



Revista Científica Academia da Força Aérea

“E não menos por Armas que por Letras”



REVISTA CIENTÍFICA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA





Manuel Teixeira Rolo

General

Chefe do Estado-Maior da Força Aérea



Joaquim Manuel Nunes Borrego

Major-General

Comandante da 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 actividade da Academia da Força Aérea, no domínio da investigação científica, designadamente Teses de Mestrado e Doutoramento e Trabalhos de Final de Curso.

As opiniões expressas nesta revista pertencem aos respectivos autores.



Revista Científica Academia da Força Aérea

Índice

Ficha Técnica.....	8
Abertura.....	10
Manuel Teixeira Rolo, General, Chefe do Estado-Maior da Força Aérea	
Editorial	12
Joaquim Manuel Nunes Borrego, Major-General Piloto Aviador, Comandante da Academia da Força Aérea	
Introdução	14
José Manuel Freitas Santiago, Coronel Engenheiro Aeronáutico, Diretor de Ensino Universitário	
Capacidade ISR na Força Aérea Portuguesa: Competências atuais e perspetivas futuras de aplicação de UAS.....	16
Rafael Marques, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado na especialidade de Piloto Aviador	
Definição da localização adequada para instalação da câmara de vídeo na plataforma ALPHA-EXTENDED a partir da sua caracterização dinâmica.....	28
Ivo Almeida, Alferes Aluno do Mestrado em Aeronáutica Militar na especialidade de Engenharia Aeronáutica	
Systems and Strategies for a Low Cost Sense and Avoid Implementation in Small Unmanned Aircraft.....	44
Miguel Fonseca, Military Aeronautic Sciences – Electrical Engineering	
Desenvolvimento e Implementação de uma Metodologia de Seguimento de Vida de Fadiga da Aeronave Epsilon TB 30 da Força Aérea Portuguesa	58
Paulo Gameiro, Alferes Aluno do Mestrado Integrado na Especialidade de Engenharia Aeronáutica	
Emissão de Certificados -Tipo para Aeronaves Legacy.....	73
João Farto, Alferes Aluno do Mestrado Integrado na Especialidade de Engenharia Electrotécnica	
Alterações autonómicas e cardiovasculares em meio de simulação de Microgravidade	85
Rui Caetano Garcês, Alferes Aluno do Mestrado Integrado na especialidade de Medicina Aeronáutica	
Model and Control of a Solar Tower for Energy Production	96
Kevin Ramos, Military Aeronautic Sciences – Electrical Engineering	
Implementação de técnicas de Eficiência Energética numa Unidade da Força Aérea...	110
João Estrela, Alferes Aluno do Mestrado Integrado na especialidade de Engenharia Eletrotécnica	

Lean Management e Serviços Partilhados: Caso de Estudo nos Serviços de Apoio da Força Aérea Portuguesa	120
Raquel Rosa, Alferes Aluna do Mestrado Integrado na Especialidade de Administração Aeronáutica	
Conceito Transversal de Competência como Elemento Estruturante da Organização	136
Miguel Quintas, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado na especialidade de Piloto Aviador	
A integração de instrumentos de avaliação de desempenho: O caso da Força Aérea Portuguesa.....	148
Joana Inês Pereira Gaio, Tenente aluna do mestrado integrado na especialidade de Administração Aeronáutica	
Motivação para ser Militar: Ingresso na Academia da Força Aérea	164
Bernardo Manuel Mendonça Martinez Aspirante Aluno no Mestrado Integrado na Especialidade de Pilotagem Aeronáutica	
A NATO no Século XXI: Perspetivas Políticas na Era da Globalização	177
Miguel Cândido, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado na especialidade de Pilotagem Aeronáutica	
Nova gestão pública: Como evitar o estado oco?	187
Andreia Cecília Gonçalves Costa, Tenente Técnica de Pessoal e Apoio Administrativo	



Ficha Técnica

Diretor:	Comandante da Academia da Força Aérea Major-General Piloto Aviador Joaquim Manuel Nunes Borrego
Conselho Editorial:	Chefe do Gabinete de Avaliação e Qualidade Coronel da Polícia Aérea Vítor Baptista Diretor de Ensino da Academia da Força Aérea Coronel Engenheiro Aeronáutico José Santiago Chefe do Gabinete de Estudos e Planeamento Coronel Piloto Aviador Paulo Ropio Comandante do Corpo de Alunos Coronel Piloto Aviador Fernando Costa Diretor do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea Tenente-Coronel Engenheira Eletrotécnica Maria Nunes
Conselho Consultivo:	Coronel Navegador Carlos Páscoa Doutor em Engenharia Informática e de Computadores, ramo Sistemas de Informação, pelo Instituto Superior Técnico. Tenente-Coronel Engenheira Aeronáutica Maria Madruga Doutora em Engenharia Mecânica, pela Florida State University, EUA. Tenente-Coronel Técnico de Operações de Detecção, Conduta e Interseção Luís Rocha Doutorando em Relações Internacionais; Mestre em Relações Internacionais, pela Universidade Autónoma de Lisboa. Major Engenheiro Aeronáutico Carlos Silva Doutor em Engenharia Mecânica, pela Universidade de Victoria, Canadá; Mestre em Engenharia Mecânica, pela Universidade de Victoria, Canadá. Major Jurista Alexandre Leite Mestre em Segurança de Informação e Direito no Ciberespaço, pelo Instituto Superior Técnico, Faculdade de Direito da Universidade de Lisboa e Escola Naval; Pós-graduado em Relações Internacionais, pela Universidade Autónoma de Lisboa; Pós-graduado em Direito Aéreo e Direito Espacial, pela Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa. Major Engenheira de Aeródromos Rute Ramalho Doutora em Engenharia Civil, ramo de Vias de Comunicação, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; Mestre em Vias de Comunicação, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Major Psicóloga Cristina Fachada Doutora em Psicologia, pela Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa; Mestre em Políticas de Desenvolvimento dos Recursos Humanos, pelo Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa. Capitão Engenheiro Aeronáutico Luís da Silva Félix Doutor em Engenharia Aeroespacial, pelo Instituto Superior Técnico. Capitão de Administração Aeronáutica Helga Novais Doutoranda em Gestão, no Instituto Superior de Economia e Gestão. Tenente Psicóloga Ana Farinha Doutoranda em Métodos Quantitativos Aplicados à Gestão, no Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa - Instituto Universitário de Lisboa; Mestre em Prospeção e Análise de Dados, no Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa - Instituto Universitário de Lisboa.

Propriedade: Academia da Força Aérea

Título: Revista Científica da Academia da Força Aérea

Composição da Capa: José Pereira, Sargento Ajudante

Periodicidade: Anual, Número 6, 2016

Paginação, Impressão e Acabamento: Alves&Albuquerque - RAL - Sintra - www.pre-e-press.com

ISSN: 2182-2174

Depósito legal: 328295/11

Tiragem: 500 exemplares

Distribuição gratuita

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

Correio electrónico: gabcmd@academiafa.edu.pt





A Revista Científica da Academia da Força Aérea é uma publicação que tem vindo a dar conta da importante ação desenvolvida pelos alunos e pelos docentes, no domínio da investigação científica e que se foi constituindo como uma referência e um enorme contributo, para aquilo que é hoje a nossa Academia, na divulgação e partilha de experiências, na promoção e difusão do conhecimento e da correta compreensão da importância, no mundo contemporâneo, do poder aeroespacial.

Por esse qualificado esforço, dirijo uma mensagem de felicitação e de estímulo a todos os que tornaram possível a publicação desta sexta edição.

Ao longo dos seus cerca de trinta e nove anos, a Academia da Força Aérea, regendo-se por preceitos de honra, de altruísmo e de ética, mas também de coragem, de competência e de vontade, nas causas onde intervém, tem desenvolvido uma atividade digna de referência, cujos padrões buscam a excelência do ensino, sempre, com exemplar sentido do Dever e uma “mística” que perpassa o tempo.

É este tipo de atuação que, no fundo, mostra um longo caminho de afirmação e da importância estratégica da Academia da Força Aérea, como órgão responsável pela nobre missão de formar os futuros oficiais do quadro permanente da Força Aérea, transmitindo-lhes os valores mais nobres da Instituição e a nossa principal vocação – fazer bem, para bem servir.

Ao editar anualmente a Revista Científica, a Academia da Força Aérea é mais uma vez motivo de orgulho para todos nós, pois, através da potenciação do pensamento científico, com especial destaque para o desenvolvimento do saber aeronáutico, honra e glorifica a nossa história e espírito aeronáutico e fortifica, a ambicionada e útil ligação com a sociedade em que nos inserimos e a qual temos o dever e a honra de servir.

Por tudo isso, a Revista confere-me, igualmente, a privilegiada oportunidade para, na qualidade de Chefe do Estado-Maior da Força Aérea, manifestar, publicamente, o meu especial apreço e pública gratidão pelos relevantes e prestigiantes serviços que, ao longo destes anos, os Alunos, Docentes, Oficiais, Sargentos, Praças e Funcionários Civis têm prestado na Academia da Força Aérea, em nome dos superiores interesses da Força Aérea, das Forças Armadas e da Nação Portuguesa.

Termino, exortando todos os alunos e docentes, para que continuem a servir com dedicação, vontade e espírito de missão a causa do ar, dignificando e honrando, assim, o bom-nome da Academia da Força Aérea, da Força Aérea e de Portugal.

Manuel Teixeira Rolo, General
Chefe do Estado-Maior da Força Aérea



Brasão do Chefe do Estado-Maior da Força Aérea



O Ensino Universitário é, atualmente, indissociável de uma forte componente de investigação, sendo esta um pilar basilar na afirmação de um ensino que terá de ser, necessariamente, de excelência. Paralelamente, o resultado desta atividade, nos seus diferentes domínios, quando devidamente desenvolvido, assume-se como um recurso estratégico da nação, que convém potenciar.

É neste panorama que o ensino superior público universitário militar se insere, como promotor das Ciências Militares, agora com acentuado ímpeto no processo de implementação do Instituto Universitário Militar. Como parte integrante deste Instituto, na sua qualidade de unidade orgânica autónoma universitária, a Academia da Força Aérea, na vertente da investigação, mantém-se fiel aos seus objetivos estratégicos, orientados para a pesquisa continua de novos conhecimentos e de soluções inovadoras que contribuam para o desenvolvimento da Força Aérea, das Forças Armadas e da sociedade.

Contudo, importa realçar que não trabalhamos isolados nesta atividade de investigação. Na verdade, atuamos em parceria também com algumas das mais conceituadas instituições de ensino universitário nacionais e estrangeiras, num esforço partilhado que permite criar sinergias e obter resultados que se constituem como uma mais-valia para a atividade científica desenvolvida no nosso país.

É, assim, com este propósito que anualmente publicamos a Revista Científica da Academia da Força Aérea, cuja intenção é levar ao conhecimento geral uma seleção dos trabalhos realizados no âmbito das teses de mestrados, espelhando de forma extremamente positiva o esforço desenvolvido, pelos nossos alunos, nesta vertente do ensino.

Porém, a consecução deste projeto, que vai já na sua 6.^a edição, só foi possível graças ao trabalho árduo, engenho criativo e persistência inerente à curiosidade científica de todos aqueles que servem ou serviram nesta casa. Pelo reconhecido empenho e elevado profissionalismo demonstrado saúdo de forma entusiástica todos os que colaboraram na presente edição da Revista Científica da Academia da Força Aérea.



Brasão do Comandante da Academia da Força Aérea

Introdução



Decorreu cerca de um ano desde a última publicação da revista científica da Academia da Força Aérea iniciando-se agora mais uma etapa em que se dão a conhecer alguns dos trabalhos que a comunidade científica da Academia produziu ao longo do último ano letivo.

Dada a multiplicidade de cursos frequentados procurou-se selecionar uma diversidade de trabalhos de excelência, que mostrassem de forma abrangente e diversificada o que de melhor se produz em dissertações de mestrado, incluindo-se também nesta revista um trabalho científico conducente à obtenção do grau de doutor.

No âmbito dos sistemas aéreos autónomos não tripulados são abordados três temas: a capacidade ISR – intelligence surveillance and reconnaissance e as suas perspetivas futuras de aplicação nestas plataformas; a caracterização do comportamento dinâmico da plataforma Alpha-Extended, de modo a determinar as frequências perturbadoras e assim determinar as características dos apoios para instalação de uma câmara de filmar e, por fim; a implementação de um sistema de baixo custo que permita ser instalado num UAV de pequena dimensão que o habilite com a capacidade de sense and avoidance de modo a poderem ser planeadas manobras de evasão em caso de se perspetivar uma colisão.

Já na área das engenharias, a aeronáutica não podia deixar de estar presente publicando-se dois trabalhos: uma metodologia de seguimento de vida de fadiga da aeronave Epsilon TB30, onde após a análise a 51 voos se compara a severidade dos voos de acrobacia e de navegação, com os perfis definidos pelo fabricante; a emissão de certificados-tipo para aeronaves legacy foi outro dos trabalhos selecionados, onde o leitor é confrontado com a criação de um modelo MTCDS-Military Type Certificate Data Sheet, tendo em conta a aplicabilidade do EMAR 21. Na área da energia o leitor encontra dois trabalhos: a implementação de técnicas de eficiência energética numa Unidade da Força Aérea, onde são apresentadas uma panóplia de medidas que vão desde as alterações a hábitos e padrões de consumo, passando pela substituição de equipamentos por outros mais eficientes, não esquecendo também as modificações nos aspetos construtivos e técnicos dos edifícios; já a modelação e controlo de produção de energia com recurso a uma torre solar refere a aplicação de várias estratégias de controlo com o objetivo de otimizar a permanência do fluido de transferência a uma temperatura que permita maximizar a produção de eletricidade.

Uma área recente da engenharia é a engenharia organizacional, onde a Academia tem já um grande trabalho desenvolvido, cabendo desta vez a oportunidade de divulgar o trabalho intitulado: Conceito Transversal de Competência como Elemento Estruturante da Organização. Aqui, desenvolve-se um conceito transversal de competências para a Força Aérea, desdobrando-se numa proposta de competência transversal para a organização, numa roda e num perfil de competências, procurando aumentar-se, dessa forma, a Organizational Self-Awareness.

A área dos recursos humanos contribuiu com três estudos de caso: a integração de instrumentos de avaliação de desempenho onde se estudam as ferramentas de gestão estratégica para dar resposta às exigências no âmbito do Sistema de Avaliação da Administração Pública; a motivação para ser militar foi outro estudo de caso com o foco no ingresso à Academia da Força Aérea, onde o autor apresenta as diferenças motivacionais entre os candidatos que finalizam o processo de seleção e os candidatos eliminados; outro estudo de caso refere-se ao Lean Management e Serviços Partilhados entre a BA1 e a AFA, na tentativa de perceber em que medida é que esta reestruturação contribuirá para a melhoria dos serviços.

Nesta era da globalização, optou-se também por apresentar um trabalho referente à NATO no século XXI, as ameaças e os desafios que se enfrentam, caracterizados pela sua crescente volatilidade e complexidade, num contexto do alargamento da aliança.

Já relativamente à medicina, é apresentado um trabalho intitulado: alterações autonómicas e cardiovasculares em meio de simulação de micro-gravidade, com a pretensão de se contribuir para o esclarecimento da matéria e validar um laboratório para estudos fisiológicos em micro-gravidade simulada.

Por fim, o trabalho de uma doutoranda em Administração Pública, com o título “Nova Gestão Pública: Como evitar o Estado Oco?”. Neste trabalho, com base no modelo da Nova Gestão Pública, a autora demonstra como as reformas introduzidas na administração pública podem promover o enfraquecimento e esvaziamento das instituições administrativas, provocado pelo desconhecimento da especificidade do setor público face ao setor privado.

Procurou-se pois, mais uma vez, dar ao leitor uma diversidade e uma riqueza de assuntos, alguns com aplicação na Organização, que ao lê-los, certamente não dará o seu tempo por mal empregue.

Capacidade ISR na Força Aérea Portuguesa: Competências atuais e perspetivas futuras de aplicação de UAS



Autor: Rafael Marques, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado
na especialidade de Piloto Aviador
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Carlos Páscoa, Coronel Navegador
Doutor em Engenharia Informática e de Computadores
Aeródromo de Manobra N° 1, Maceda – Ovar

Coorientador: Pedro Ferreira, Major Navegador
Centro de Reconhecimento, Vigilância e Informações do Comando Aéreo, Monsanto

Resumo: O ambiente organizacional em que se insere a Força Aérea (FA) ganha cada vez mais competitividade no que toca também ao seu habitat de atuação: o ar. No presente trabalho de investigação, a FA é vista à luz de conceitos organizacionais que asseguram uma perspetiva mais empresarial, com o estabelecimento de paralelismos com outras organizações e enquadramentos com temáticas que têm vindo a ser objeto de estudo ao longo dos anos.

Vivemos na Era da Informação. Fazendo a circunscrição ao meio militar onde se insere a FA, é mais visível e evidente a necessidade de obtenção de informação. Alicerçada na premissa de voar para desempenhar a sua missão, a FA vê-se empenhada em vários quadros decorrentes do seu objetivo primário. Num deles inserem-se as operações *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance* (ISR). Esta tipologia de atuação, que pode decorrer em âmbito estritamente militar ou civil é o objeto utilizado ao longo da tese para exemplificar a competitividade já referida.

A FA, como ramo independente das Forças Armadas (FFAA) ao qual é atribuída a defesa do espaço aéreo nacional, vê nos seus meios as principais ferramentas de atuação. As aeronaves são por excelência a arma da FA. Às frotas atuais são reconhecidos vários problemas, decorrentes essencialmente do envelhecimento. Dada esta conjuntura, denota-se a necessidade de estruturar planos de atividade e sustentação com custos acrescentados na manutenção sem ser assegurada a eficaz operação dos meios. O conceito “inovação” pode ser considerado uma arma dentro da organização: a capacidade de fazer coisas novas, ou fazer as antigas de outras maneiras. Seguindo esta linha de raciocínio, é possível enquadrar as Missões de Interesse Público (MIP) e os *Unmanned Aircraft Systems* (UAS) numa FA inovada. A criação de uma capacidade nacional de UAS delegando a exclusividade de operação na FA, poderia promover o revigoramento do ramo, com grandes benefícios operacionais, inclusive para as atuais frotas. Os UAS, cuja aplicabilidade por excelência se estabelece no âmbito ISR, poderiam reforçar a flexibilidade civil/militar dos atuais meios.

Palavras-chave: *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance; Unmanned Aircraft System; Domínio do Ar; Inovação; Capacidade; Stakeholder; Unidade Aérea.*

1. INTRODUÇÃO

“A Força Aérea é parte integrante do sistema de forças nacional e tem por missão cooperar, de forma integrada, na defesa militar da República, através da realização de operações aéreas, e na defesa aérea do espaço aéreo nacional” (FA, 2015a). A interpretação desta definição suscita, desde logo, várias conclusões por demais evidentes para qualquer força armada com a projeção da FA:

- A FA é um vetor militar ao serviço da República;
- A exploração do espaço aéreo nacional com vista à sua manutenção e defesa é da inteira responsabilidade deste ramo;
- A condução de operações que se traduzam na obtenção de um grau de domínio do ar e a aplicação dos meios que permitam esta conduta deve encontrar-se enquadrada com o estatuto da FA.

Desta forma, o objetivo basilar da FA é, em termos militares e no contexto de defesa da República, garantir a soberania no espaço aéreo português. Poderá, então presumir-se que o domínio do ar é e deve continuar a ser um dos principais pilares erigidos no seio da visão estratégica da organização.

Nomes como *Global Hawk*, ou *Reaper*, ou mesmo *Predator* são atualmente fortemente divulgados no que toca à indústria da guerra. O UAS desempenha, hoje-em-dia, um papel fundamental em qualquer Teatro de Operações (TO). De facto, a preponderância deste género de meios em qualquer tipo de operação aérea reflete as incríveis valências que podem derivar da sua aplicação. Citando Reg Austin (2010), os UAS, apesar de fortemente enraizados nas operações militares começam agora a ganhar importância em organizações civis. Este ambiente de operação poderá vir, no futuro, a ultrapassar em número e diversidade as aplicações a nível militar.

