consulta ao portal da intranet da Direção de Finanças da Força Aérea (DFFA), obteve-se a tabela remuneratória dos militares em Regime de Contrato para 2020, onde as remunerações expostas servem de base para a simulação, conforme as tabelas abaixo.

Tabela 3 – Simulação do custo remuneratório para um formando dos CFS/QP em vigor até 2020 (Fonte: Elaboração própria, adaptado dos dados obtidos no portal da *intranet* da DFFA)

Posto	Remuneração	Tempo Letivo (Meses)	Número de Remunerações	Custo das Remunerações
Furriel	1 105,39 €	15	18	19 897,02 €

Tabela 4 – Simulação do custo remuneratório por formando contemplando a sua graduação no posto de Furriel no primeiro ano letivo do novo modelo formativo dos CFS/QP

Anos Letivos	Posto	Remuneração	Tempo Letivo (Meses)	Número de Remunerações	Custo das Remunerações
1	Furriel	1 105,39 €	12	14	15 475,46 €
2	2SAR	1 539,20 €	12	14	21 548,80 €
Total	37 024,26 €				

Tabela 5 – Simulação do custo remuneratório dos formandos da categoria de Praças que ingressam no novo modelo formativo dos CFS/QP (Fonte: Elaboração própria)

Anos Letivos	Cenário 1		Cenário 2		Cenário 3	
	1	2	1	2	1	2
Posto	1CAB	1CAB	1CAB	CADJ	CADJ	CADJ
Remuneração (14 meses)	12 872,30 €	12 872,30 €	12 872,30 €	14 549,78 €	14 549,78 €	14 549,78 €
Custo Total por Simulação	25 744,60 €		27 422,08 €		29 099,56 €	

Tabela 6 – Simulação do custo remuneratório dos formandos da categoria de Sargentos que ingressam no novo modelo formativo dos CFS/QP (Fonte: Elaboração própria)

Anos Letivos	Cenário 4		Cenário 5		Cenário 6	
	1	2	1	2	1	2
Posto	FUR	FUR	FUR	2SAR	2SAR	2SAR
Remuneração (14 meses)	15 475,46 €	15 475,46 €	15 475,46 €	21 548,80 €	21 548,80 €	21 548,80 €
Custo Total por Simulação	30 950,92 €		37 024,26 €		43 097,60 €	

Neste sentido, e face às simulações, o Cenário 1, no qual os alunos ingressam no posto de 1.º Cabo e terminam o CTesP nesse mesmo posto, é aquele em que o custo das remunerações é menor, representando um aumento de 29% face ao modelo formativo atual.

Por sua vez, o Cenário 6 é aquele que demonstra um custo maior em termos de remunerações, pois é aquele que prevê que os alunos ingressem com o posto de 2.º Sargento e terminem o CTESP nesse mesmo posto, representando assim um aumento de 116% face ao modelo vigente.

No que refere à dimensão de **Recursos Humanos**, procurou obter-se informação através de entrevistas semidiretivas, de modo a perceber se este novo modelo formativo dos CFS/QP veio potenciar o aumento do número de docentes e as suas qualificações, os desafios organizacionais na gestão dos RH militares da FA, bem como a necessidade de aumentar a estrutura de apoio.

No âmbito do ensino, uma parte significativa dos entrevistados é da opinião de que o aumento deste novo modelo formativo dos CFS/QP para dois anos letivos trará, por si só, um aumento natural do número de docentes afetos e que “...houve a necessidade de encontrar pessoas com as características e qualificações exigidas, porque os cursos têm que ter um rácio de 51% de especialistas ou doutores” (Ferreira 2020).

Nesta linha de raciocínio, em termos de habilitações académicas e experiência formativa dos docentes, é necessário dar um salto qualitativo, pois estes ministrarão conteúdos de nível superior (Martins, 2020).

Este aumento do número de docentes afetos à formação e das suas qualificações implicará mais militares empenhados nesta função. Neste pressuposto, o paradigma desejável seria os militares estarem dedicados em exclusivo à docência (Temporão, 2020).