Na atualidade surgem operações aéreas que se consideram menos tradicionais no que toca à aplicação dos meios da FA. São operações que se inserem no âmbito das MIP. Dada a sua natureza, são facilmente relacionáveis com missões do âmbito puramente operacional militar, incluindo ISR. Conhecida atual situação socioeconómica de Portugal, e tendo em conta a emergência destas novas operações que tendem a tirar partido das características do poder aéreo, poderá registar-se um confronto entre as entidades que desejam perpetrar a sua execução. Como já referido, o domínio do ar deve ser uma atitude procurada pela FA. E este domínio passará não só pelas missões de âmbito militar como também pela execução destas MIP. Caso não se consiga garantir a soberania neste aspeto, também o desenrolar da defesa aérea poderá estar em causa como base da missão da FA.

Encaixando a temática de cada parágrafo anterior é possível estabelecer uma linha de raciocínio que conduz à estruturação da motivação da dissertação. A realidade das aeronaves não tripuladas, que se constitui numa capacidade UAS, é tida com especial atenção a nível nacional. Como facilmente identificável, estas plataformas são meios enquadrados no poder aéreo. E as suas potencialidades são enormes, facto também já comumente reconhecido. Em Portugal, a operação de meios aéreos é (praticamente) da inteira responsável do ramo que faz uso deste espaço – a FA. Tendo em conta a situação nacional, as necessidades atuais do dispositivo da FA e a concretização de ações aéreas no âmbito das MIP, a FA poderá ver nas plataformas não tripuladas um meio justificável para render as atuais aeronaves e desempenhar eficazmente as operações mencionadas. Poderá ser então a FA a gestora desta capacidade a nível nacional? Deverá o ramo comprometer-se com a estruturação de um dispositivo baseado em aeronaves não tripuladas? Se sim de que forma os UAS poderão contribuir para o desempenho da missão principal da FA e decorrentes operações aéreas? A procura da resposta a estas perguntas e consagração da FA como ramo por excelência responsável pela exploração do ar surgem como a motivação do autor para conceber este projeto.

Meios Aéreos em Missões de Interesse Público (MAMIP) é um conceito bastante atual. Derivada da nova estratégia nacional, a busca pela eficiência é uma doutrina que tem vindo a ser cultivada de uma forma vertical também (e principalmente) nas FFAA, não sendo a FA exceção. No domínio da Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos existem objetivos dedicados ao interesse público e à melhoria das condições de vida da população (FA, 2015b). Importa salientar que, segundo a Lei Orgânica da Força Aérea (LOFA), a FA é incumbida de (em consonância com a Missão) “colaborar em missões de proteção civil e em tarefas relacionadas com a satisfação das necessidades básicas e a melhoria da qualidade de

vida das populações” (GP, 2014a). Mas será do interesse estratégico da FA embarcar nesta tipologia de missões? De facto, e referindo-nos à Estratégia Portugal 2020 é fundamental encontrar a resposta, bem como, perceber se o domínio do ar tão exaltado depende do conteúdo desta pergunta. E se sim, se ainda é do interesse da FA manter “este domínio do ar”. Caso a FA não exerça a sua supremacia nesta vertente, pode ver-se ultrapassada por empresas privadas que garantam uma eficiência evidentemente superior. Tendo em conta todos estes fatores, surge então o visionamento do problema: **conseguirá a FA manter-se como protagonista na indústria de defesa aérea em Portugal, ou poderá uma completa mudança de estratégia levar a que a perda de domínio no ar que vá para além das MIP?**

2. REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo é apresentada a literatura considerada importante para o desenvolvimento deste trabalho, para melhor compreender a temática desta investigação e a solução apresentada para o problema.

2.1 Inovação

Entende-se por inovação a capacidade para realizar novas ações ou de executar antigas operações de diferentes formas. Numa perspetiva mais operacional e bélica, esta capacidade enquadra-se com a habilidade de aprender de missão para missão, relativamente não só às operações propriamente ditas como também ao ambiente operacional que as rodeia. O objetivo do desenvolvimento desta capacidade é tão só aprender com os resultados obtidos e criar ou manter as vantagens que se denotaram no ambiente operacional. A inovação é uma capacidade que nega ao adversário esta mesma capacidade e frustra as respetivas tentativas de tirar partido do conhecimento que possa ter das doutrinas, táticas, técnicas e procedimentos da força. Explorar oportunidades, evitar previsões inimigas, evitar ameaças emergentes e manter o inimigo desprevenido e na incerteza são objetivos de uma força eficaz e inovadora (ALBERTS; HAYES, 2003).

Poder-se-á dividir este conceito em dois outros termos intimamente ligados com a atuação da FA e o âmbito do estudo: a inovação tecnológica e a inovação militar. No que toca ao primeiro tipo importa referir que a incorporação de uma tecnologia moldada pela ação de doutrinas e organizações remete, no âmbito do estudo para a operação de UAS (VICENTE, 2007). Já a inovação militar que permite criar no seio da organização uma capacidade que antes não existia consiste no momento essencial para a mudança e evolução. (TELO, 2005)

2.2 Operações ISR como domínio de validação

A escolha desta tipologia de operação para o domínio de validação implica que se explicita concretamente de que se trata cada um dos três vetores que compõem o acrónimo (DoD, 2010):

- **Intelligence** (informação) – “produto resultante da compilação, processamento, integração, análise, avaliação e interpretação dos dados disponíveis relativos a forças estrangeiras; são os dados e o conhecimento acerca de um tópico obtido através da observação, investigação, análise ou compreensão”;

- **Surveillance** (vigilância) – “observação sistemática do espaço aéreo, áreas de superfície ou de subsuperfície, lugares, pessoas ou coisas através do contacto visual, auditivo, eletrónico, fotográfico ou qualquer outro”
- **Reconnaissance** (reconhecimento) – operação empreendida no sentido de obter seja através da capacidade de observação visual ou qualquer outro método de deteção, dados relativos a atividades e recursos de um inimigo ou potencial inimigo.

2.3 Modelo ISR na FA

“Nunca como hoje, a informação foi tão importante à tomada de decisão, tornando-se essencial aos seus mais diversos níveis. Para fazer face a uma ordem mundial e social em constante mutação e transformação, só com um sólido e célere sistema de recolha e processamento de informações se consegue enfrentar as mais diversas ameaças” (REBELO; ROCHA; MARTINS, 2012).

Seguindo a linha de pensamento vertida no Conceito de Operações (CONOPS) para RV, os documentos enquadram para a Defesa e Segurança Nacional e a legislação de referência para as FFAA (Conceito Estratégico Militar – CEM, 2014) são definidas “as competências da FA para a execução alargada deste tipo de missões [ISR]” (FA, 2012). Desta forma, as funções refletem-se explicitamente no rol de missões atribuído às FFAA, de entre as quais, citando o MFA 500-11, são destacadas as seguintes (FA, 2012):

- Vigiar e controlar o Espaço de Interesse Nacional;
- Recolher, tratar e disseminar as informações;
- Contribuir, de forma supletiva, nos termos da lei, para a prevenção e combate ao crime organizado transnacional;
- Colaborar no levantamento cartográfico do território nacional e na pesquisa e preservação dos recursos nacionais.

São cometidas à Segurança Nacional e das organizações supranacionais de que Portugal faz parte certas necessidades gerais, mesmo em tempo de paz. Cabe às operações ISR dar resposta eficaz a estas necessidades (FA, 2010). De acordo com Seixas (2015), recorrendo à centralização da capacidade C2 das UA incumbidas de operações ISR, sincroniza-se e integra-se tanto o planeamento como a execução das operações. Assim sendo, os analistas da FA, com a finalidade de proporcionar aos *stakeholders* as ferramentas necessárias à tomada de decisão, sempre sob o jugo do princípio da integração, tentam constantemente construir um quadro situacional o mais fiel possível à realidade. Segundo o mesmo autor, o CeRVI constitui-se então como a divisão que se ocupa da integração de todas as operações de RV na FA, conseguindo assim a redução de custos de exploração e incrementação da eficácia operacional em todos os níveis de empenho (SEIXAS, 2015).

2.4 Relevância das operações ISR para o domínio do ar

Definido que está o conceito ISR e a sua aplicação operacional, bem como os princípios e pressupostos que o sustentam, importa salientar a importância deste género de missões sejam elas no âmbito da FA ou no apoio a *stakeholders* externos à organização. Por forma a clarificar a relevância das operações ISR e

dos meios atualmente atribuídos, a nível organizacional e nacional importa fazer uma revisão da legislação disponível. Desta forma é possível perceber o enquadramento legal e estratégico desta temática.

O CEDN, documento que “define os aspetos fundamentais da estratégia global a adotar pelo Estado para a consecução dos objetivos da política de segurança e defesa nacional” coloca o país envolto num clima de ameaças de natureza global que podem interferir diretamente com a segurança. O mesmo documento, com base nas Missões das Forças Armadas (MIFA) e nas ameaças à segurança nacional, atribui certas prioridades às FFAA que, alavancadas pelo tema da dissertação, importa referir (GP, 2013): “efetiva capacidade nas áreas de comando, controlo, comunicações e informações; “multiplicadores de forças” que ampliem a capacidade operacional e a sobrevivência das tropas; meios que melhorem as capacidades de vigilância e controlo dos espaços aéreo e marítimo à nossa responsabilidade; capacidades indispensáveis para fazer face às consequências de ataques terroristas, ataques Nuclear, Radiológico, Biológico e Químico (NRBQ) e de catástrofes e calamidades; e sistema de informações qualificado e orientado para o apoio das operações militares”. Culminada a análise do CEDN importará, também, estudar as MIFA onde se denota a transversalidade das operações ISR em todo o espectro de missões das FFAA. Fazendo referência uma vez mais a este documento pode distinguir-se os pontos generalistas das missões das FFAA (GP, 2014b): a segurança e defesa do território nacional e dos cidadãos; a defesa coletiva; o exercício da soberania, da jurisdição e responsabilidades nacionais; a segurança cooperativa; o apoio ao desenvolvimento e bem-estar; a cooperação e assistência militar.

Tendo em conta o acima exposto é facilmente perceptível a preponderância de aplicação de meios ISR em todo o espectro das missões das FFAA. Seja num âmbito mais militarizado ou no apoio civil, a versatilidade e flexibilidade dos meios atribuídos à FA para a realização de operações deste género torna contundente a essencial a sua aplicação no sentido de atingir os objetivos de reforma estrutural com aumento de eficiência defendidos pelos programas e legislação já identificados.

2.6 UAS como meios ISR e no reforço ao atual dispositivo

Não está longe da memória a exclusividade de aplicação de plataformas dedicadas a operações ISR como o *Lockheed U-2* ou o *Lockheed SR-71 Blackbird*. Contudo, recorrendo em grande parte a uma forte evolução tecnológica, decorre a mudança de paradigma, pondo-se de parte a exclusividade destas plataformas. As operações desta índole passam agora a ser levadas a cabo por um outro tipo de meios que, embora também dedicadas ao ISR, apresentam uma grande versatilidade. São plataformas “mais ligeiras, de custo e risco inferior, mas com capacidades limitadas: as aeronaves pilotadas remotamente” (REBELO; ROCHA; MARTINS, 2012).

De acordo com o exposto no *Air Force Doctrine Document (AFDD) 2-5*, na USAF as missões de reconhecimento consideradas prioritárias pelo *Department of Defense (DoD)* são neste momento levadas a cabo por sistemas não tripulados. Evidencia-se, assim, a necessidade de aumentar a standardização e a interoperabilidade entre meios e forças para garantir eficácia e eficiência em qualquer operação (USAF, 1998). A FA, através do MFA 500-12, denota a necessidade de operacionalização de UAS com o objetivo de levar a cabo três tipos de missões (a cada missão corresponde uma configuração de equipamentos e sensores a bordo que tornam a plataforma eficaz em cada âmbito): recolha de informações; plataforma de comunicações; e largada de armamento e carga (FA, 2013).

No que toca à recolha de informações importa salientar que “esta é a vocação natural dos UAS”, muito devido à sua “capacidade de permanência” conjugada com o “baixo risco de deteção e exposição e reduzidos custos de operação”. A distribuição e a concentração do esforço de pesquisa sobre a área de interesse são capacidades que derivam da vantagem do estabelecimento de sensores em altitude, que voam a velocidades superiores aos meios de superfície. Tudo isto torna esta tipologia de operação na função mais simples e com grande retorno operacional direto (FA, 2013).

Uma importante variante das missões de RV tradicionais do domínio ISR diz respeito à capacidade de designação e aquisição de alvos (com recurso a “dispositivos *laser* ou outros métodos físicos ou computacionais”), o *Intelligence, Surveillance, Target Acquisition, Reconnaissance* (ISTAR). A integração desta extensão de capacidades com outros SA “potencia a eficácia de uma força ou componente aérea num TO (FA, 2013).

3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Neste capítulo desenvolve-se o modelo para introdução de uma capacidade UAS na FA.

3.1 Introdução da capacidade UAS na FA

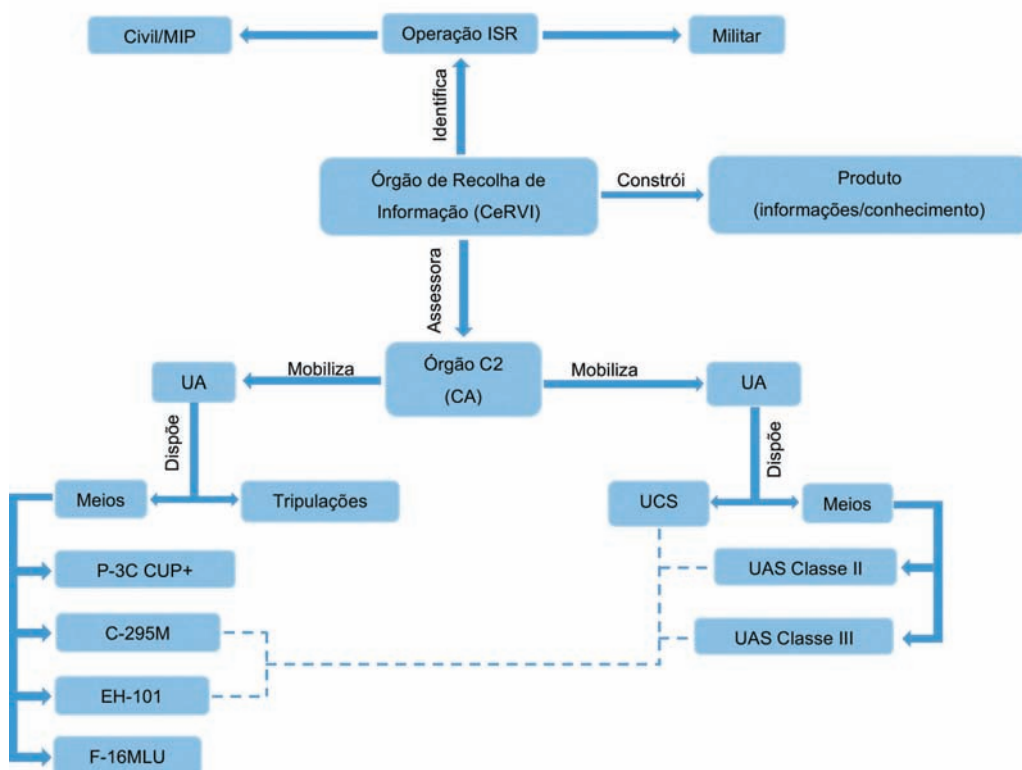


Figura 1 – Modelo de inclusão da Capacidade UAS no modelo ISR da FA. Fonte: Autor

A entidade C2 (sediada no CA) é o órgão central com poder decisório a dois níveis. O primeiro diz respeito à identificação de uma possível missão para a qual seja necessária a aplicação de plataformas e sensores com capacidade ISR (a informação de deteção de uma potencial operação deve fluir pelos canais de comunicação até esta secção). O papel do Centro de Reconhecimento, Vigilância e Informações (CeRVI) passará, assim, por assessorar o C2 acerca das especificações da operação. Num segundo nível há a escolha entre plataformas a atribuir à operação mediante as características singulares da mesma com comunicação direta com a UA específica.

Em termos concretos podem definir-se as principais linhas de um CONOPS para a aplicação da capacidade UAS. Obedecendo à doutrina OTAN que, alicerçada nos conceitos desenvolvidos pelo estudo da Arquitetura Empresarial, conclui que a inserção de uma capacidade desempenhada por uma subestrutura dentro da uma organização deve garantir a subsistência de certos conceitos, torna-se fundamental, na operacionalização do modelo, a subsistência dos mesmos (“to be”). São eles: *Doctrine, Organization, Training, Material, Leadership, Personnel, Facilities and Interoperability* (DOTMLPFI). Dito isto, importa sistematizar então a proposta:

Doctrine – a operação de plataformas não tripuladas, como capacidade única ao serviço da FA possibilitará o desempenho de missões cujos beneficiários poderão também passar por entidades externas à organização;

Organization – dependendo da classe dos UAS operados:

- > UAS Classe II: uma UA na região centro em Sintra na Base Aérea (BA) N.º 1, com 4 plataformas atribuídas com dois destacamentos permanentes, um em Ovar no Aeródromo de Manobra (AM) N.º 1, mais a Norte, e um outro mais a Sul, em Beja, na BA11, cada um com 2 plataformas, num total de 8 aeronaves;
- > UAS Classe III: uma UA sediada na BA1 com três plataformas atribuídas.

Training – tal como nas UA responsáveis pela operação de meios tripulados, a instrução das equipas de operação estaria ao encargo da própria UA de UAS, com uma secção própria incumbida desta função. Seria necessário ter em conta a necessidade de HV no planeamento do Regime de Esforço atribuído às UA.

Material – dependendo da classe dos UAS operados, a necessidade de material engloba desde os equipamentos necessários ao funcionamento da UA aos equipamentos de manutenção das plataformas e respetivos sensores.

Leadership – a UA, respondendo diretamente ao órgão C2 no CA deverá ter como comandante um militar de posto igual ou superior a Major, à semelhança das demais UA, cujas valências teóricas e operacionais se coadunem com a posição assumida. Caso haja a necessidade de recorrer a destacamentos, o comando destes deverá ser entregue a Capitães com comunicação direta com o comandante de esquadra e com o órgão C2 no CA. Neste âmbito eleva-se a importância do conceito OSA no garantir de linhas de comunicação eficazes mantendo as equipas conscientes dos objetivos individuais e organizacionais.

Personnel – para além dos operadores dos sistemas será necessário o desempenho de funções ligadas com a manutenção dos mesmos e questões de secretaria pelo que o número de equipas operacionais depende das necessidades de prontidão dos meios.

Facilities – a operacionalização do dispositivo proposto requer a construção de hangares de manutenção e de estruturas físicas que sirvam de UA, dependendo sempre da Classe de UAS operada.

Interoperability – a interoperabilidade quer entre meios quer entre forças deverá ser aprimorada pelo estabelecimento de linhas de comunicação seguras e eficazes no sentido de garantir o cumprimento de qualquer operação.

Tendo em conta o anteriormente exposto importa elucidar acerca das repercussões operacionais que o dispositivo proposto assume. A operacionalização do modelo requer inevitavelmente a estruturação de UA com dispositivos operacionais atribuídos para desempenho eficaz em qualquer conjuntura. Desta forma, assinalam-se diferentes modos de atuação mediante a estratégia organizacional para a edificação da capacidade UAS. Tal como já referenciado, no que toca à FA, os UAS Classe II e Classe III constituem a ambição lógica e evidente do ramo. Para tal propõem-se os seguintes dispositivos:

- Uma UA sediada na Base Aérea (BA) N.º 1 na região Centro, com dois destacamentos – um no Aeródromo de Manobra (AM) N.º 1 situado na região Norte do país e outro na BA11 mais a Sul. À UA seriam atribuídos 4 UAV Classe II sendo distribuídos pelos destacamentos 2 UAV Classe II (raio de ação de 200 km – MFA 500-12), num total de 8 plataformas com ambição em termos de prontidão na ordem dos 50%.
- Em alternativa ao anterior dispositivo poderá apostar-se na edificação de um outro que se socorra de UAS Classe III, embora seja necessário o alargamento do prazo para a edificação desta capacidade. Neste caso, seria necessária uma única UA sediada na zona Centro, na BA1, com três plataformas cujo raio de ação, tido como ilimitado segundo o mesmo documento acima referido, poderia estender a capacidade de observação a nível nacional.

As alternativas anteriormente descritas por parte do autor têm em conta o clima de forte restrição orçamental que atinge igualmente a LPM. De qualquer das formas, a combinação de ambas as situações não é ser posta de parte. Tal estruturação culmina numa aglutinação de capacidades que deverá tirar partido do melhor dispositivo considerado.

3.2 Integração de UAS na garantia de domínio do ar

Embora se possa assumir (como também já foi referido) que o enquadramento de pequenas plataformas de emprego exclusivamente tático possa ser uma realidade para outras forças militares ou militarizadas, ou mesmo de segurança, a constituição do verdadeiro poder aéreo em termos de aeronaves não tripuladas de Classe II e Classe III deve ser da responsabilidade da FA. Sendo assim, na defesa dos requisitos operacionais para a constituição de uma capacidade UAS no seio da FA, o ramo deve ter em especial atenção a transversalidade que reveste as operações em que estas plataformas podem ser empregues a nível nacional. Ou seja, a plataforma, com recurso aos respetivos sensores ISR, deve conseguir ir de encontro às necessidades operacionais das entidades beneficiárias, mas sempre sob a alçada da FA. O ramo, por sua vez

define os seguintes requisitos para a plataforma: “observação sistemática de áreas alargadas geograficamente definidas; construir e manter uma imagem operacional abrangente; detetar e localizar forças desconhecidas e/ou potencialmente hostis numa determinada área; fornecer capacidade de sensores para detetar, localizar, classificar e seguir alvos terrestres e todas as condições climáticas diurnas e noturnas; recolher, armazenar e analisar dados de alvos; recolher dados meteorológicos, hidro/oceano/geográficos como necessário e fundilos em produtos operacionais relevantes; disseminar resultados de reconhecimento de forma atempada e segura; e a projecção e sustentação fáceis em apenas 24H” (VICENTE, 2013).

3.3 Validação

Para uma validação do modelo mais eficaz importa então testar a aplicabilidade prática do mesmo, com a formulação de dois casos, um militar e outro civil.

Caso militar

Suponha-se a necessidade de realização de uma missão de patrulhamento marítimo dentro da Zona Económica Exclusiva (ZEE). Primeiramente, começar-se-ia por dividir a área em setores. De seguida, um grupo de Antex's-X03 (exemplo) descolaria, podendo inclusive “voar em rede” e utilizando um tipo de controlo cooperativo. À chegada à área, cada um dos seus veículos teria um setor de vigilância atribuído. Por lá permaneceria, com transmissão constante dos dados obtidos para a equipa em terra, para a UA e para o CeRVI. Caso se detetasse uma presença suspeita, haveria a comunicação por parte do C2 para uma outra esquadra com aeronaves convencionais de patrulhamento, tipo C-295M, P-3C CUP+, ou EH-101, considerando a melhor opção para averiguar o grau de ameaça dessa deteção (MORGADO, 2009).

Caso civil

Importa neste caso retomar a questão das MIP. O Programa Operacional Sustentabilidade e Eficiência no Uso de Recursos (POSEUR) apresenta no seu eixo prioritário 2 a necessidade nacional em “promover a adaptação às alterações climáticas e a prevenção e gestão de riscos”. Decorre do tópico o objetivo específico de proteger o litoral e populações relativamente aos riscos, nomeadamente a erosão costeira. Elabora-se assim um convite a qualquer organização que demonstre capacidade e disponibilidade em realizar um conjunto de ações “de planeamento, produção de conhecimento, gestão de informação e monitorização”. Tendo como entidade beneficiária a Agência Portuguesa do Ambiente, I.P. (APA), é pretendido desenvolver “novas funcionalidades nos sistemas de informação geográfica” com a operacionalização de “novos processos de recolha de informação” (“sensores, videovigilância, deteção remota, LIDAR – *Light Detection And Ranging* –, entre outros, e de grande tratamento de dados”). É objetivo também a potenciação da interoperabilidade entre instituições com disponibilidade para ajuda à comunidade (GP, 2015).

Da análise do anteriormente exposto evidencia-se claramente uma necessidade de Vigilância Marítima (VIMAR) a nível nacional. Para esta operação, e tendo em conta o atual dispositivo da FA, só há a possibilidade de destacamento de meios tripulados cuja hora de voo tem custos relativamente altos. Tendo em conta a longa duração deste tipo de operações, e os seus requisitos em termos de autonomia (com impossibilidade de ser feita por uma só tripulação devido ao desgaste), o UAS evidencia-se como a escolha evidente para assegurar esta missão. Para resposta a esta situação em particular, recorrendo ao modelo e à estruturação do dispositivo proposto poderá conceber-se a edificação de órbitas fixas para vigilância.

Desta forma responde-se à necessidade de “impacte sistémico” evidenciada no mesmo documento, com promoção da “reposição do equilíbrio na dinâmica sedimentar ao longo da costa” (GP, 2015).

4. CONCLUSÃO

Torna-se necessário fazer alusão ao modelo ISR atual na FA. As operações ISR são um pilar base para o desempenho de qualquer força militar ou militarizada. Sem acesso a informações muitas ações e ofensivas poderiam estar em risco de não serem concretizadas. A FA, apoiando-se nos seus SA relativamente modernos, demonstra eficácia em qualquer campo de atuação no âmbito ISR.

A segunda nota de conclusão é direcionada à FA como organização nacional responsável pela operacionalização do poder aéreo. Como se pode observar ao longo da dissertação, a garantia de domínio do ar passa em grande parte pela obtenção de um estatuto que torne a FA num país como Portugal no único garante de cumprimento de missões neste ambiente. Esse estatuto baseia-se principalmente na necessidade de demonstração de disponibilidade por parte do ramo e na elucidação dos decisores estratégicos acerca da necessidade de colocação da FA num patamar de domínio indubitável. No entanto, tomando como exemplo a capacidade ISR do ramo, é cada vez mais evidente a necessidade de inovação e renovação tanto das doutrinas como dos meios. Ou seja, evidencia-se conclusivamente a necessidade notória de garantir o apoio político no sentido de renovar mecanismos e alcançar o domínio do ar.

A terceira nota de conclusão é relativa à inclusão dos UAS como inovação militar e tecnológica para resposta a todo o tipo de missões em ambiente ISR. Esta poderá ser a arma decisiva no que toca ao garante de domínio do ar. Uma vez que esta tecnologia se está a banalizar cada vez mais, a FA poderá estar em risco de perder este vetor decisivo no domínio do ar. A necessidade nacional de operar uma capacidade UAS em ambiente ISR seja militar ou em MIP é óbvia. Várias agências estatais e privadas já se aperceberam desta necessidade. Cabe à FA, mediante o *know-how* que lhe é conhecido e com o envolvimento certo do poder político, absorver também este setor o que poderá garantir-lhe o domínio do ar nos próximos anos. Como registado ao longo da dissertação: a FA é o órgão soberano no que diz respeito a operações aéreas, e por isso, todas as missões levadas a cabo neste ambiente, derivadas da operação dos mais diferentes meios, devem ser garantidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Força Aérea. DCSI WEBTEAM – **Missão** [Em linha]. 2015a [Consult. 9 dez. 2015]. Disponível em WWW:<URL:http://www.emfa.pt/www/pagina-001>;
2. AUSTIN, Reg – **Unmanned Aircraft Systems: UAVs Design, Development and Deployment** [Em linha]. 1ª ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2010. [Consult. 30 nov. 2015]. Disponível na internet:<URL:http://airspot.ru/book/file/1152/Reg_Austin_-_Unmanned_Air_Systems_UAV_Design_Development_and_Deployment_-_2010.pdf>. ISBN 978-0-470-05819-0;
3. Força Aérea. DIVOPS – **Força Aérea 2020, Missões de Interesse Público: Participação da Força Aérea em Missões de Interesse Público**. [S.n.], 2015b;
4. Governo de Portugal – **Lei Orgânica da Força Aérea**. Decreto-Lei n.º 187/2014; Diário da República, 1.ª série N.º 250 29 de dezembro de 2014a;
5. ALBERTS, David S.; HAYES, Richard E. – **Power to the Edge: Command and Control in the Information Age** [Em linha]. 1ª ed. Washington: CCRP Publication Series, 2003. [Consult. 29 dez. 2015]. Disponível na internet:<URL:http://www.dodccrp.org/files/Alberts_Power.pdf>. ISBN 1-893723-13-5;
6. VICENTE, João P. Nunes – **Guerra em Rede: Portugal e a Transformação NATO**. 1ª ed. Lisboa: Prefácio, 2007. ISBN 978-989-8022-58-5;
7. TELÓ, António José – O Papel dos Militares nas Grandes Mudanças em Portugal – Uma Perspetiva de Conjunto. **Nação e Defesa** [Em linha]. N.º 112 (2005), p. 126. [Consult. 7 mar. 2016]. Disponível na internet:<URL:http://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/1141/1/NeD112_AntonioJoseTelo.pdf>. ISSN 0870-757X;
8. DEPARTMENT OF DEFENSE – **JP 1-02: Dictionary of Military and Associated Terms** [Em linha]. [S.n.], 2010. [Consult. 1 abr. 2016]. Disponível na internet:<URL:http://www.dtic.mil/doctrine/new_pubs/jp1_02.pdf>;
9. REBELO, Hélder M.; ROCHA, Rui; MARTINS, Vítor L. – ISR INTELLIGENCE SURVEILLANCE AND RECONNAISSANCE: A EXPLORAÇÃO INTEGRADA DOS SISTEMAS DE ARMAS C-295 E P-3C/CUP+. **MAISALTO** [Em linha]. Vol. 400, n.º 6 (2012), p. 5. [Consult. 28 nov. 2015]. Disponível na internet:<URL:http://www.emfa.pt/www/po/maisalto/conteudos/galeria/revista400/a_2186.pdf>. ISSN 0870-0370;
11. Força Aérea. DIVOPS – **MFA 500-11: CONCEITO DE OPERAÇÕES PARA O RECONHECIMENTO E VIGILÂNCIA**. [S.n.], 2012;
12. Força Aérea. DIVOPS – **MFA 505-1: CONCEITO DE OPERAÇÕES PARA O SISTEMA DE ARMAS EH-101**. [S.n.], 2010;
13. SEIXAS, Hugo António Armas – INTELLIGENCE, SURVEILLANCE & RECONNAISSANCE COMO AGENTE DE MUDANÇA: Uma Abordagem a Operações Baseadas em Efeitos na Força Aérea Portuguesa. Lisboa: [S.n.], 2010. Dissertação de mestrado;
14. Governo de Portugal – **Conceito Estratégico de Defesa Nacional**. Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2013; Diário da República, 1.ª série N.º 67 5 de abril de 2013;
15. Governo de Portugal. Ministério da Defesa Nacional – **MISSÕES DAS FORÇAS ARMADAS: MIFA 2014**. Aprovado em Conselho Superior de Defesa Nacional de 30 de julho de 2014b;
16. USAF – **Information Operations: Air Force Doctrine Document 2-5** [Em linha]. [S.n.], 1998. [Consult. 8 mar. 2016]. Disponível na internet:<URL:http://www.globalsecurity.org/military/library/policy/usaf/afdd/2-5/afdd2-5.pdf>;
17. Força Aérea. DIVOPS – **MFA 500-12: VISÃO ESTRATÉGICA PARA SISTEMAS DE AERONAVES NÃO TRIPULADAS**. [S.n.], 2013;
18. VICENTE, João P. Nunes – DA GUERRA REMOTA: A DESUMANIZAÇÃO DO PODER AÉREO, A INTERFERÊNCIA E A INTERAÇÃO HUMANA NO FUTURO DA GUERRA. Lisboa: Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, 2013. Tese de doutoramento em Relações Internacionais, Especialidade de Estudos de Segurança e Estratégia;
19. MORGADO, José; SOUSA, João T. Borges de – O PROGRAMA DE INVESTIGAÇÃO E TECNOLOGIA EM VEÍCULOS AÉREOS AUTÓNOMOS NÃO-TRIPULADOS DA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA. **Cadernos do IDN** [Em linha]. N.º 4 (2009), p. 9-24. [Consult. 15 mar 2016]. Disponível na internet:<URL:https://www.emfa.pt/www/po/afa/conteudos/investigacao/O%20PROGRAMA%20DE%20INVEST%20E%20TECNOLOGIA%20EM%20VA.pdf>. ISSN 1646-4397;
20. Governo de Portugal. Portugal 2020 – **AVISO – CONVITE PARA APRESENTAÇÃO DE CANDIDATURAS PROGRAMA OPERACIONAL SUSTENTABILIDADE E EFICIÊNCIA NO USO DE RECURSOS (PO SEUR)**. Lisboa: 2015.

Definição da localização adequada para instalação da câmara de vídeo na plataforma ALPHA-EXTENDED a partir da sua caracterização dinâmica



Autor: Ivo Almeida, Alferes Aluno do Mestrado em Aeronáutica
Militar na especialidade de Engenharia Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Nuno António Neves Nunes
Doutor em Engenharia Mecânica
Escola Superior de Tecnologia de Setúbal

Coorientador: Sara Cordeiro, Capitão Engenheiro Aeronáutico
Núcleo de Fiabilidade e Avaliação da Condição, Departamento de Engenharia, Alfragide

Resumo: O uso de aeronaves não tripuladas tem aumentado com o desenvolvimento tecnológico e beneficiado com a maior utilização de materiais mais leves e resistentes, como é o caso dos materiais compósitos. Esta nova topologia de aeronaves permitiu eliminar muitas das limitações causadas pelo fator humano, o que leva a que seja um tipo de aparelho muito apetecível para as Forças Armadas. Desta forma, a Força Aérea Portuguesa tem vindo a desenvolver diversas aeronaves não tripuladas, tendo havido a necessidade de se começar a fazer a caracterização do comportamento dinâmico das mesmas.

Essa necessidade adveio, em parte, de um excesso de transmissão de vibrações numa câmara de filmar instalada numa das plataformas desenvolvidas. Conhecendo o comportamento dinâmico de uma estrutura, é possível determinar e controlar os seus parâmetros modais de forma a impedir o aparecimento de ressonâncias nos regimes de funcionamento pretendidos, ajustando o modelo da aeronave para reduzir a transmissibilidade de vibração.

Na presente dissertação, foi realizada uma análise modal em elementos finitos da plataforma Alpha-Extended desenvolvida no Laboratório de Aeronáutica da Força Aérea Portuguesa e uma identificação modal experimental de forma a identificar as frequências naturais das diferentes partes da aeronave, com o objetivo de estudar o melhor local de instalação da câmara de filmar.

Para além disso, todo o processo utilizado, tanto experimental como em elementos finitos, teve também como objetivo o estabelecimento de uma metodologia que possa ser aplicada no desenvolvimento de novas plataformas, facilitando a escolha da localização dos diversos componentes. Como forma de validação e simplificação do processo de análise, testou-se primeiramente a metodologia em estruturas mais simples, comparando-se resultados experimentais com teóricos. Usaram-se alguns softwares já existentes na Força Aérea a fim de serem explorados e realizaram-se ensaios em voo para determinar as frequências perturbadoras em voo de cruzeiro.

Com a determinação das frequências perturbadoras, foi possível realizar-se um estudo de transmissibilidade e determinar as características dos apoios da câmara de filmar a fim de minimizar as vibrações transmitidas para a câmara.

Por fim, exploraram-se alguns materiais que podem ser utilizados na construção de apoios de forma a amortecer as vibrações na câmara e propôs-se soluções para um estudo futuro.

Palavras-chave: UAV, Materiais compósitos, Elementos finitos, Identificação modal, FRF, Transmissibilidade.

1. INTRODUÇÃO

Os *unmanned aerial vehicles* (UAV's) são aeronaves que têm vindo a ser cada vez mais utilizadas, tanto a nível militar como civil, devido à sua versatilidade em termos de configuração (aviões, drones, balões ou dirigíveis e helicópteros), capacidade e tipo de operação.

A grande diferença destas aeronaves é o facto de serem não tripuladas, o que elimina grande parte das limitações que o fator humano acarreta, como por exemplo, o limite de g ou a temperatura.

De facto, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos classifica-os como veículos aéreos com propulsão própria e que não possuem uma cabine de pilotagem. Podem voar autonomamente ou por controlo remoto (OFFICE OF THE SECRETARY OF DEFENCE, 2008)

Ao longo do tempo, estes aparelhos foram demonstrando a sua capacidade em operar em diferentes cenários, tendo sido utilizados para fazer reconhecimento, ataque, apoio a combate e definição de alvos. Para além disso, no mundo civil têm sido utilizados na busca e salvamento, no mapeamento, na prevenção de fogos, nas comunicações, na monitorização ambiental e de tráfego, em filmagens, na agricultura, entre outros (MARTINS, 2008).

Para além de conseguirem operar em zonas onde não é possível a presença humana, também conseguem operar em zonas de vigilância prolongada evitando o cansaço inerente dos pilotos e eliminando o risco de morte do piloto por abate da aeronave.

Outro fator que permitiu o grande desenvolvimento dos UAV's foi a exploração de materiais compósitos que têm vindo a ser utilizados na aviação desde 1960 (PEREIRA, 2013). Com a utilização deste tipo de material, consegue-se obter materiais mais leves (importância do peso numa aeronave) e mais resistentes (mais capazes de suportar esforços) o que torna as aeronaves mais manobráveis e com maior capacidade de carga.

Ao longo dos últimos anos, no Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), têm sido desenvolvidas diferentes plataformas para diferentes tipos de missões, sendo que numa delas, a plataforma Alpha, era necessário utilizar uma câmara de filmar para a realização da missão de vigilância. A instalação de uma câmara desde cedo levantou problemas, pois as vibrações transmitidas pela estrutura faziam com que as imagens obtidas se apresentassem desfocadas, sendo maior a desfocagem quanto maior o zoom da câmara. Com o desenvolvimento de uma nova plataforma, o Alpha-Extended, pretendeu-se evitar os problemas associados à transmissão das vibrações para a câmara de filmar.

Neste sentido, sentiu-se a necessidade de criar uma metodologia que permitisse, em plataformas futuras, não só solucionar a localização da instalação da câmara como também a escolha dos apoios a utilizar de forma a reduzir as vibrações transmitidas.

Assim, o principal objetivo deste trabalho é o de realizar a caracterização dinâmica da plataforma Alpha-Extended por forma a estabelecer uma metodologia que permita obter um modelo dinâmico que possa ser utilizado na avaliação dos efeitos de uma alteração à estrutura.

A caracterização dinâmica, que passa pela identificação e caracterização dos modos de vibração natural da plataforma Alpha-Extended, ao ser realizada através de uma análise em elementos finitos e de ensaios experimentais, permite compreender o comportamento dinâmico da estrutura e analisar a zona de instalação da câmara.

Assim, para a concretização deste objetivo, definiram-se as seguintes etapas:

- Análise Modal Experimental e Modelação numérica utilizando o método dos elementos finitos (em *ANSYS*) para determinação das frequências naturais e modos de vibração;
- Ajuste do modelo em elementos finitos de forma a gerar os resultados de acordo com a análise modal experimental identificando os problemas encontrados na modelação;
- Utilizando os dados das etapas anteriores, identificar a localização adequada para instalação da câmara de vídeo em termos de transmissão de vibrações;
- Realização de ensaios em voo para se identificarem as frequências que são transmitidas à câmara durante a fase de voo de cruzeiro;
- Com base nos resultados dos ensaios em voo, realizar cálculos de transmissibilidade de forma a projetarem-se os apoios para a câmara de filmar.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE ANÁLISE MODAL

As vibrações caracterizam-se pelo movimento oscilatório (em equilíbrio) de um corpo em torno de um ponto fixo (FORÇA AÉREA, 2013).