Neste sentido, houve uma necessidade de procurar pessoas em áreas da FA que, no passado, não estavam a contribuir para o esforço formativo (Ferreira, 2020).

Por sua vez, “uma vez que não existe a carreira de docente militar, esta nova necessidade é um grande desafio para a GRH, porque a FA da atualidade já não se coaduna com amadorismos” (Martins, 2020). Segundo o mesmo, as acumulações em excesso, soluções ad hoc e alternativas de forma pouco pensada, concertada e integrada, sobre a constituição do corpo docente poderão comprometer a qualidade do ensino. O grande desafio será entender de que maneira a FA irá corresponder a esta necessidade, pois os meios existentes em termos de RH são escassos, e que o recurso ao *outsourcing* formativo poderá ser uma solução alternativa.

No que refere à estrutura de apoio dedicada aos CFS/QP no Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea (CFMTFA), esta não sofrerá grandes alterações, havendo, sim, um reforço de responsabilidades (Temporão, 2020).

Adicionalmente, Rocha (2020) refere que a estrutura de apoio no CFMTFA é suficiente. Já Martins (2020), alude que o apoio não carece de revisão, a não ser que não vá ao encontro das necessidades dos alunos.

Por contraponto, “na ótica dos RH a estrutura de apoio, per si, no passado, já não era suficiente e, neste momento, muito menos, havendo necessidade de ir buscar pessoas a outros locais da FA” (Ferreira, 2020).

4.2. Análise à Atratividade

No que diz respeito à Atratividade, procurou entender-se de que forma este novo modelo formativo dos CFS/QP poderá contribuir para um aumento do número de candidatos a concurso e se promoverá alguma alteração positiva no desenvolvimento da carreira do Sargentos.

Num primeiro momento, procurou entender-se a evolução que tem existido nos últimos anos em termos de candidatos aos CFS/QP, conforme Gráfico 1.

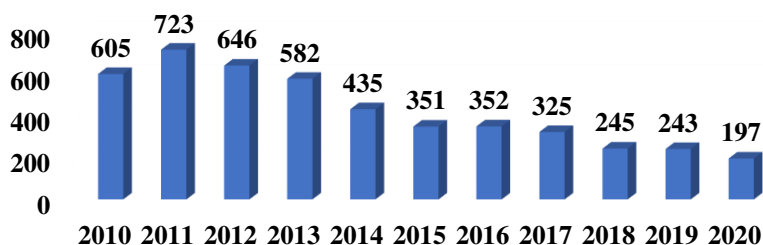


Gráfico 1 – Evolução de candidatos ao CFS/QP 2010 – 2020 (Fonte: Dados fornecidos pela Sub-Repartição de Cursos, Concursos e Contratos da Repartição de Carreiras e Promoções da DP).

Tendo em consideração estes dados, e no que concerne à atratividade, de acordo com os entrevistados, prevê-se que este novo modelo formativo dos CFS/QP não potencie ou torne este modelo mais atrativo para os candidatos (Temporão; Rocha; Telha, 2020).

Perante isto, importa perceber “...se estamos a formar para a missão ou se estamos a formar para a certificação/qualificação” (Martins, 2020). Se for para a missão, “a FA não se encontra tão necessitada de ter este tipo de formação relativa aos Sargentos dos CFS/QP” (Martins, 2020).

Neste sentido, corremos o risco de ter uma FA extremamente qualificada, mas para continuar a fazer o mesmo que fazia com o 12.º ano de habilitação. Até que ponto isto é fator motivacional, ou o inverso, desmotivante, dado que podemos estar perante dois Sargentos com o mesmo posto, mas com níveis habilitacionais diferentes e que exercem as mesmas as funções (Martins, 2020).

No âmbito do desenvolvimento da carreira, procurou saber-se se este novo modelo formativo dos CFS/QP incrementaria alguma melhoria.

Segundo Temporão (2020), estatuariamente e segundo o EMFAR, a carreira de Sargentos está bem estruturada e não é pelo facto de a valorizarmos academicamente que serão promovidas alterações.