Cada estrutura pode ser representada através de um sistema mecânico que apresenta características de rigidez e de massa diferentes, sendo que existe uma frequência natural associada a cada estrutura. A frequência natural corresponde à frequência que o sistema vai vibrar quando sujeito a uma força de excitação com frequência igual.

As vibrações podem ser representadas na forma de ondas em diferentes domínios. Neste trabalho, os dados foram recolhidos no domínio do tempo e analisados no domínio da frequência.

A amplitude pode ser medida em diferentes unidades além do deslocamento e permite verificar a severidade da vibração. As medidas de amplitude obtidas diretamente da representação gráfica são designadas de amplitude pico (distância máxima da massa a partir da posição neutral) e de amplitude pico-a-pico que corresponde à distância máxima percorrida de um extremo ao outro (FORÇA AÉREA, 2013).

Por sua vez, o ângulo de fase permite medir o movimento em relação a um referencial, o que possibilita comparar sinais.

Considerando o amortecimento desprezável, as frequências naturais de um sistema são dadas por (FORÇA AÉREA, 2013):

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (1)$$

Com k a representar a constante de elasticidade, m a massa do sistema e (1) a frequência natural.

Desta forma, um corpo sujeito a uma força perturbadora irá ter uma resposta de vibração livre não amortecida e irá vibrar à frequência natural.

Esta expressão é válida para um sistema com um grau de liberdade. Para sistemas com vários graus de liberdade, as frequências naturais podem ser obtidas por (MAIA, 1997):

$$\det[[K] - \omega^2[M]] = 0 \quad (2)$$

Onde “det” significa determinante sendo $[K]$ e $[M]$ as matrizes rigidez e massa.

De forma a explicar e representar adequadamente o comportamento físico de componentes sujeitos a esforços mecânicos, utiliza-se normalmente o método dos elementos finitos. Com este método, a estrutura é dividida em elementos menores, a fim de tornar possível a sua análise.

Assim, os passos necessários para a utilização do método dos elementos finitos são:

- Desenho da estrutura;
- Condições de fronteira e constrangimentos;
- Escolha do tipo de elementos;
- Construção da malha;
- Análise modal.

Neste trabalho, foi usada uma malha de elementos finitos quadrangulares, uma vez que, em geral, permitem obter soluções mais precisas que os elementos triangulares correspondentes.

Quando não foi possível o uso destes elementos, utilizaram-se elementos finitos quadriláteros com geometria variável.

3. MODELAÇÃO EM ELEMENTOS FINITOS

Neste trabalho, decidiu-se utilizar um programa de análise de elementos finitos (ANSYS) com o objetivo de caracterizar o comportamento dinâmico do UAV Alpha-Extended.

Em qualquer análise de elementos finitos, os passos básicos são: pré processamento; solução e pós processamento.

No pré processamento, define-se geometricamente o modelo dividindo a estrutura em elementos formando uma malha. Depois, definem-se os elementos a utilizar de acordo com a análise

Para além disso, também se definem as condições de fronteira, as condições iniciais e os carregamentos.

Quando se está a modelar uma superfície curva, é necessário escolher entre a utilização de elementos curvos (quadráticos) ou elementos planos (lineares).

Devido à curvatura e complexidade da maior parte dos componentes do Alpha-Extended, utilizaram-

se elementos quadráticos com elementos apresentando formas degeneradas (triangulares e tetraédricas). Estes elementos costumam geralmente apresentar melhores resultados em menos tempo pois não exigem um refinamento da malha tão exaustivo.



Figura 1 – Elemento linear, elemento linear deformado, elemento quadrático e elemento triangular (ANSYS, 2012)

Visto que a maior parte das estruturas simuladas do Alpha-Extended podem ser representadas por “cascas”, utilizou-se o elemento SHELL281 para a sua definição. Apesar de existirem muitos componentes que seriam melhor representados por outros tipos de elementos (devido à sua maior espessura), por uma questão de simplificação do projeto, optou-se por representar tudo com o elemento SHELL281. Em termos de resultados da análise modal, a aproximação torna-se válida pois não se está a pedir soluções específicas a determinados componentes, mas a toda a estrutura.

Para além disso, utilizou-se o elemento COMBIN14 para fixar as estruturas e o elemento MASS21 para simular e evitar desvios devido ao aumento de massa provocado pelo conjunto transdutor de forças, acelerómetro e ímanes e as massas internas do Alpha-Extended como os aviônicos, motor e combustível.

4. ANÁLISE EXPERIMENTAL

Como mencionado na secção 2, as vibrações podem ser representadas em diferentes domínios. O domínio do tempo consiste na variação da amplitude ao longo do tempo. Quanto ao domínio da frequência, caracteriza-se por amplitudes derivadas de séries de senos e cossenos ao longo da frequência. Estes senos e cossenos têm uma magnitude e uma fase que varia com a frequência.

As séries de Fourier são usadas para descrever uma função contínua através de séries trigonométricas, isto é, transformar o sinal do domínio do tempo para o domínio da frequência na forma discreta. Num processo experimental, não chega só converter o sinal analógico de entrada para o domínio da frequência. Neste trabalho foi necessário calcularem-se as denominadas funções de resposta de frequência para se poder relacionar uma força aplicada com a resposta do sistema.

Em muitas medições é necessário gerar-se o sinal que vai excitar a estrutura e depois aplicá-lo recorrendo a vibradores ou martelos de impacto. Noutros casos, a própria estrutura já está sujeita à vibração (ex: motor) e a sua excitação é feita diretamente por esses componentes vibrantes.

Relativamente à leitura dos valores de vibração, é conseguida através do uso de transdutores de vários tipos: aceleração, velocidade ou deslocamento também denominados de acelerómetros, velocímetros e sensores de deslocamento. A utilização destes elementos transdutores é fundamental na análise experimental de vibrações sendo que são os responsáveis por converter o sinal de vibração num sinal elétrico.

Neste trabalho foram utilizados acelerómetros piezoelétricos porque normalmente apresentam características superiores às dos outros transdutores.

Depois de definidos os parâmetros para a análise em elementos finitos, é necessário adotar uma cadeia de medição a ser utilizada em todos os ensaios.

A cadeia de medição adotada está representada na figura seguinte.

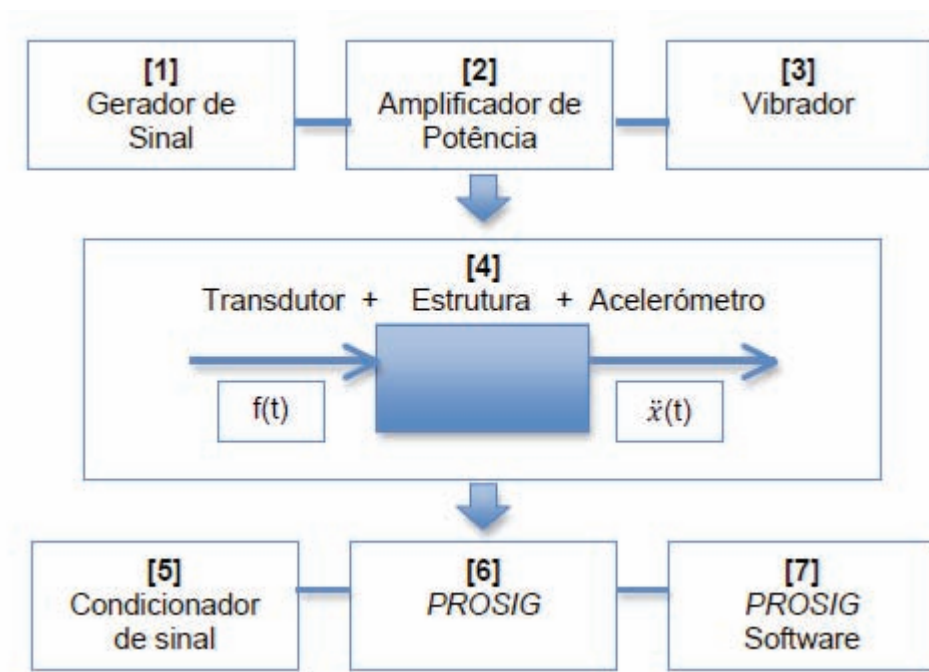


Figura 2 – Esquema da cadeia de medição

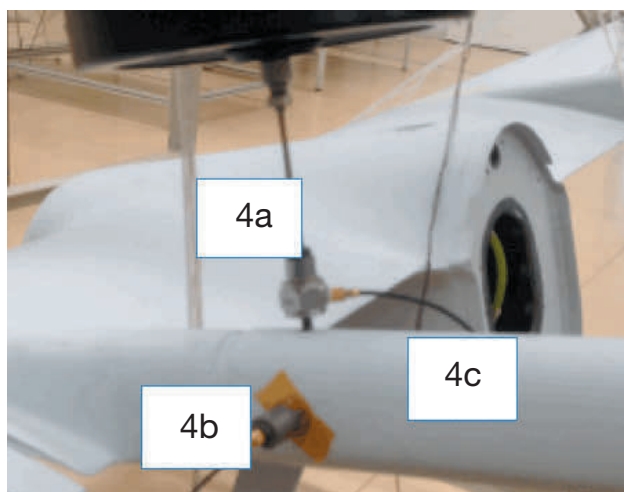


Figura 3 – Ligação do transdutor e do acelerómetro ao Alpha-Extended

Os elementos que constituem a cadeia de medição são:

[1] – O gerador de sinal utilizado foi uma onda de ruído branco emitido pelo programa comercial Adobe Audition.

[2] – O amplificador de potência utilizado foi da Bruel & Kjaer type 2718 e aumenta a amplitude do sinal de modo a ter intensidade suficiente para ser reproduzido pelo vibrador.

[3] – O vibrador utilizado foi o vibrador eletromagnético Bruel & Kjaer type 4809 e tem como função excitar a estrutura de acordo com o sinal gerado.

[4] – Pela Figura 3 pode-se observar como foi feita a excitação do Alpha-Extended.

O vibrador encontra-se conectado ao transdutor de forças (4a), que vai ler a força $f(t)$, em Newton, que está a ser transmitida à estrutura (4b). Por sua vez, a estrutura encontra-se conectada ao acelerómetro (4c) que mede a aceleração sentida no ponto de medição em mm/s^2 . De forma a certificar que o transdutor de forças fica bem fixo à estrutura, optou-se por uma fixação aparafusada.

O acelerómetro teve de ser colado com uma cola dura para se poder fixar em diferentes posições.

[4a] – O transdutor de força utilizado foi da Bruel & Kjaer type 8200 com o número de série 1258144 e sensibilidade 4,1 pC/N. O transdutor esteve sempre ligado ao vibrador.

[4b] – As estruturas utilizadas ao longo do trabalho foram suspensas com fios de forma a simular a vibração livre, pois apresentam vibrações de corpo rígido muito baixas e de fácil deteção, não afetando as medições.

[4c] – O acelerómetro utilizado foi da Bruel & Kjaer type 4284 com o número de série 1929152 e sensibilidade 0,9962 pC/N. Foi colocado em diferentes posições.

[5] – Como os acelerómetros utilizados não eram do tipo ICP, tiveram de ser ligados a um condicionador de sinal (Endevco modelo 133) que amplifica o sinal medido e filtra as frequências desejadas.

[6] e **[7]** – Após a recolha dos sinais (entrada e resposta), utilizou-se o equipamento PROSIG para fazer a sua análise em frequência. Com o software DATS, define-se as propriedades dos sinais a medir e calculam-se as FFT's e as FRF's.

5. ESTRUTURAS DE TESTE

Para se poder efetuar o estudo das frequências dos modos de vibração no Alpha-Extended, optou-se por testar e validar as análises do software de elementos finitos ANSYS e do PROSIG comparando-as com as análises de duas estruturas mais simples. A estrutura de teste 1 (ET1) corresponde a uma viga de aço de secção constante e a estrutura de teste 2 (ET2) corresponde a um conjunto de vigas de aço soldadas a simular a forma de uma aeronave.

Assim, com a ET1 pretende-se comparar os resultados teóricos relativos às frequências naturais existentes sobre uma viga livre no espaço com os resultados obtidos no ANSYS e validar as opções de análise tomadas, isto é, constrangimentos, elementos, malha, entre outros. Para além disso, pretende-se utilizar o ET1 como uma estrutura de aprendizagem no processo experimental, validando a cadeia de medição utilizada, assim como todos os parâmetros inseridos nos equipamentos (inclui-se o PROSIG).

Com a ET2 pretende-se verificar a influência dos apoios no ensaio experimental de vibrações livres e da posição do acelerómetro na estrutura comparando os resultados com o modelo em elementos finitos.



Figura 4 e Figura 5 – Pontos de medição na ET1 e na ET2

Relativamente à figura 4, utilizando as dimensões da viga para o cálculo do momento de inércia e valores tabelados para determinar as suas frequências naturais, obteve-se os valores das quatro primeiras frequências de vibração e respetivo modo.

De forma a facilitar a comparação de resultados, estes foram agrupados na Tabela 1 da seguinte maneira:

Tabela 1 - Comparação de resultado da ET1

Modo	Teórico [Hz]	ANSYS [Hz]	Experimental [Hz]
1	25,60	25,31	27,93
2	70,58	69,98	72,27
3	-	111,49	-
4	138,36	137,57	137,89
5	228,72	227,87	228,52

Verifica-se uma concordância entre os resultados analíticos, experimentais e numéricos. Desta forma, mostra-se que quer o procedimento em elementos finitos, quer a cadeia de medição e técnicas utilizadas também se adequam ao processo.

Os resultados obtidos nas medições da ET2 comparados com os resultados dos elementos finitos para os quatro primeiros pontos de medição estão representados na figura seguinte:

Tabela 2 - Comparação de resultado da ET2

Mode	Experimental				ANSYS
	1	2	3	4	
1	9,77	9,77	10,74	-	9,04
2	-	-	-	12,70	12,82
3	16,60	17,58	-	-	16,37
4	27,34	-	-	27,34	25,62
5	-	37,11	37,11	33,20	39,02
6	49,80	50,78	-	48,83	48,60
7	71,29	-	-	-	72,12
8	83,01	83,98	-	83,98	82,35

Como se pode observar na Tabela 2, os valores obtidos em cada ponto não correspondem a todas as frequências naturais da estrutura. Assim se mostra que a escolha do local de fixação do acelerómetro é bastante importante de forma a não se perder informação.

Consegue-se assim, através de duas estruturas mais simples, validar a metodologia adotada, tanto a nível experimental como em elementos finitos.

6. ALPHA-EXTENDED

Uma vez validada a metodologia, na análise do Alpha-Extended optou-se por uma abordagem metódica que visa a análise das partes para atingir um todo. Desta forma, analisou-se em separado o corpo central do UAV, as asas, os fusos de ligação entre o estabilizador horizontal e as asas e por último o estabilizador horizontal. Todas as análises foram efetuadas sem o motor instalado assim como sem os componentes aviônicos incorporados.

Depois, aumentou-se o grau de complexidade da estrutura e juntou-se todas as partes do Alpha-Extended sem os componentes aviônicos e sem motor. Após a análise da montagem das partes, adicionaram-se as massas internas (aviônicos e combustível) e o motor. É de salientar que apenas foi modelado metade do Alpha-Extended. Devido ao tempo de processamento computacional, foi preferível usar simetria ao invés de tratar a estrutura completa. Por fim, realizaram-se ensaios em voo com a colocação de um acelerómetro no local de instalação da câmara. O local de instalação da câmara está representado na Figura 6.



Figura 6 – Local de instalação da câmara

Para os ensaios experimentais, não foi possível usar sempre o mesmo UAV em todo o processo, dificultando a otimização dos resultados.

O Alpha-Extended é uma plataforma desenvolvida pelo CIAFA. Trata-se de uma aeronave não tripulada com o objetivo de realizar missões de busca e de vigilância. Nesta fase do projeto, já existem 5 aeronaves em construção, 4 com motor a combustão e 1 elétrico (Alpha 01). A realizar ensaios em voo, existe o Alpha 00, que foi o primeiro modelo a ser construído.

Para este trabalho, só se realizaram medições em UAVs com motor a combustão. Os materiais que compõem o Alpha-Extended são maioritariamente compósitos.

As características do Alpha-Extended estão especificadas na tabela seguinte:

Tabela 3 - Características do Alpha-Extended

Wingspan	3,5 m
MTOW	26 Kg
Cruise Speed	70 kts
Autonomy Electric	2h
Autonomy Combustion	8h
Payload	8 Kg

Para a modelação do UAV, foi necessário recorrer a ferramentas de desenho mais potentes do que o *ANSYS*. Grande parte da geometria foi fornecida pela Força Aérea em *Solid Works*, porém, teve-se de:

- Desenhar o trem de aterragem;
- Desenhar o interior das asas e do estabilizador horizontal e vertical;
- Exportar o desenho em formato IGES para se poder importar para o *ANSYS* e realizar as análises modais;
- Corrigir a geometria no *ANSYS* devido a incompatibilidades de importação.

Neste projeto, seguiu-se em parte a configuração que constava nos desenhos de projeto. No entanto, na realidade verificavam-se muitas alterações a essa geometria, como se pode observar na figura a seguir, tais como cabos e concentração de cola.



Figura 7 – Interior do depósito de combustível

No caso de uma estrutura complexa, como é o caso de um UAV ou as suas partes constituintes, torna-se complicado inserir manualmente molas para fixar a estrutura sem incorrer em erros relativamente aos graus de liberdade.

Para evitar essa situação, utilizou-se um comando automático do *ANSYS* (*wsprings*) que insere molas de baixa rigidez em pontos cruciais da estrutura para a resolução do problema de vetores próprios. A malha da estrutura foi criada a partir de divisões das linhas de forma a criar quadriláteros. No entanto, devido à complexidade e curvatura das áreas que compõem a estrutura, não foi possível obter-se quadrados perfeitos em todas as zonas.

O maior desafio na modelação deste componente foi a representação das superfícies móveis.

Estas superfícies foram aproximadas através da diminuição da espessura do material nas zonas de ligação para se conseguir uma boa simulação do movimento das superfícies móveis. Esta abordagem nem sempre conseguiu representar a realidade da melhor forma, mas no geral, permitiu simplificar o design do Alpha-Extended.

A análise experimental foi realizada, primeiramente, nas partes constituintes do Alpha-Extended para se poder otimizar a malha na simulação em elementos finitos. Depois, juntaram-se as partes, trabalharam-se as ligações no ANSYS e analisou-se o UAV completo sem motor, sem aviónicos e sem combustível.

Finalmente, com a adição de massas no modelo em elementos finitos, foi possível comparar os resultados no ANSYS com os resultados experimentais no UAV completo.



Figura 8 – Alpha-Extended completo suspenso para análise experimental

7. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados da análise modal para o Alpha-Extended completo estão apresentados nas figuras seguintes:

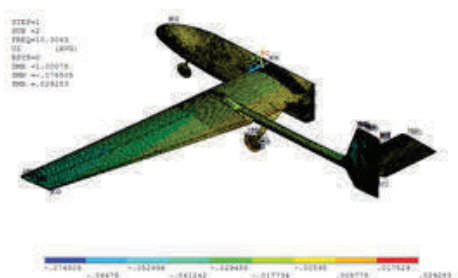


Figura 9 – 10,31 Hz – flexão da asa

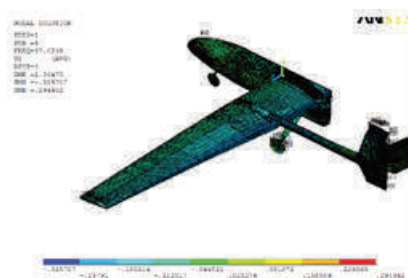


Figura 10 – 37,02 Hz – flexão lateral da asa
– torção da cauda

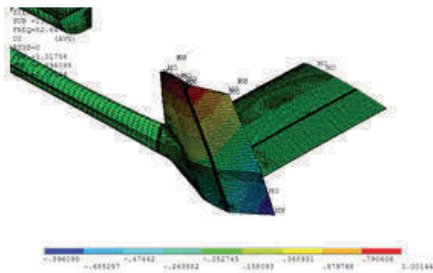


Figura 11 – 52,65 Hz – torção da cauda

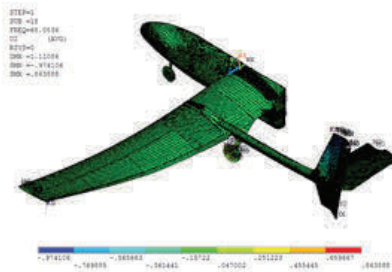


Figura 12 – 68,08 Hz – flexão da asa – torção da cauda

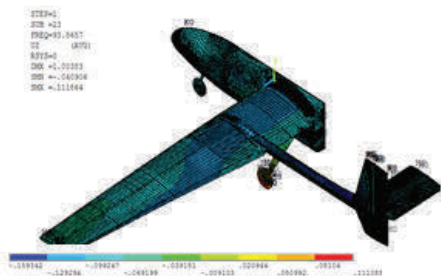


Figura 13 – 93,57 Hz – flexão da asa

A comparação dos resultados em elementos finitos com os resultados experimentais estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados obtidos na análise em elementos finitos e na análise experimental

Modos de vibração	ANSYS [Hz]	Experimental [Hz]
Flexão vertical da asa	10,31	9,77
Flexão lateral da asa	37,02	37,11
Flexão da asa e torção da cauda	68,08	68,36
Flexão da asa em oposição à flexão da cauda	74,24	74,22
Flexão da asa	93,57	93,75
Flexão da asa	146,53	146,48

Apesar de existir algum desfasamento em algumas frequências, foi possível determinar e representar os principais modos de vibração do Alpha-Extended, tendo-se conseguido obter uma boa aproximação das características dinâmicas da estrutura.

Esta análise identificou o comportamento dinâmico da estrutura, em termos de torção, flexão e gamas de vibração nos seus componentes.

As medições finais focaram-se mais na parte central do UAV por ser o local onde foram acrescentadas as massas pontuais e também por ser o local onde se instalará a câmara de filmar.

Concluiu-se que a localização da câmara é uma das menos afetadas por frequências inferiores a 200 Hz, como se pode ver na Figura 14.

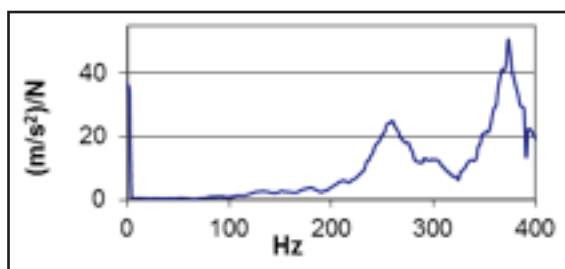


Figura 14 – FRF na localização da câmara de filmar

Assim, o local de instalação da câmara parece ser adequado por não apresentar frequências naturais às frequências de operação do motor.

8. ISOLAMENTO DE VIBRAÇÕES

Após se ter efetuado a caracterização dinâmica do Alpha-Extended, existiu a necessidade de se desenvolverem soluções de isolamento de vibrações para serem aplicadas na câmara.

Desta forma, foi usada a seguinte metodologia:

- Ensaios em voo;
- Identificação das câmaras de filmar a serem utilizadas;
- Determinação das propriedades dos suportes das câmaras;
- Seleção de suportes.

Os ensaios em voo foram realizados no Alpha-Extended 00 e consistiram em medições de vibrações em 3 fases de voo cruzeiro, no local de instalação da câmara.

Para tal, usou-se o equipamento portátil de medição de vibrações MSR165.

Os resultados mostram que as vibrações são maioritariamente devido ao funcionamento do motor e às suas harmónicas.

A tabela seguinte mostra os resultados dos 3 voos cruzeiro e a Figura 15 a FFT obtida durante um dos voos.

Tabela 5 – Resultados dos ensaios em voo

Cruise	Engine frequency	Frequency 1 MSR	Frequency 2 MSR
1	124,28 Hz	125 Hz	250 Hz
2	106,08 Hz	107 Hz	214 Hz
3	101,62 Hz	101 Hz	202 Hz

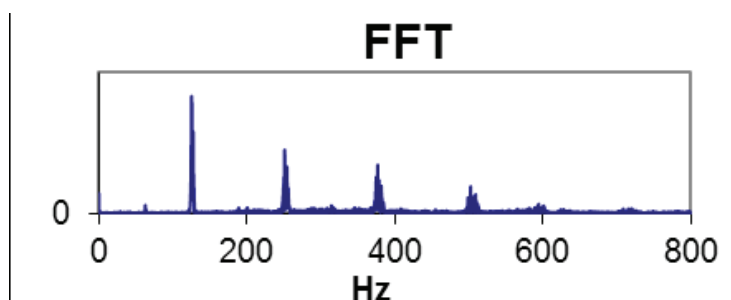


Figura 15 – FFT na localização da câmara de filmar durante o voo cruzeiro

Este é um resultado interessante na medida em que na posição de instalação da câmara, o único fator que se tem de ter em conta para o isolamento de vibrações são as frequências dos motores.

No Alpha-Extended, serão utilizadas 3 câmaras diferentes de acordo com o tipo de missão:

- Tase 150 - direcionável do espectro do visível;
- Gobi 384 - solidária com a fuselagem do espectro de infra-vermelho térmico;
- JAI AD-080 - solidária com a fuselagem e com um sensor do espectro do visível e outro do near-InfraRed;

Só a Tase 150 vem com sistema para colocação de apoios, sendo que as restantes são fixadas diretamente na fuselagem.

Depois de se fazer um estudo de isolamento de vibrações, foi possível determinar os valores de rigidez para os suportes de cada câmara e propor alguns tipos de materiais que podem ser utilizados para isolar as vibrações do motor.

Uma das técnicas que podem ser utilizadas para o isolamento de vibrações é a utilização de absorvedores dinâmicos de vibrações. Esta técnica tem sido muito utilizada para a atenuação de vibrações estruturais. Assim, estes sistemas podem ser uma solução para implementar no desenvolvimento de futuros UAVs na Força Aérea Portuguesa.

9. CONCLUSÕES

Atualmente é fundamental recorrer-se a análises em elementos finitos de forma a evitar correções futuras no desenvolvimento de um projeto.

Assim, o presente trabalho advém de uma necessidade da parte da Força Aérea Portuguesa de se fazer uma análise modal à plataforma Alpha-Extended onde se instalará uma câmara de filmar.

A análise modal com elementos finitos permitiu concluir que:

- A escolha de alguns tipos de elementos facilita o processo de modelação;
- O uso de elementos tipo shell em quase toda a estrutura não afeta o comportamento dinâmico global do Alfa-Extended;
- As superfícies móveis foram as mais difíceis de modelar;
- A análise por partes do Alpha-Extended facilitou a análise do UAV completo.

A análise experimental permitiu concluir que:

- Os testes em estruturas mais simples foram essenciais para a definição de um sistema de medição, para o processo de aprendizagem e para a validação da metodologia adotada;
- Como as medições não foram todas realizadas na mesma aeronave, tornou-se mais complicado comparar os resultados experimentais com os resultados da análise em elementos finitos;
- As frequências transmitidas para a câmara nos ensaios em voo são essencialmente as frequências de funcionamento do motor;
- No local da instalação da câmara, as frequências naturais são de frequência elevada (acima de 200 Hz), sendo um lugar adequado para a sua instalação.

Para além disso, foi possível realizar-se um estudo de transmissibilidade de vibrações e determinar as características dos materiais a utilizar, de modo a isolar as câmaras que vão ser instaladas.

10. REFERÊNCIAS

ANSYS Mechanical APDL Modeling and Meshing Guide. 2012.

ANSYS User's Manual Theory.

Força Aérea. Manual da Força Aérea MAF 500-12, 2013.

MAIA, Nuno M. M.; SILVA, Júlio M. M. – Theoretical and Experimental Modal Analysis. First Edition, Great Britain: SRP Ltd, 1997. ISBN 0-86380-208-7.

MARTINS, Alfredo – Veículos Autónomos Aéreos. Porto: Instituto Superior de Engenharia do Porto. 40 Diapositivos.

Office of the Secretary of Defence - Unmanned Aircraft Systems Roadmap: 2005-2030, 2008.

PEREIRA, Patrícia da Veiga Frade - Estudo da adequabilidade de técnicas de ensaios não destrutivos para identificar defeitos internos e externos em estruturas complexas de materiais compósitos de componentes aeronáuticos e aeroespaciais. Sintra: Academia da Força Aérea Portuguesa, 2013. Dissertação de Mestrado.

SOEIRO, Newton Sure – Análise Modal Experimental. Belém: Universidade Federal do Pará, 2001. Dissertação de Mestrado.

WANG, E.; NELSON, T. and RAUCH, R. - Back to Elements: Tetrahedra vs. Hexahedra. Munich, Germany.

Disponível em:

WWW:<URL:<http://www.ansys.com/Resource+Library/Conference+Papers/Back+to+Elements+-+Tetrahedra+vs.+Hexahedra>>

Systems and Strategies for a Low Cost Sense and Avoid Implementation in Small Unmanned Aircraft



Author: Miguel Fonseca, Military Aeronautic Sciences – Electrical Engineering
Academia da Força Aérea, Sintra

Supervisor: Dr. Rodrigo Martins de Matos Ventura
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Co-supervisor: João Manuel Moreira Simões, Major ENGEL
Comando da Logística da Força Aérea/Direção de Engenharia e Programas

1. ABSTRACT

Advances in technology have introduced new Unmanned Aircraft (UA) into the market that are able of operating in a wide variety of scenes and offer great capabilities, such as increased payload and time of operation. Adding to this, the fast growing availability of cheap small unmanned aircraft (sUA), which can offer similar features with added simplicity of operation, has brought an increased interest of the general public to aviation. This simplicity means that an operator may not possess any knowledge of the rules of the air to be able to fly an sUA, even though this knowledge is fundamental. The introduction of this kind of user into such a highly regulated world, as is aviation, highly increases the risk of air collision. Thus, the objective of this dissertation is to study and develop strategies and systems that allow the low cost incorporation of Sense and Avoid capabilities in small unmanned aircraft. Accordingly, two solutions were explored: adaptation of a position and anti-collision lights system to an sUA, and development of an Infrared Sense and Avoid prototype which enables the detection of an intruder, providing its relative position and type of aircraft, so that possible avoidance maneuvers may be planned. A relevant contribution is the creation of a method to identify the type of aircraft using Morse code. Results show that the first prototype increases detectability while the second provides detection of aircraft with the same equipment.

Keywords: Infrared, See and Avoid, Sense and Avoid, sUA.

2. INTRODUCTION

2.1. Challenges and Motivation

Advances in control technology and manufacture techniques have introduced Unmanned Aircraft (UA) into the market which offer great capabilities, such as increased payload, range or time of operation. Adding to this, the fast growing availability of cheap small unmanned aircraft (sUA), has brought an increased interest of the general public to aviation.

The simplicity of operation of these aircraft means that an operator is able to fly a sUA without possessing technical knowledge or any knowledge of the rules of the air (Angelov, 2012). The introduction of this kind of user into such a highly regulated world, as is aviation, highly increases the risk of air collision.

The late introduction of regulation for small unmanned aircraft may be explained by the difficulty in regulating operation outside segregated airspace (Hottman, Hansen, & Berry, 2009). One risk factor which has been delaying this integration is the difficulty in developing anti-collision methods and technologies for Unmanned Aircraft Vehicles (UAVs) with equivalent level of safety as comparable manned aircraft (Angelov, 2012). General aviation (GA) has methods and technologies which are widely implemented and their efficiency has been broadly proven. In fact, a big percentage of their efficiency is due to the inclusion of a human component in the See and Avoid task has a fundamental element in the resolution of a potential conflict between aircraft. It is an exclusive task of the aircraft's crew to oversee, detect and avoid potential conflicts with nearby aircraft (Pinkfoot Ltd., 2012). Another important element is air traffic management which is responsible for the overseeing of a larger airspace's area and for the early management of aircraft's future flight path to avoid conflicts.

The crew of a conventional aircraft performs the monitoring task in the surrounding airspace volume, trying to detect potential conflicts with any nearby aircraft. In the event of a potential conflict, they rely in several systems that support them making maneuvering decisions to maintain or increase the existing separation from the intruder aircraft. Some of these systems are on-board, such as the Airborne Collision Avoidance System or the Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (Munoz, Narkawicz, & Chamberlain, 2013). Both systems rely on cooperative methods, where each aircraft's flight information is shared via radio data-link. This radio data-link is provided by an active transponder which usually is too big or power consuming for sUA (Angelov, 2012).

Another system that can help prevent collisions is the external illumination system, composed by navigation and anti-collision lights, which increase the visibility of the aircraft. Without requiring complex electronics and with easy installation, these systems create a visual signature, by using a mixture of continuous and blinking lights that can hardly be ignored by nearby pilots.

Small unmanned aircraft have several characteristics that reduce the aircraft's visibility, such as its small physical dimension and their typical low altitude flight envelope. Considering all the mentioned factors about the general aviation's external illumination systems, suggests that its adaptation to UAVs will improve their visibility to other operators. In this adaptation it is fundamental that the designed illumination system provides a transparent experience for all users, i.e., it must behave similarly to conventional aircraft, with eventual changes that identify the aircraft as unmanned (Eurocontrol, 2010).

2.2. Goals

This dissertation aims to study and develop strategies and systems that allow the low cost incorporation of Sense and Avoid capabilities in small unmanned aircraft vehicles. The goals for this work are:

- Evaluate the state of the art in "See and Avoid" technologies and capabilities being used in the general aviation, as well as new developments in "Sense and Avoid" technologies and capabilities for specific UAV use.
- Identify and evaluate the possibility of transposing technology being used in the general aviation for sUA use.
- Develop and implement one or more prototypes using open-source hardware and software, of an anti-collision technology derived from the general aviation, replicating on a UAV by optical means, the conventional systems functionality.
- Test the performance of the developed prototypes, collecting anti-collision data, during indoor and outdoor flight.
- Evaluate and compare the performance of the implemented prototypes and algorithms determining their contribution for the improvement of the anti-collision capabilities in particular and the Sense and Avoid capabilities in general, between multiple UAVs and between manned aircraft and UAV.

The development of physical prototypes, methods and algorithms of Sense and Avoid for UAV use shall be, as possible, implemented in low cost embedded electronic circuits, as Arduino platforms (as example but not limited to). This choice is meant to facilitate the reproduction of the developed technology, to disseminate and provide to the sUA community simple, low cost and low maintenance equipment.

3. VISIBLE SPECTRUM SOLUTION

A fundamental step in sense and avoid is the increase of UA's visibility. All systems that use the visible spectrum to detect intruders would benefit from this increase. Adding to this, it is of utmost importance to allow pilots of manned aircraft to detect sUA: small unmanned aircraft will mainly operate in non-controlled airspace, which is used by aircraft that usually do not possess equipment to help the practice of see and avoid, such as TCAS. Because of this, their only way to detect intruders is visually.

An easy way to improve the visual detectability of sUA is to implement a position and anti-collision lights system similar to the one used by GA with requirements proportional to the aircraft's type and size. This system increases the probability of an aircraft being detected by another aircraft crew or another SAA system that relies on radiation from the visible spectrum. The position lights also provide some information about the intruder aircraft's route.

As the UA studied in this thesis are much smaller and usually do not travel as fast, they don't need to be detected as far away as GA. It is then possible to adapt the visibility requirements present in CS-23 for Normal, Utility, Aerobatic and Commuter Category Airplanes (European Aviation Safety Agency, 2012) to provide a desired lower consumption, as sUA have batteries with low capabilities, and will also allow the use of smaller, lighter and cheaper lights and materials.

3.1. Differentiate unmanned from manned aircraft

Instead of just identifying a sUA as an aircraft, the used system could identify it as an unmanned aircraft, which would provide important information to other airspace users.

For Anti-Collision Lights, CS-23 (European Aviation Safety Agency, 2012) only defines a flashing frequency interval, not a pattern. To provide a way to differentiate manned and unmanned aircraft, a specific pattern of flashing may be adopted.

A common way of communication with visual lights is the Morse code. The International Telecommunication Union standard Morse code (International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector, 2009) establishes the format of the code using dots, dashes and intervals between them. The different symbols can be related to each other by their duration: the dot is the shortest one and is composed by what will be called one element.

Using Morse code, an aircraft can repeatedly transmit an identification code or letter. This code should not only identify an aircraft as manned or unmanned but also its type, such as light aircraft or military jets. An example of such categorization was adapted using information contained in the Unmanned Aircraft Systems - ATM Collision Avoidance Requirements (Eurocontrol, 2010) and Sense and Avoid in UAS: Research and Applications (Angelov, 2012):

- A - Unpowered air sports (hang gliders, etc...)
- B - Hot air balloons
- C - Cargo aircraft or military air transport
- D - Dirigible airships
- E - Emergency
- H - Helicopters and other rotorcraft
- K - Kites and tethered balloons
- L - Light aircraft
- M - Military fighters and high-performance jets
- N - Pressurized passenger aircraft not required to carry ACAS
- Q - Pressurized general aviation with a maximum take-off mass (MTOM) less than 5700 kg
- R - Radio-controlled model aircraft operated by hobbyists
- S - Powered air sports (ultra-lights, etc...)
- T - Pressurized passenger aircraft required to carry ACAS
- U - Unmanned aircraft

An unmanned dirigible would then transmit the word *UD*, while a manned helicopter during an emergency should transmit the word *E* and an ultra-light will use the word *S*.

3.2. Generating the Morse Code

In the studied case, a dash represents a flash with duration equal to three times the duration of a dot.

The used Morse code must have a flashing pattern according to international requirements for anti-collision lights but it must also use a flashing velocity that enables pilots to see it and understand the code. To enable this, the flashing velocity used will be the same as the transmission speed of Non-Directional Beacons. As previously discussed, NDBs transmit a call-sign in Morse code which allows pilots to identify the NDB by comparing the signal to the information displayed in navigation charts. ICAO defines the communication velocity of NDBs as 7 words per minute (International Civil Aviation Organization, 2006). The correct flashing times for each type of aircraft were calculated using 'PARIS' as the standard word (Morsh & Stannard, 1948).

3.3. Lights configuration and range

Because unmanned aircraft may display several different configurations, it is difficult to define a position and anti-collision lights system for each and every type. For example, small multicopters are able to quickly change their flight direction. Even so, they usually have a standard front side, as helicopters, or the pilot would quickly lose control of the aircraft. Having this in consideration, the position lights system for unmanned aircraft should have a configuration as is defined by EASA (European Aviation Safety Agency, 2012), where the standard front side is used as reference to the lights. In figure \ref{fig:esquemalights2} two types of aircraft are shown with similar position and anti-collision lights systems.

The lights range is restricted by the battery power, which usually grants electric power to all the systems inside a sUA. If the selected LEDs consume too much current, the aircraft's maximum time of operation might decrease several minutes. Adding to this, as this thesis is focused in small unmanned aircraft, it is

important that the required equipment does not present a high cost to the owner of the equipment, as it would not be cost effective to use a position lights system that costs as much or even more than the rest of the equipment.