Nesta linha de raciocínio, “...em termos de progressão na carreira, este novo modelo formativo não irá promover grandes alterações” (Martins, 2020), pois não é previsível que, daqui a alguns anos, “...quando houver Sargentos habilitados com o CTeSP, estes ultrapassem de forma mais célere os camaradas que não estão habilitados com o CTeSP” (Martins, 2020). Assim, quando todos os militares da categoria de Sargentos estiverem habilitados com o CTeSP, não haverá grandes alterações neste âmbito (Martins, 2020).

Ainda no âmbito do desenvolvimento da carreira, procurou saber-se se deveria haver alguma alteração ao perfil de funções dos Sargentos, uma vez que o seu capital académico iria aumentar.

Perante esta questão, Martins (2020) refere que a FA tem de se adaptar, não podendo cair no erro organizacional de manter tudo igual, tendo de ajustar o perfil de competências de cada um dos quadros especiais da categoria de Sargentos.

Perante este assunto, Temporão (2020) refere que não existe “necessidade de haver alguma alteração ao perfil de funções dos sargentos dos QP”.

4.3. Análise à Gestão Estratégica

Por fim, no que concerne à Gestão Estratégica, tornou-se perentório entender se este novo modelo formativo dos CFS/QP estará de acordo com os objetivos organizacionais, se representa algum tipo de vantagem competitiva e se o foco é a aquisição de novos conhecimentos, contribuindo para promover uma melhor gestão estratégica dos Sargentos.

No que se refere aos objetivos organizacionais, importa perceber, numa primeira abordagem, que este modelo formativo dos CFS/QP “adveio de uma decisão política, pois os Ramos das FFAA não pretendiam perder a autonomia dos cursos” (Ferreira, 2020). O EMFAR e diplomas subsequentes vieram preconizar a materialização deste modelo formativo dos CFS/QP (Martins, 2020).

Num sentido mais lato, Martins (2020) afirma que “...se calhar, iríamos caminhar para uma solução deste tipo, mesmo que não houvesse imposição legal, pois, ao operarmos sistemas de

armas tão evoluídos, temos que ter bases científicas que nos permitam ter uma estrutura de raciocínio que responda às necessidades do dia-a-dia”.

Com maior assertividade, Temporão (2020) afirma que este novo modelo formativo dos CFS/QP “encontra-se em linha com os objetivos estratégicos organizacionais e deriva da visão de Sua Ex^a. o General CEMFA, vertida na Diretiva de Planeamento Estratégico, onde refere, mais nas pessoas, uma aposta na formação”.

No que concerne à vantagem competitiva, este novo modelo formativo dos CFS/QP permitirá ter profissionais mais capacitados, com um upgrade em termos do desenvolvimento de competências e com um incremento em termos académicos, pelo que os entrevistados foram unânimes ao afirmar que o capital mais valioso de uma organização são os seus RH. Portanto, quanto mais qualificações esses recursos tiverem maior é a riqueza da organização e mais competente será o desempenho de funções (Temporão; Ferreira; Martins; Rocha; Telha, 2020).

No que se refere à rentabilização da formação por parte deste novo modelo formativo associado aos CFS/QP, a base curricular que o constitui advém do modelo anterior dos CFS/QP (Ferreira, 2020). Contempla um acréscimo de conhecimento, quer no contexto científico e geral, quer no contexto do saber fazer. Além disso, os dois semestres técnicos serão uma continuidade dos conhecimentos adquiridos no CFP e CFS/RC, reforçando as competências adquiridas para um cabal desempenho na categoria de Sargentos (Rocha, 2020).

Assim, podemos afirmar que se trata de uma complementaridade entre conteúdos já ministrados anteriormente e novas matérias a serem introduzidas (Ferreira, 2020).

Desta forma, este novo modelo formativo dos CFS/QP poderá permitir a rentabilização da formação inicial dos futuros sargentos dos QP, através da creditação da formação já ministrada (Rocha, 2020), pelo que, atualmente, existe uma série de variáveis que dificultam o processo formal de reconhecimento destas competências (Ferreira, 2020).