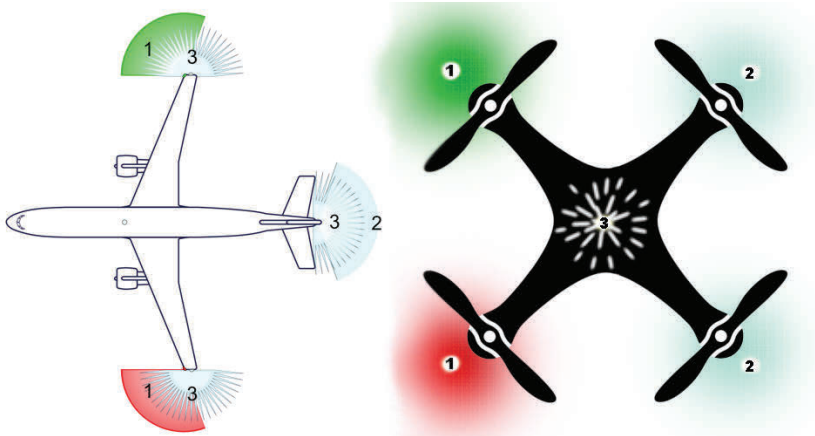


Figure 1- Configuration of Position and Anti-Collision Lights System for two different aircraft (1- left and right position lights; 2- rear position lights; 3- anti-collision lights)

With this restrictions, it is expected that the required intensities and/or field coverage (European Aviation Safety Agency, 2012) will not be met. Because of this, a relation between the characteristics of the aircraft and the required intensities was developed.

As stated in the European Union's Commission Regulation No 859/2008 (The European Commission, 2008), the minimum flight visibility limit for aircraft operating in Classes A, B, C, D and E below 3050 m and Class G is 5 km. Using this distance as the required range for the proposed position and anti-collision lights system and taking in consideration that sUA travel at a fraction of a normal, utility, aerobatic or commuter aircraft's velocities, provides enough range for manned and unmanned aircraft to see the aircraft and avoid collision.

Using equation 1 (United States Coast Guard, 2011), we can calculate the required intensity to achieve the selected range of visibility.

$$I=3.43 \times 10^6 \times T \times D^2 \times K^{-D} \quad (1)$$

With:

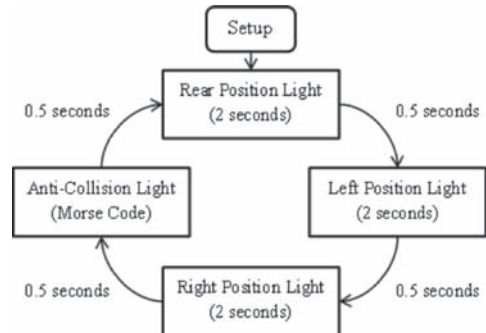
- I: luminous intensity in candelas
- T: threshold factor
- D: range of visibility in nautical miles
- K: atmospheric transmissivity = 0.9

Knowing that 5 km is approximately 2.7 nm, the required intensity is 6.65 cd.

3.4. Material Testing

One of the most important characteristic of a Position Lights System is its range.

To test the equipment's range, a test procedure was created (Test Procedure Lights), which consisted in obtaining an evaluation of visibility of the LEDs by several users. To allow all LEDs to be tested at the same time, a schematic was designed that allows an Arduino board to control all LEDs, following the diagram in figure 2. The code turns each position LED on for two seconds and, in the end of each cycle, the Anti-Collision Light transmits the letter 'D' two times in Morse Code.



The Arduino script developed allows the subject of the test to evaluate all lights on a straight line at several ranges between 50 and 350m. To acquire the range during the test, an Android application was used, 'GPS Distance Location Tracker', which uses the GPS signal to track movement, including distances.

In order to avoid fluctuations on the LEDs' intensity, a continuous power provider was used.

The test then consisted in each individual walking on a straight line, half towards and the other half away from the system to allow the subject to evaluate all LEDs separately, providing a qualitative evaluation (grade between 1 and 10). The test subjects gave an assessment of the lights intensity at the 50, 100, 150, 200, 250, 300 and 350m mark.

3.5. Prototyping

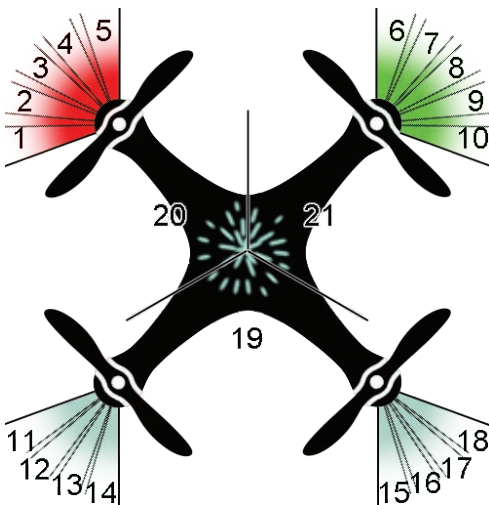


Figure 3 - Configuration of Position and Anti-Collision Lights System on a Quadcopter

To provide an implementation example, the system was adapted to a quadcopter.

Using the quadcopter's standard front side, the left and right position lights are composed by 5 LEDs each to achieve a field coverage of 110° (European Aviation Safety Agency, 2012), where each LED overlaps the next one by 6°; the rear position light is composed by 8 LEDs to achieve a field coverage of 140° (European Aviation Safety Agency, 2012), where each LED overlaps the next one 3.4°. By overlapping LEDs, it is easier to ensure a complete field coverage, avoiding gaps caused by higher manufacture margins or defect's probability from the cheaper LEDs. Finally the anti-collision light is composed by 3 LEDs, to concentrate the highest intensities of the LED around the aircraft and not on top of it. This configuration is shown in figure 3.

This solution was later implemented on a quadcopter. While the position lights were fixed to the bottom of the engines, to avoid interference with their operation, the anti-collision lights were mounted on top of the IR sense and avoid prototype, present in the next solution.

The equipped aircraft can be seen ready to fly in figure 4.

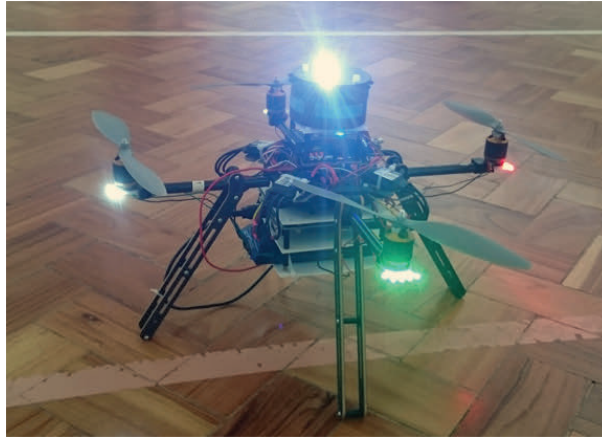


Figure 4 - Aircraft with visual spectrum solution implemented ready for take-off

4. INFRARED SPECTRUM SOLUTION

The proposed sense and avoid system should not be expensive to allow easy access for the owners of cheap small unmanned aircraft. It is also important to use small and lightweight equipment/materials that is readily available from local electronics stores or websites, so that its implementation has a good cost/benefit relation.

As there is still no global procedure to register UA, the use of unique identification for a sense and avoid system should be averted. It is important to notice that, in order to prevent collisions, the specific knowledge of the intruder's identification is not required. Only the type of aircraft is required so that right-of-way rules may be applied.

Finally, the system should provide detection as well as relative position between multiple unmanned aircraft, to enable collision avoidance by correcting the original flight path.

4.1. Electromagnetic spectrum's frequency

Knowing that most frequencies from the electromagnetic spectrum are highly regulated and usually require a permit for operation, infrared radiation was selected to provide a communication channel.

Although the infrared radiation may provide some risk to human skin and eyes, it provides several advantages for a Sense and Avoid system: as there is still no system in aviation which uses this radiation, there is no risk of generating interferences, which means it is transparent. Adding to this, it is not required a permit to transmit or receive an infrared signal, everybody uses infrared to control their TVs, for example. Finally, the equipment required to transmit, receive and process an infrared signal has a cost

Figure 2 - Arduino Setup Diagram

much lower than other radiations. By using LED's instead of lasers to transmit the information, the risk to human skin and eyes is decreased, becoming much lower than the radiation levels provided by the sun.

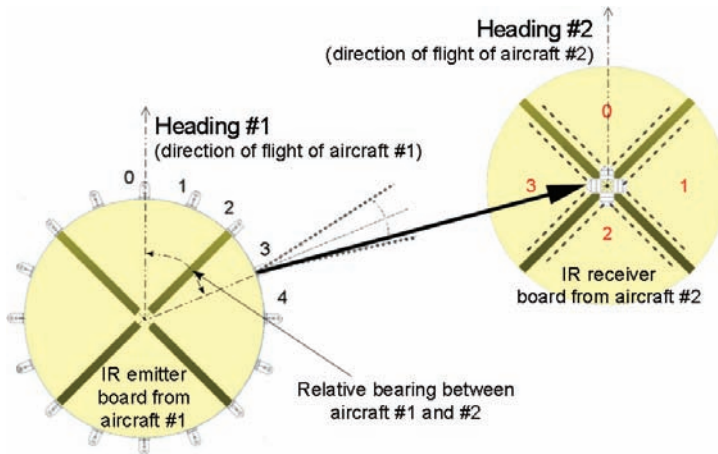


Figure 5 - Diagram of communication between two prototypes

4.2. Communication between prototypes

The proposed system uses an approach similar to a solution already used in aviation, the Very High Frequency Omni-directional Range (VOR). It replaces the radio signals used by VOR with infrared transmitting LED's and phase difference with a communication protocol. To avoid moving parts, several transmitting sectors were designed, each with one LED, as well as different reception sectors, each with one receiver. The number of LEDs and receivers must be enough to cover 360°. The relative position will be given by the number of the receiver ('0' is the front side) and by the information sent by each LED ('0' for the front side), for example in figure 5, receiver 3 from aircraft 2 is receiving information from aircraft 1's LED 3, which tells the aircraft that there is a threat at its left side that is moving to the same direction. This way, the aircraft can compute the intruders' direction and predict a possible collision.

4.2.1. Communication Protocol

The transmitted signal is coded using an adaptation of the RC-5 protocol developed by Philips. The developed code is responsible to transmit both the type of aircraft and the transmission sector's identification, as seen in figure 6. That information is then converted to binary, followed by the introduction of Manchester coding, which, among other benefits, reduces the duty cycle by 50%. Finally the protocol adds a pulse width modulation (PWM) which decreases the effect of external noise.

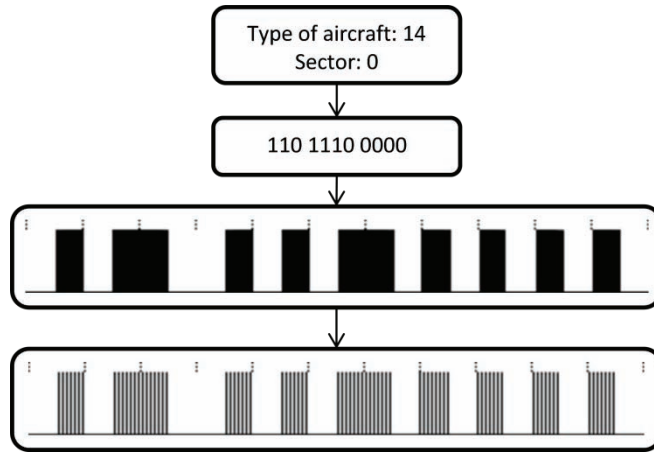


Figure 6- Diagram of the Communication Protocol

4.2.2. Time Control Variables

Some variables were introduced to control important timings in each cycle. The variable 'TX' changes the ratio between number of transmissions and receptions. For example, if 'TX' is 1, for each reception cycle there is one transmission cycle; if 'TX' is 5, there is one transmission cycle in every five reception cycles. 'A' changes the delay in milliseconds between each LED transmission in the same transmission cycle; 'REC' changes the delay in milliseconds before the reception cycle, which gives the receivers more time to receive a complete signal. Finally, 'RC5_T1' is equal to half the duration of each transmitted bit (represented in microseconds). As the used PWM frequency is higher than the original RC-5, the "RC5_T1" time can be lowered to allow a higher transmission rate without reducing the number of PWM generated oscillations which are important for a successful reception.

4.3. Prototype

To assemble the prototypes, a printed circuit board was designed. As the prototype is intended to be assembled by the user, it should be easy to manufacture or inexpensive to buy already printed. With this in mind, the printed circuit board was designed with thick connections and wide spacing between them.

After finishing the boards, the elements were soldered with special attention to the SMD components, the cables that connect the boards were manufactured and two prototypes were assembled, as shown in figure 7.

To protect the prototypes and to decrease the angular view of the IR receivers, a 3D printed box was created using CAD software. The box is composed of three parts, so that the prototype can be assembled inside the box.

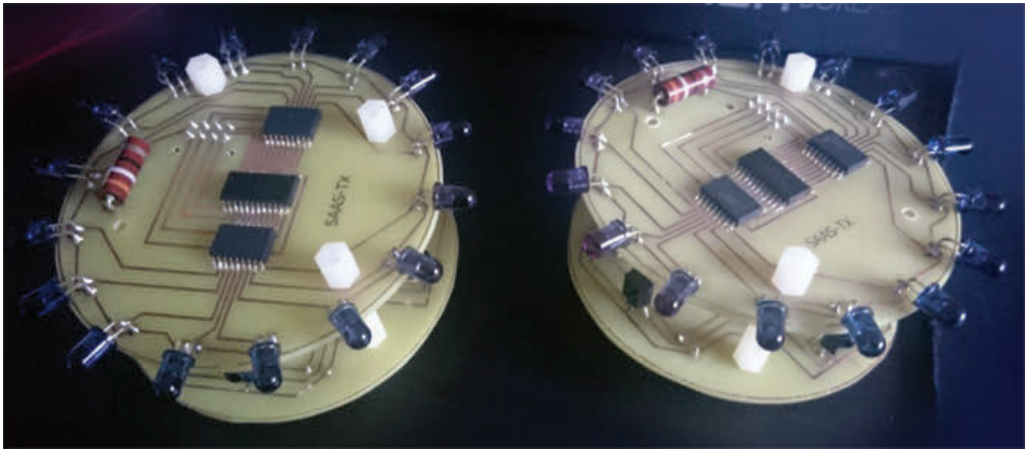


Figure 7 - Assembled prototypes

4.4. Prototype Testing

Before testing the prototypes, the four variables ('TX', 'A', 'REC' and 'RC5_T1') that control important timing schedules in each cycle had to be optimized. To do this, an automatic test was designed: two prototypes would run the given values for 60 seconds and the number of receptions during each test would be saved.

To check for blind zones in transmission, both prototypes were set on tripods to avoid reflections from the ground. Then, one prototype was connected to the PC and battery, while the second prototype was placed at the tested distance, only connected to the battery, and was able to rotate. With both prototypes working, the second prototype was rotated in 5° intervals, with a pause of 5 seconds between rotation, until 360° were reached. At the end, the number of receptions would show the angular transmission quality.

To check for blind zones in reception, both prototypes were set on tripods to avoid reflections from the ground. Then, one prototype was connected to the PC and battery, while the second prototype was placed at the tested distance, only connected to the battery. With both prototypes working, the prototype connected to the computer was rotated in 5° intervals, with a pause of 5 seconds between rotations, until 360° were reached. At the end, the number of receptions would show the angular reception quality.

To check if the blind zones depend on the range, the blind zone tests were repeated at ranges 14, 18 and 22 meters.

In order to check the maximum and minimum ranges of the prototype, a test procedure was designed: with one prototype fixed, the other would move away in a straight line, perpendicularly to the fixed prototype, until the maximum range was found. To find the minimum range, both prototypes would start at the same position and then one would move away until the minimum range was found. After this, the moving prototype would start further away from the fixed prototype and then move towards it. Each test would be repeated ten times, during day and nighttime, inside a building and outside.

In order to test the designed prototypes in important situations for collision avoidance, a test procedure was planned: several configurations would be evaluated, as shown in figure 9, beginning with static tests of each situation, followed by non-static tests which intended to simulate the correct avoidance maneuvers for each situation.

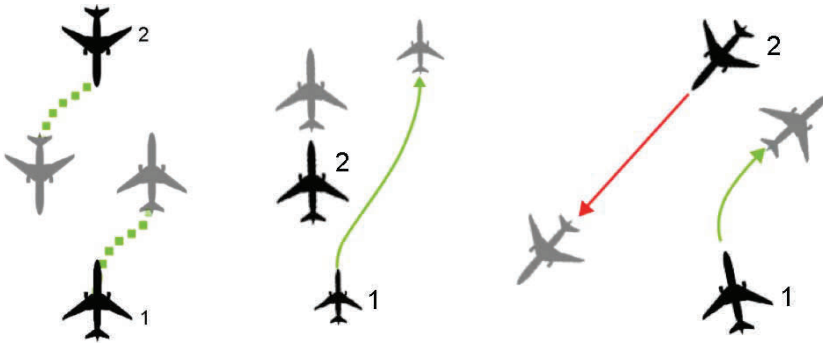


Figure 8 - Maneuvers Test's Configurations (head-on, overtaking and converging approach)

5. RESULTS

5.1. Visible Spectrum Solution's Results

The results for the red and anti-collision lights' range test are shown in figure 10. As it was possible to see for the red light and the remaining position lights (not shown), the maximum range tested was not enough to achieve a high variation of the grades. On the other hand, the anti-collision light shows that the minimum values are much lower but the median is still high. This is caused by multiple subjects which evaluated the perceptability of the morse code and not only the light's intensity.

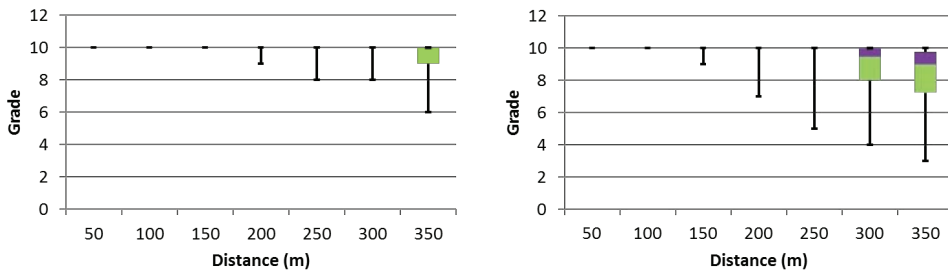


Figure 9 - Analysis of results for the red and anti-collision lights

5.2. Infrared Spectrum Solution's Results

5.2.1. Time Control Variables' Optimization Test Results

The best result for the variable 'TX' is for value '5', while value '1' presents the worst case. For variable 'A' there is a big decrease in receptions between 1 and 3 ms, followed by an incremental rise until the maximum is reached at 10 ms. Variable 'REC', has the maximum number of receptions with the lowest value, 10 ms, with a gradual decrease of the number of receptions for larger values. Finally, variable 'RC5_T1' has zero receptions for 100 μ s, increasing until the maximum is reached at 700 μ s and then decreasing at 889 μ s, which is the standard for the RC-5 protocol.

5.2.2. Blind Zones' Results

Analyzing the data for the reception test, it was possible to see 5° intervals where the number of receptions was low. This decrease may be caused by the incorrect rotation of the prototypes during the test. At the same time, at higher distances, it was possible to see an increase in the number of receptions when the transmitting prototype was between the receivers. This increase was caused by the created virtual sectors where a signal was received by one receiver at each time, and not simultaneously.

For the transmission test, the low reception rates in some sectors may be explained by the incorrect positioning of an LED (pointing upwards or downwards instead of horizontally). Adding to this, there are some LEDs which may be pointed towards other sectors.

5.2.3. Range Results

As expected, the use of higher resistance decreased the minimum and maximum ranges, due to the lower radiance intensity. Adding to this, the difference in the minimum distances between day and night is due to the receiver's automatic gain control, which adjusts the irradiance threshold for different ambient noise.

The maximum ranges were also tested outdoors. During daytime, the maximum ranges achieved were around 26 m with 350 mW/sr, 21 m with 200 mW/sr and 13 m with 150 mW/sr. During nighttime the only radiance intensity tested was 350 mW/sr, which gave a maximum range of 62 m.

5.2.4. Maneuvers Results

The first conducted tests were static, in order to confirm that both prototypes were working as expected.

In the head-on position, both aircraft detected a threat, receiving transmission sector 0 in reception sector 0. Next, in the converging position, both aircraft also detected a threat, with aircraft 1 receiving transmission sector 14 in reception sectors 0 and 1, and aircraft 2 receiving transmission sector 2 in reception sectors 0 and 3. Finally, in overtaking position, aircraft 1 received the transmission sector 8 in reception sector 0, and aircraft 2 transmission sector 0 in reception sector 2, as was expected.

During the non-static maneuvering tests, it was possible to see that the virtual sectors do not work properly: it is impossible to guaranty that the intruder will be detected simultaneously by both receivers. Adding to this, the reception frequency was not constant, with some intervals of 15 seconds only receiving the signal 4 times.

6. CONCLUSIONS

The main goal of this dissertation was to study and develop strategies and systems that allow the low cost implementation of Sense and Avoid capabilities in sUA.

After studying the state-of-the-art, the first step was to increase the visibility of sUA. At this point, it was found that the identification of the type of aircraft would be an interesting add-on.

As sUA lighting systems typically do not have the capability to achieve the luminous intensities required for position and anti-collision lights system from normal aircraft, a relation between the aircraft's characteristics and the required intensities was suggested. With this, it was possible to design a system configuration for a quadcopter which respected the required angular coverage and the suggested intensities. This configuration

was later implemented on a quadcopter.

The second developed system relies on Infrared communication to enable detection of intruders. The designed system is cooperative, using several angular sectors for both transmission and reception to allow an aircraft to obtain the relative position of any intruder. The transmitted message contains both the flight direction and type of aircraft, so that, as the previous solution, right-of-way rules may be applied to avoid collisions.

After the assembly of two IR Sense and Avoid prototypes, several tests were done before any aircraft was used. The first one was an optimization test which tried to achieve the best combination of four different variables that are responsible for time control at different stages. The following tests aimed to assess both the range and blind-spots.

Finally, one prototype was fixed on a quadcopter but due to time restrictions and problems with the aircraft's batteries, the test was not successfully completed, although some basic flight was conducted.

The used material was selected to fulfill the requirements, which included low acquisition cost. With this in mind, the cost in material required for each system is: 37.54€ for IR Sense and Avoid Prototype and 20€ for the position and anti-collision lights system, with the price of the selected Arduino board included in both prices.

7. BIBLIOGRAPHY

Angelov, P. (2012). **Sense and Avoid in UAS: Research and Applications**. Chichester: Wiley.

Cole, C., & Wright, J. (2010, January). What are drones? Retrieved April 27, 2016, from Drone Wars UK: <https://dronewars.net/aboutdrone/>

Eurocontrol. (2010). Unmanned Aircraft Systems - ATM Collision Avoidance Requirements. Brussels: s.n.

European Aviation Safety Agency. (2012). CS-23 Certification Specifications for Normal, Utility, Aerobatic, and Commuter Category Aeroplanes. S.I.: s.n.

Hottman, S. B., Hansen, K. R., & Berry, M. (2009). **Literature Review on Detect, Sense, and Avoid Technology for Unmanned Aircraft Systems**. Springfield: U.S. Department of Transportation.

International Civil Aviation Organization. (2006). Annex 10 Aeronautical Telecommunications - Volume 1 Radio Navigation Aids. Montreal: s.n.

International Telecommunication Union - Radiocommunication Sector. (2009). International Morse Code. Geneva: s.n.

Morsh, J. E., & Stannard, A. (1948). Studies in International Morse Code. VI. Speed calculations for International Morse Code. **Canadian Journal of Psychology / Revue Canadienne de Psychologie**, 62-70.

Munoz, C., Narkawicz, A., & Chamberlain, J. (2013). A TCAS-II Resolution Advisory Detection Algorithm. **AIAA Guidance, Navigation, and Control (GNC) Conference**. Hampton: NASA

Pinkfoot Ltd. (2012). Visual Flight Rules (VFR) of the air. Retrieved September 10, 2015, from planefinder: <https://planefinder.net/about/visual-flight-rules-vfr-of-the-air/>

The European Commission. (2008, July). Commission Regulation (EC) No. 859/2008 of 20 August 2008 amending Council Regulation (EEC) No 3922/91 as regards common technical requirements and administrative procedures applicable to commercial transportation by aeroplane. Official Journal of the European Union. Brussels: European Commission.

United States Coast Guard. (2011). **Navigation Rules: International-Inland**. Washington: Paradise Cay Publications.

Desenvolvimento e Implementação de uma Metodologia de Seguimento de Vida de Fadiga da Aeronave Epsilon TB 30 da Força Aérea Portuguesa



Autor: Paulo Gameiro, Alferes Aluno do Mestrado Integrado na Especialidade
de Engenharia Aeronáutica
Academia da Força Aérea Portuguesa, Sintra

Orientadora: Professora Doutora Virgínia Isabel Monteiro Nabais Infante
Instituto Superior Técnico

Coorientadores: Bruno António Serrasqueiro Serrano, Capitão Engenheiro Aeronáutico
Direção de Engenharia e Programas, Força Aérea Portuguesa

Pedro Manuel da Ponte Antono, Capitão Técnico de Manutenção de Material Aéreo
Direção de Manutenção de Sistemas de Armas, Força Aérea Portuguesa

Resumo: A instrumentação de aeronaves é essencial para que os fabricantes possam validar as cargas teóricas projetadas e assim corrigirem os respetivos modelos analíticos e de elementos finitos desenvolvidos na fase de projeto da aeronave. Contudo, as instrumentações não se limitam apenas às fases de desenvolvimento e certificação das aeronaves. Uma instrumentação permite em qualquer fase de vida de uma aeronave, monitorizar os parâmetros de voo que traduzem a dinâmica dessa aeronave, bem como fornecer informação sobre o meio que a envolve. As instrumentações são atualmente muito utilizadas para estudos no campo da fadiga.

O objetivo deste trabalho é fazer uma previsão do tempo de vida de fadiga (TVF) das aeronaves Epsilon TB 30 da Força Aérea Portuguesa (FAP), a partir de espectros de carga recolhidos em voo. A presente dissertação inicia-se com um estudo de mercado em termos de tecnologia disponível para a instrumentação de uma das aeronaves. Posteriormente, após se implementar a instrumentação e recolher os espectros de acelerações verticais, é utilizado o método *Level Cross Counting* para fazer a contagem dos ciclos de carga. São então testadas várias formas de tratamento de sinal, conforme bibliografia encontrada. Através do cálculo do Dano Acumulado é finalmente possível chegar à previsão do TVF da aeronave. Foi também desenvolvido um programa em *MATLAB* capaz de carregar os ficheiros de voo e fazer toda a análise aqui descrita de forma computadorizada.

Toda a análise de resultados foi feita com base em 51 voos recolhidos, correspondentes a cerca de 62.58 horas de voo (HV). Das conclusões obtidas, constatou-se que os voos de acrobacia FAP são mais severos que o expectável pelo Fabricante. Em voos de navegação, acontece o oposto. Na média de todos os voos, foi obtida uma severidade FAP um pouco mais baixa que o Fabricante. Em relação à previsão do TVF, foi obtido um total de cerca de 34000 HV para um coeficiente de segurança de 3 imposto pelo fabricante.

Palavras-chave: Fadiga, Instrumentação, Espectro, *Level Cross Counting*, Ciclos de carga.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Atualmente, tendo em vista a otimização dos intervalos de inspeção das aeronaves de acordo com a severidade de operação, foi importante efetuar um novo estudo sobre o espectro de operação das aeronaves Epsilon TB 30 da FAP.

Em 2003 procedeu-se à instrumentação de uma das aeronaves, tendo sido monitorizadas cerca de 70 horas de voo correspondentes a um curso de formação de alunos piloto na aeronave. À data da realização desse estudo, as aeronaves operavam a partir da Base Aérea 11 (BA11) em Beja, tendo-se concluído que o espectro de operação das aeronaves era ligeiramente mais severo do que o espectro de operação utilizado nos ensaios à escala real realizados pela SOCATA (fabricante da aeronave Epsilon TB 30). O espectro de operação aqui referido, encontra-se na norma MIL.A 008-866 A. Estes ensaios terão sido realizados através da monitorização da operação das aeronaves da Força Aérea Francesa no *Centre d'Essais Aeronautique de Toulouse* (CEAT).

Em 2009, com base nos resultados obtidos em 2003 foi efetuado um estudo sobre a severidade de operação com vários métodos de contagem de ciclos e diferentes metodologias de análise. Nesse estudo foi comparada a severidade de operação da FAP com a do fabricante, com base no cálculo do dano e na propagação de fissuras. Foi desenvolvida uma metodologia de previsão da propagação de fissuras de modo a ajustar os intervalos de inspeção à severidade de operação.

Porém, com a transferência da Esquadra 101 para a BA1 foi importante aferir a forma como as aeronaves estão a ser operadas. Isto é, qual o impacto da severidade de operação das aeronaves por estas terem sido deslocadas para a BA1 e as zonas de trabalho serem diferentes.

1.2 Objetivos

A presente dissertação teve como principal objetivo o desenvolvimento e implementação de um sistema de FLMS (*Fatigue Life Monitoring System*) para a aeronave Epsilon TB 30 da FAP. Deste modo, foi feita a instrumentação de uma das aeronaves da frota Epsilon TB 30, nomeadamente a aeronave com o número de cauda 11407, e posteriormente foram analisados os resultados que daí advieram.

Procurou-se perceber de que forma deveria ser conduzida a instrumentação de uma aeronave, atendendo aos requisitos de instrumentação. Recorrendo a uma pesquisa bibliográfica inicial, pretendeu-se saber em que situações são utilizados os sistemas de instrumentação e que tipo de tecnologia existe no mercado para esses fins. De igual modo, pretendeu-se saber quais os parâmetros a medir e qual a sua frequência de amostragem, bem como conhecer os tipos de filtros de processamento de sinal que são atualmente utilizados. Por fim, foi feita uma breve abordagem a instrumentações que já tenham sido realizadas em aeronaves deste tipo.

Após esta análise de carácter mais teórico, definiu-se uma instrumentação adaptada à realidade e necessidades da frota Epsilon TB 30, tendo em vista a determinação do espectro de operação para monitorização da vida de fadiga. Mais especificamente, pretendeu-se definir uma metodologia que a FAP possa adotar, de modo a dar resposta às problemáticas apresentadas no enquadramento.

Posteriormente a um estudo de mercado em termos de tecnologia disponível para este tipo de aeronaves, foi necessário definir a localização do equipamento de medição de forças, instrumentar a aeronave, definir o procedimento de recolha de dados e o processamento dos mesmos.

Em suma, os objetivos para a instrumentação da aeronave Epsilon TB 30 foram:

- a. Definir localização do sistema de medição;
- b. Instrumentar a aeronave;
- c. Desenvolver uma aplicação que permita fazer o carregamento dos ficheiros de voo e o respetivo tratamento dos mesmos, em cada aeronave;
- d. Contabilizar os ciclos de carga e proceder ao cálculo do dano acumulado para 1000 horas de voo;
- e. Prever o Tempo de Vida de Fadiga;
- f. Estabelecer o atual ponto de situação em relação à severidade operacional da frota, de acordo com os resultados obtidos.

A elaboração deste trabalho permitirá à Gestão de Frota que se encontra na Direção de Manutenção do Sistema de Armas (DMSA), bem como à Direção de Engenharia e Programas (DEP), avaliarem de forma clara e objetiva o modo como estão a ser operadas as aeronaves. Permitirá averiguar a severidade da frota,

assim como fazer uma previsão do Tempo de Vida de Fadiga (TVF) de cada aeronave, a fim de se ajustarem as periodicidades das inspeções.

2 CONCEITOS RELATIVOS À FADIGA

2.1 Definição do conceito de fadiga

A fadiga resulta de um conjunto de solicitações dinâmicas a que os diferentes componentes mecânicos estão sujeitos. Das várias definições que podem ser apresentadas, a fadiga é um processo de alteração estrutural permanente, progressivo e localizado que ocorre num material sujeito a condições que produzam tensões ou extensões dinâmicas, num ponto ou em vários pontos, e que pode culminar em fendas ou numa fratura completa após um número suficiente de variações de carga (Infante; 2010 e ASTM E 1823-96; 2004). Segundo Meyers e Chwla (2006), define-se fadiga como a degradação das propriedades mecânicas que levam à falha do material ou do componente devido à presença de carregamentos cíclicos no tempo. Esta definição exclui o chamado fenómeno de fadiga estática que poderá ocorrer em materiais frágeis e que poderá ser usado muitas vezes para descrever fenómenos de fratura provocada por corrosão sob tensão (Stress Corrosion Cracking). Segundo Meyers e Chwla (2006), 90% das falhas que ocorrem em componentes metálicos expostos a movimento, devem-se a fenómenos de fadiga.

Entre muitas soluções por forma a evitar falhas devido à fadiga, destacam-se algumas tais como:

- Desenvolvimento de materiais económicos com elevada resistência à fadiga;
- Desenvolvimento de métodos de conceção e cálculo de estruturas sujeitas à fadiga;
- Desenvolvimento de métodos de controlo dos equipamentos sujeitos à fadiga.

Em fadiga, o número de ciclos de aplicação de carga até à fratura consiste na soma do número de ciclos de nucleação e iniciação da fenda com o número de ciclos de carga na fase de propagação (Infante; 2010).

2.2 Parâmetros que influenciam o processo de iniciação e propagação de fendas

De acordo com (Branco; 1994), o comportamento dos materiais à fadiga pode ser influenciado por uma série de parâmetros. Destacam-se os seguintes:

- Acabamento superficial da peça: superfícies com elevado polimento e baixa rugosidade apresentam uma elevada resistência à fadiga em comparação com peças com acabamento menos aperfeiçoado. A justificação para tal acontecimento, deve-se ao facto de imperfeições, riscos e impurezas serem responsáveis por desenvolver pontos de concentração de tensões que levam mais rapidamente à iniciação e possível propagação de fissuras;
- Geometria e tamanho da peça: um dos grandes problemas é fazer uma previsão de fadiga, utilizando curvas S-N resultantes de ensaios laboratoriais a pequenos provetes e conseguir extrapolar esses valores para grandes peças. Sabe-se, no entanto, que a resistência à fadiga diminui com o aumento do tamanho da peça. Uma possível explicação para tal facto está diretamente relacionada com o maior número de imperfeições. Isto é, uma peça maior terá certamente mais defeitos que uma peça de tamanho mais pequeno, logo será expectável que a peça maior tenha mais fissuras e portanto menos resistência à fadiga;

- Tensão média: de acordo com a curva S-N o facto de a tensão média aumentar implica que a tensão limite de fadiga também aumente;
- Fator de concentração de tensões: este ponto já foi referido quando se falou do acabamento superficial da peça. Resumidamente, na presença de um fator de concentração de tensões elevado, a resistência à fadiga é menor nessa zona;
- Meio ambiente: a ação simultânea de tensões dinâmicas e ataque químico, nomeadamente corrosão, leva mais facilmente à falência do material. A corrosão deve-se essencialmente ao facto da peça se encontrar em ambiente corrosivo na presença de uma elevada humidade atmosférica;
- Temperatura de operação: na presença de ambientes de trabalho a elevadas temperaturas, um material poderá facilmente sofrer de fadiga térmica. Tal facto leva a que seja feito um estudo prévio das zonas de trabalho para se escolher o material mais adequado.

2.3 Ciclos de tensão de fadiga

Quando se utiliza o termo fratura por fadiga de um componente, fala-se em fadiga provocada pela presença de uma solicitação dinâmica. A fadiga só se manifesta num componente se a tensão aplicada variar com o tempo. Podem-se considerar duas situações distintas, *High Cycle Fatigue* (HCF) em que existe a aplicação de um carregamento elevado, levando à fratura do componente num máximo de $10^4 - 10^5$ ciclos e *Low Cycle Fatigue* (LCF) em que existe a aplicação de um carregamento baixo, levando à fratura do componente para um número maior do que $10^4 - 10^5$ ciclos (Branco; 1994). Os ciclos de tensão de fadiga podem dividir-se em dois grupos (Willems, Easley e Rolfe; 1983):

- Ciclos (solicitações) a amplitude de tensão constante;
- Ciclos (solicitações) a amplitude de tensão variável.

A fadiga a amplitude de tensão constante está geralmente associada a peças de máquinas rotativas, tais como eixos e engrenagens que apresentam uma dinâmica que se repete no tempo. Por outro lado, as ondas nos navios, as acelerações verticais resultantes de manobras acrobáticas, sentidas nas asas das aeronaves bem como na sua fuselagem e o tráfego em pontes, são exemplos de carregamentos variáveis em amplitude e frequência.

2.4 Métodos de contagem de ciclos

Como vimos existem determinadas situações em que a amplitude e a frequência dos carregamentos variam no tempo, tornando-se difícil identificar um ciclo de carga. De modo a prever a vida de um componente sujeito a uma história de carregamento irregular, é necessário reduzir essa história complexa a um número de eventos que possam ser mais facilmente quantificados, recorrendo a métodos de contagem de ciclos, como é o caso do método *Level Cross Counting*. Neste subcapítulo, entende-se por história um conjunto de ciclos, ou seja, acontecimentos que se realizam a uma dada amplitude e frequência (Bannantine, Comer e Handrock; 1990).

Os ciclos podem ser contados usando histórias temporais de um determinado parâmetro do carregamento, tais como força, momento torsor, tensão, deformação, aceleração, etc. No âmbito desta dissertação, trabalhou-se com histórias temporais que envolvem acelerações verticais [1].

2.4.1 Método *Level Cross Counting*

O resultado obtido através do método *Level Cross Counting* assemelha-se ao resultado obtido por um contador de , pois quantifica o número de vezes que um determinado nível de (patamar) foi alcançado. De acordo com (ASTM E 1049 – 85; 1997), é efetuada uma contagem sempre que uma porção inclinada positiva da história de acelerações (parâmetro de interesse na presente dissertação) cruza um patamar localizado acima do patamar de referência (m). Na presente dissertação definiu-se patamar de referência a 0 G. De modo semelhante, cada vez que uma porção inclinada negativa da história de acelerações cruza um incremento localizado abaixo da referência é efetuada uma contagem. Adicionalmente, os cruzamentos com o patamar de referência, por uma porção inclinada positiva da história de deformação também são contados. Pode-se observar na figura 1 uma representação deste método em que cada ponto representa uma contagem, incluindo-se o resultado do número de ocorrências contabilizadas para cada nível (patamar). Importa referir que a escolha do patamar de referência não irá influenciar os resultados obtidos.

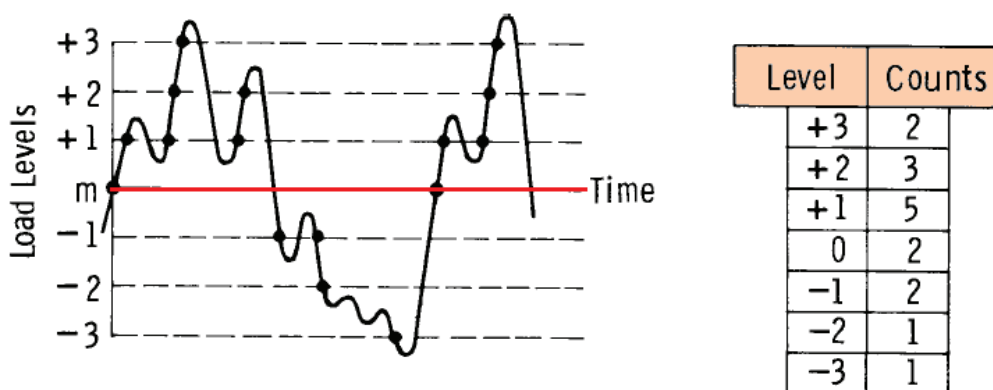


Figura 1 – Representação esquemática do Método *Level Cross Counting* (ASTM E 1049 – 85; 1997)

As ocorrências contabilizadas poderão ser representadas num gráfico com escala semi-logarítmica em . Posteriormente, estas contagens poderão ser combinadas de modo a formarem ciclos, sendo que do ponto de vista de fadiga a combinação que provoca maior dano é obtida ao formar-se em primeiro lugar o maior ciclo possível. De seguida, forma-se o próximo maior ciclo e assim por diante, até todas as contagens terem sido utilizadas.