No presente momento, este novo modelo formativo apresenta uma série de questões que são impeditivas de rentabilizar e potenciar no imediato uma gestão estratégica dos Sargentos. Ou seja, a forma como foi implementado carece de determinadas adaptações ao nível da FA e de alterações legislativas, que permitam, no futuro, que este novo modelo promova, de facto, uma gestão estratégica dos Sargentos.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A presente investigação foi conduzida com o objetivo de responder à pergunta “De que forma o novo modelo de ingresso na categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes poderá provocar mudanças significativas na Força Aérea?”, tendo em consideração, as seguintes dimensões: racionalidade dos recursos, atração de RH e GERH.

Entre outras etapas metodológicas, procedeu-se à recolha e análise de dados e, relativamente à Hipótese 1, concluiu-se que este novo modelo formativo associado aos CFS/QP provocará um incremento substancial de recursos financeiros alocados à formação, através do aumento dos custos didáticos/formativos e remuneratórios associados aos formandos.

Haverá também uma maior exigência ao nível de docentes, através da necessidade de mais docentes, de docentes com determinadas qualificações, de um esforço contínuo de alimentação e manutenção da bolsa de docentes, bem como de um maior esforço e exigência no contexto de RH face à impossibilidade de alocar militares/docentes em exclusividade, uma vez que irão desempenhar a docência em acumulação.

Face ao exposto, confirma-se a Hipótese 1: “O novo modelo de ingresso irá promover um aumento dos recursos afetos ao processo formativo de Sargentos dos Quadros Permanentes”, uma vez que o aumento do tempo formativo para 4 semestres letivos (2 anos) e de um plano curricular maior e mais robusto gerará um aumento de custos financeiros imputados e um maior esforço em termos de RH afetos ao processo formativo.

Relativamente à Hipótese 2, de acordo com os dados recolhidos, concluiu-se que o novo modelo formativo dos CFS/QP não vai potenciar maior atratividade, uma vez que vai exigir um esforço adicional aos militares, tendo estes a possibilidade de estudar no âmbito civil e de obter uma habilitação académica superior ao CTeSP.

Outro fator que promove a falta de atratividade é o facto de não ter havido uma alteração ao perfil de funções dos Sargentos face a esta nova realidade habilitacional, por forma a acomodar e potenciar um desenvolvimento na carreira.

Neste sentido, não se confirma a Hipótese 2: “O novo modelo de ingresso promoverá a atratividade da carreira de Sargentos dos QP”, uma vez que existe uma forte possibilidade de este modelo formativo ser pouco atrativo para os futuros potenciais candidatos.

No que refere à Hipótese 3, de acordo com os dados recolhidos, concluiu-se que este novo modelo formativo associado aos CFS/QP advém de uma imposição da tutela, vertido no EMFAR e diplomas subsequentes, e que está em linha com os objetivos estratégicos organizacionais. Representa também uma vantagem competitiva, pois revela um upgrade em termos de

conhecimentos académicos e de reforço de competências. Poderá permitir a rentabilização da formação, pois um dos pressupostos é a creditação da formação já ministrada.

Face ao exposto, não se confirma a Hipótese 3: “O novo modelo irá promover a gestão estratégica dos Sargentos da FA”, uma vez que apresenta no presente momento uma série de questões que são impeditivas de potenciar a gestão estratégica dos Sargentos, pois, a forma de implementação deste novo modelo formativo dos CFS/QP, de fora para dentro, carece de determinadas adaptações por parte da organização e de alterações legislativas que permitam que no futuro este novo modelo promova de facto uma gestão estratégica dos Sargentos.

Testadas as hipóteses de trabalho, torna-se possível responder à pergunta de partida que norteou a presente investigação. De acordo com a investigação efetuada, concluiu-se que este novo modelo formativo associado aos CFS/QP poderá trazer mais valias, contudo existirá um caminho longo e penoso para lá chegar. Exigirá um esforço tremendo ao nível dos recursos financeiros e, essencialmente, ao nível de RH militares.

6. CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Face aos resultados obtidos, verifica-se que este novo modelo de formação dos CFS/QP, que irá decorrer a partir de 2020, potenciará mudanças em termos de recursos, quer financeiros, através de um maior custo em termos formativos e remuneratórios, quer de RH militares através de um maior esforço organizacional.

Promove um incremento em termos de habilitações académicas, potenciando o capital intelectual organizacional, através da aquisição e desenvolvimento de novas competências, como consequências das novas métricas resultantes de uma formação ao nível do ensino superior politécnico militar.

Por sua vez, não promoverá um aumento da atratividade, verificando-se, pelo contrário, uma tendência negativa no que diz respeito ao número de candidatos para este novo modelo formativo dos CFS/QP, pois irá implicar um esforço temporal maior por parte dos militares.

A nível do desenvolvimento da carreira, este novo modelo formativo não trará alterações, pois, ao nível do perfil de funções, não foi efetuada nenhuma análise que acomode esta questão.

Em termos de RH, este novo modelo formativo poderá ter a capacidade de potenciar a gestão estratégica na categoria de Sargentos, podendo promover a implementação de uma futura gestão de RH baseada nas competências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bilhim, J. (2016). Gestão estratégica de recursos humanos (5.^a ed.). Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas da Universidade de Lisboa;
- [2] Campenhoudt, L. V., Marquet, J. & Quivy, R. (2019). Manual de investigação em ciências sociais (1.^a ed.). Lisboa: Gradiva;
- [3] Chiavenato, I. (2003). Introdução à teoria geral da administração (7.^a ed). Rio de Janeiro: Elsevier Editora Lda;
- [4] Chiavenato, I. (2010). Gestão de pessoas (3.^a ed). Rio de Janeiro: Elsevier Editora Lda;
- [5] Ferreira, B. (07 de agosto de 2020). De que forma o novo modelo de ingresso na categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes poderá provocar mudanças significativas na Força Aérea?. Entrevistado por José Gomes [Presencialmente.];

Diplomas Legais

- [6] Decreto-lei n.º 17/2019. (2019). Diário da República: I série, n.º 15;
- [7] Decreto-lei n.º 249/2015. (2015). Diário da República: I série, n.º 211;
- [8] Decreto-Lei n.º 42/2005. (2005). Diário da República: I série, n.º 37;
- [9] Decreto-lei n.º 43/2014. (2014). Diário da República: I série, n.º 54;
- [10] Decreto-lei n.º 90/2015. (2015). Diário da República: I série, n.º 104;
- [11] Despacho n.º 2346/2020. (2020). Diário da República: II série, n.º 35;
- [12] Lei n.º 11/1989. (1989). Diário da República: I série, n.º 125;
- [13] Lei n.º 46/1986. (1986). Diário da República: I série, n.º 237;
- [14] Portaria n.º 288/2019. (2019). Diário da República: I série, n.º 168;
- [15] Portaria n.º 781/2009. (2009). Diário da República: I série, n.º 141;
- [16] Portaria n.º 782/2009. (2009). Diário da República: I série, n.º 141;
- [17] Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2013. (2013). Diário da República: I série, n.º 67;

Entrevistas

- [18] Martins, N. (07 de agosto 2020). De que forma o novo modelo de ingresso na categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes poderá provocar mudanças significativas na Força Aérea?. Entrevistado por José Gomes [Presencialmente.];
- [19] Rocha, J., (10 de agosto de 2020). De que forma o novo modelo de ingresso na categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes poderá provocar mudanças significativas na Força Aérea?. Entrevistado por José Gomes [Presencialmente.];
- [20] Telha, L., (10 de agosto de 2020). De que forma o novo modelo de ingresso na categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes poderá provocar mudanças significativas na Força Aérea?. Entrevistado por José Gomes [Presencialmente.];
- [21] Temporão, A., (07 de agosto de 2020). De que forma o novo modelo de ingresso na categoria de Sargentos dos Quadros Permanentes poderá provocar mudanças significativas na Força Aérea?. Entrevistado por José Gomes [Presencialmente.].

Revista Científica Academia da Força Aérea

“E não menos por Armas que por Letras”



2021