3 CONCEITOS RELATIVOS À INSTRUMENTAÇÃO DE AERONAVES

3.1 Tipologia dos parâmetros medidos e respetiva frequência de amostragem

A instrumentação em causa resulta da necessidade de se fazer uma análise de fadiga à frota Epsilon TB 30. Faz parte do projeto de instrumentação desenvolver um sistema capaz de recolher acelerações em voo que posteriormente sejam tratadas recorrendo a métodos de análise de fadiga. Segundo a bibliografia existente (Reed; 2011, AGARD-CP-506; 1991, Sturgeon; 1968 e 1962), as acelerações que contribuem maioritariamente para a fadiga são resultado de manobras que a aeronave efetua, com frequências até um máximo de 0.5 Hz dependendo do tipo de manobra, e de acelerações provocadas por turbulência do ar e rajadas, também denominadas por *gust loads*. Estas já possuem frequências mais elevadas podendo ir até 100 Hz. As mais danosas são aquelas que ocorrem a frequências mais baixas, até um máximo de 5 a 10 Hz. As frequências acima de 100 Hz podem resultar de vibrações estruturais, vibrações provocadas pelo funcionamento do motor, *etc.*, não sendo importantes para o estudo de fadiga.

Pelo Teorema de Nyquist (*Nyquist; 1928*), a frequência de amostragem de um sinal analógico, para que possa posteriormente ser reconstruído com o mínimo de perda de informação, deve ser maior ou igual a duas vezes a largura de banda desse sinal. Desta forma, para que se possam captar acelerações que contribuam para a fadiga, isto é, até um máximo de 10 Hz, tem que ser observada uma frequência de amostragem de pelo menos 20 Hz. Esta ideia vem reforçada na publicação AGARD/*Fatigue Management* (AGARD-CP-506; 1991), uma proposta de instrumentação para a Força Aérea Italiana em que é usada uma frequência de amostragem de 16 Hz. Nesta mesma bibliografia, em aplicação à aeronave F-18, foi utilizada uma frequência de amostragem de 20 Hz. Numa outra fonte (Guo, Penmetsa, Smarslok e Tuegel; 2011), foi mais uma vez recomendado o uso de frequências na ordem dos 20 Hz de frequência de amostragem para este tipo de análises. Também em (Reed; 2011), documento elaborado para a Força Aérea Inglesa, sugere-se uma frequência de amostragem de 20 Hz na instrumentação da aeronave Islander ZG989.

No que diz respeito a outro tipo de parâmetros, importa também fazer o registo da pressão estática registada pela aeronave, para posteriormente se conseguir descrever o perfil de voo em termos de altitude de voo. A frequência de amostragem para este parâmetro não segue nenhuma norma, uma vez que a aeronave voa a baixas velocidades, considerado regime subsónico.

3.2 Tecnologia disponível no mercado

De seguida serão apresentadas algumas possibilidades para a instrumentação da aeronave em termos de tecnologia disponível no mercado, conforme figura 2. Todas elas de alguma forma satisfazem os requisitos à instrumentação pretendida.

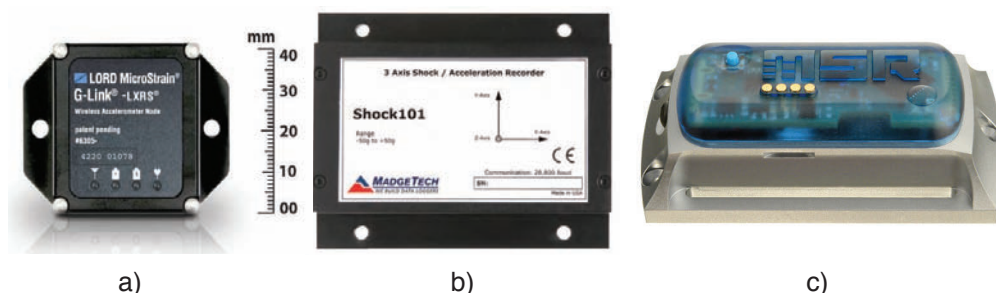


Figura 2 – Tecnologia disponível, **a)** Acelerómetro G-Link-LXRS, **b)** Acelerómetro Shock 101-50, **c)** Acelerómetro MSR 165

Após o estudo das três possibilidades encontradas, pôde-se facilmente chegar à conclusão que o equipamento que melhor se adapta às necessidades da instrumentação em questão é o MSR 165. Este equipamento é ajustável para uma frequência de amostragem de 25 Hz, muito próxima da frequência pretendida, peso e dimensões reduzidos, excelente autonomia de bateria e uma tensão de funcionamento relativamente baixa na ordem dos 3.6 V, por forma a que a interferência eletromagnética seja praticamente nula. Este equipamento possui a capacidade de acoplar sensores externos entre eles, o sensor de pressão estática pretendido, bem como uma ficha na possibilidade de se ligar/desligar da gravação dos dados a partir de um *switch*. Apresenta também a capacidade de gravação de dados em cartão de memória, uma mais-valia na capacidade de armazenamento de dados.

Uma segunda possibilidade passava pela opção G-Link-LXRS uma vez que possuía a capacidade de fazer a transferência dos dados via *Wireless* para o recetor, num raio máximo de 2 Km sem obstáculos. Seria vantajoso uma vez que não seria necessário haver uma pessoa responsável pela recolha dos dados. Foi no entanto esperado que o uso deste sistema envolvesse alguns problemas de interferência eletromagnética com os sistemas da aeronave, pelo que não seria aconselhável.

Em termos de custos de aquisição, o MSR 165 apesar de não ser o mais acessível foi o único que cumpriu todos os requisitos necessários. É um equipamento com um vasto leque de aplicações entre elas, indústria automóvel, monitorização de encomendas, construção civil e na indústria aeroespacial. Este equipamento também já foi usado pela Força Aérea Inglesa na instrumentação das suas aeronaves conforme se encontra mencionado no documento (Reed; 2011).

4 INSTRUMENTAÇÃO DA AERONAVE EPSILON TB 30

4.1 Projeto e construção do suporte do MSR 165 instalado na aeronave

Numa fase inicial do projeto foram pensadas várias possibilidades para o suporte ao equipamento MSR 165 tendo em conta as suas dimensões, a localização do sensor de pressão e do *switch*, e do local por onde passaria a cablagem que estabelece a ligação entre todos os elementos. Foi estudada qual seria a melhor posição do equipamento para proceder à recolha dos dados e carregamento da bateria, através da saída USB. Foi também tomada em consideração a melhor localização para que o piloto conseguisse facilmente visualizar um *led* azul que indica o ponto de situação em relação à

gravação, uma confirmação aquando o ligar e desligar do *switch*. Dos testes efetuados para certificação do suporte em termos de aeronavegabilidade, resultou uma modificação que consistiu apenas na realocação do sensor de pressão, da posição lateral para a posição inferior, uma vez que poderia trazer problemas em termos de segurança ao piloto numa eventual saída de emergência da aeronave. O projeto da caixa foi feito com recurso ao *software* de desenho e modelação geométrica *SOLIDWORKS 2014*, conforme figura 3.

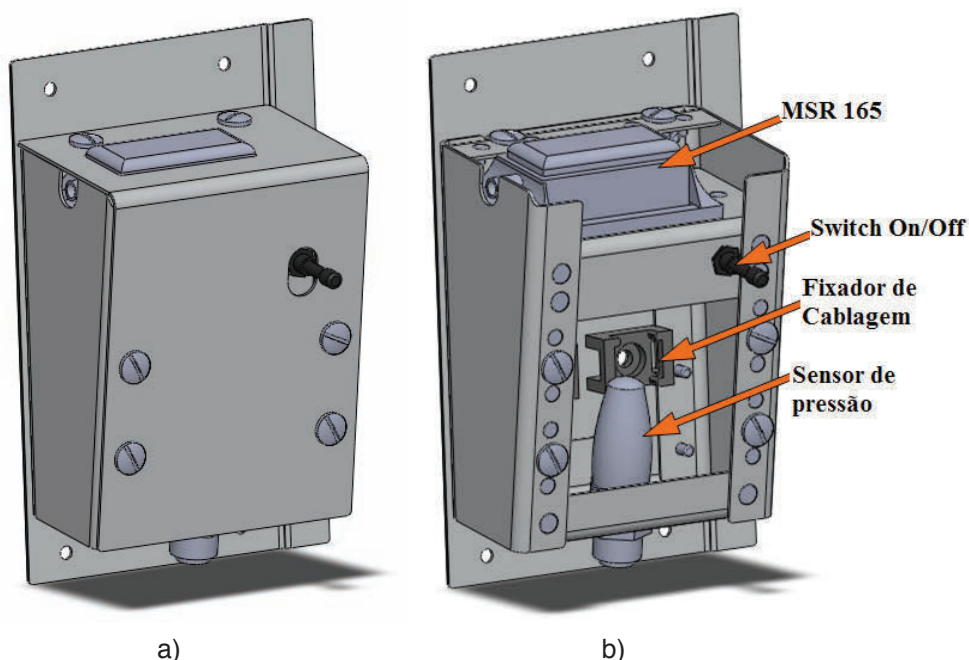


Figura 3 – Modelação do suporte para o MSR 165 em *SOLIDWORKS*, **a)** vista exterior, **b)** vista interior

4.2 Localização do equipamento MSR 165

De acordo com a bibliografia (Silva; 2003, AGARD-CP-506; 1991 e Perking; 1959), a instrumentação de uma aeronave para análise de fadiga deve ser efetuada o mais próximo do CG (Centro de Gravidade) quanto possível. Isto deve-se ao facto de que no centro de gravidade a influência de acelerações angulares provocadas pela dinâmica do voo é reduzida. Neste ponto também a influência de pequenas vibrações estruturais é atenuada por ser um dos pontos mais estáveis na aeronave. De acordo com (Guide; 1985), o centro de gravidade da aeronave situa-se a 29.8% da corda para configuração ferry e 28.13% para configuração acrobática, contando a partir do bordo de ataque.

Deste modo, e conforme a melhor localização para o acelerómetro MSR 165 em termos de espaço e de pontos de fixação, optou-se por colocá-lo no cockpit no seguimento do painel de instrumentos, parte inferior conforme figura 4. É decerto a localização mais viável uma vez que se encontra aproximadamente sobre o CG e não requer grande esforço em termos de instalação do equipamento.



Figura 4 – Localização do conjunto, suporte e acelerómetro MSR 165, a) Vista geral, b) Vista pormenorizada

4.3 Componente crítico da aeronave

Na fase de projeto o fabricante da aeronave Epsilon, não definiu previamente as localizações críticas da aeronave nem elaborou um programa de seguimento de vida de fadiga (Serrano; 2009). Assim no sentido de se determinar as localizações críticas na estrutura da aeronave, o fabricante elaborou um ensaio de fadiga à escala real no CEAT como já foi referido anteriormente. Da realização deste ensaio entre outras conclusões, o fabricante verificou que o limite de vida de fadiga da aeronave é controlado pelo comportamento da localização mais crítica da estrutura da aeronave, que se situa na travessa do quadro nº 2 (C2), conforme figura 5. Este é um componente da fuselagem onde encastram as longarinas principais de ambas as asas e que se encontra constantemente sujeito a forças de compressão e tração, resultantes do efeito de *Bending* nas asas da aeronave.

Desse ensaio à escala real, o CEAT conclui que, após a realização de 89458 HV simuladas, o quadro C2 ruiu por fadiga. Por conseguinte, utilizando um coeficiente de segurança (CS) recomendado pelo fabricante de 3, o tempo de vida estimado seria cerca de 29800 HV (CEAT; 1995).

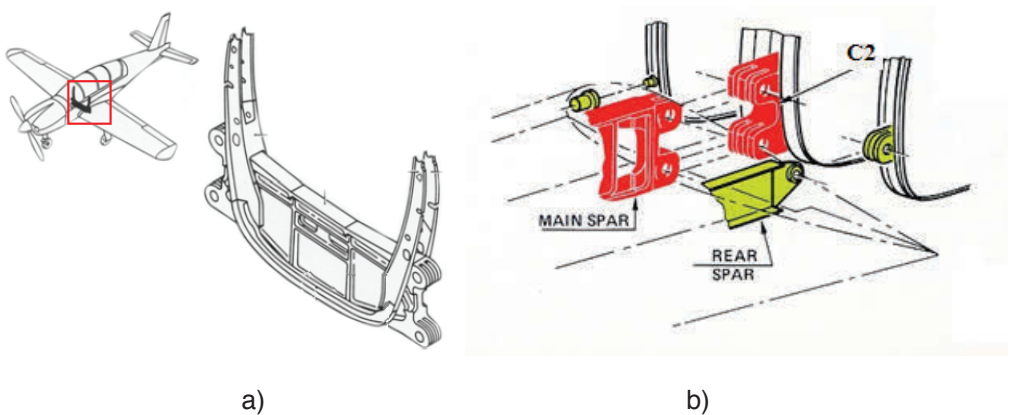


Figura 5 – a) Representação esquemática da travessa do quadro C2 (SERRANO; 2009), b) Representação esquemática do encaixo da longarina principal com a travessa do quadro C2

5 ACELERÓMETRO MSR 165

A figura 6 é um exemplo de um espetro obtido para um voo típico que envolve algumas manobras de acrobacia. Como se pode ver, a linha azul claro representa a pressão estática (mbar) e a linha azul-escuro a aceleração vertical (g). Para uma melhor interpretação dos dados, pode-se verificar que cada vez que a pressão volta a subir até valores muito próximos do valor de *take-off* pode-se estar perante uma manobra de *go around*, *touch and go* ou um *final landing*.

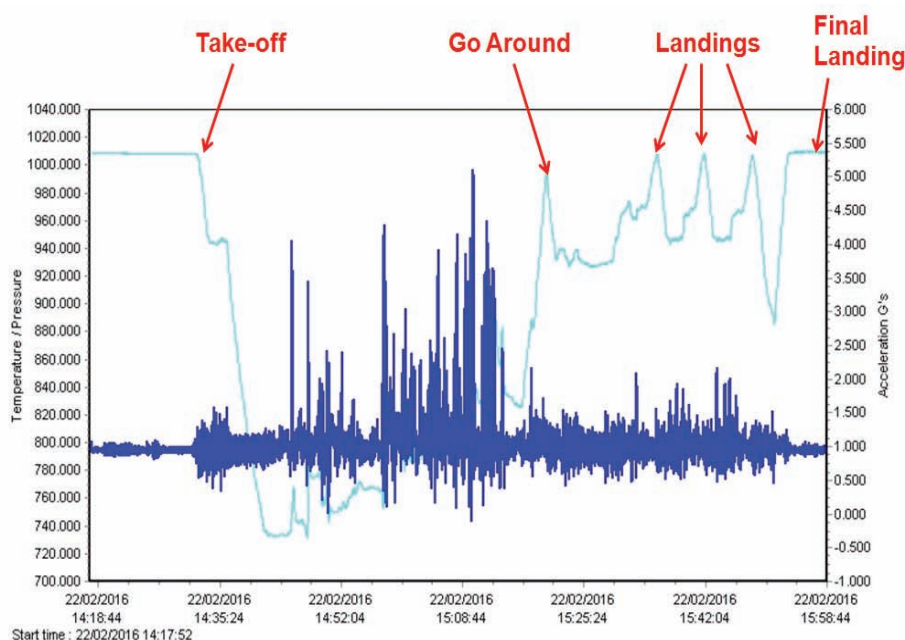


Figura 6 – Registo de um voo típico que envolva acrobacia

6 SOFTWARE DESENVOLVIDO PARA ANÁLISE DE FADIGA

O programa desenvolvido em *MATLAB* permitiu chegar ao cálculo do dano acumulado e posteriormente ao cálculo do tempo de vida de fadiga para os voos selecionados, a partir do espetro de ocorrências contabilizadas de cada voo, obtido pelo método *Level Cross Counting*. Na figura 7 é apresentado um fluxograma simplificado, em termos de blocos base do programa. Cada bloco é responsável por fazer um tipo de tratamento ao sinal recolhido pelo acelerómetro, de modo a eliminar os pequenos ciclos de carga desnecessários para análise de fadiga. É deste modo feita uma limpeza de espetro em amplitude bem como uma limpeza de espetro em frequência, por aplicação de um filtro passa-baixo com uma frequência de corte de 5Hz.

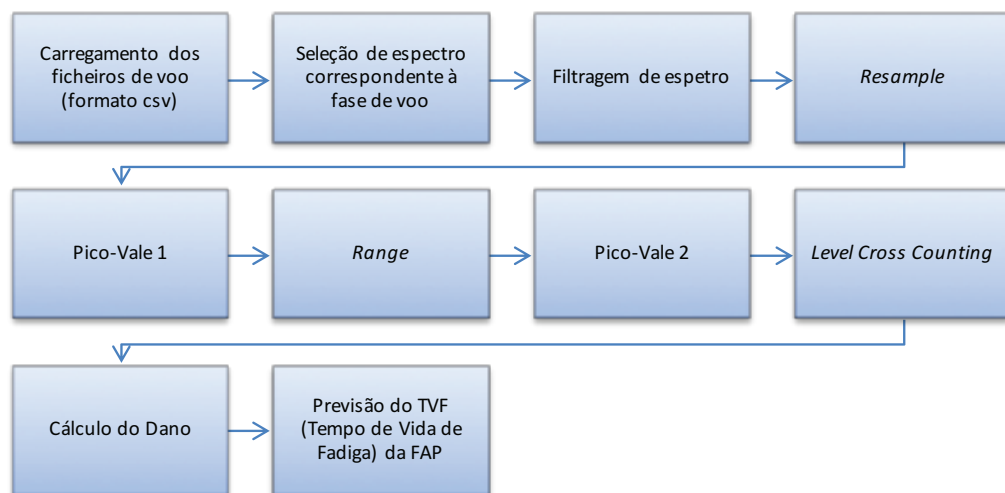


Figura 7 – Fluxograma simplificado do programa desenvolvido em *MATLAB*

6.1 Dados Recolhidos

Para efeitos de discussão de resultados, serão considerados os dados recolhidos em voo num período de 26/1/2016 a 7/4/2016 (tabela 1), pelo sistema MSR 165 instalado na aeronave número de cauda 11407.

Tabela 1 – Ponto de situação para o período de recolha definido

Total de Voos: 51 voos Total de Horas de Voo: 62.58 HV			
	Acrobacia (B2)	Navegação (B3)	Restantes ¹
Nº de Voos	21	13	17
Horas de Voo	25.68	16.53	20.37
Percentagem em relação ao total de voos [%]	41	26.4	32.6

6.2 Situação atual da frota

Para se conseguir ditar a severidade atual da frota, o que realmente é essencial é a % de Dano FAP/ Fabricante, pois ela indica se a severidade FAP está acima ou abaixo do estipulado pelo Fabricante. Uma percentagem positiva indica que a FAP é mais severa que o Fabricante. Se negativa, estamos perante a situação oposta. Como foi referido, uma vez que apenas uma aeronave foi instrumentada, irá considerar-se que esta é representativa do esforço de cada aeronave na frota. Por aproximação, uma vez que estamos a considerar que as aeronaves são voadas de maneira semelhante, pode-se dizer que os resultados aqui obtidos traduzem de forma aproximada a severidade da frota.

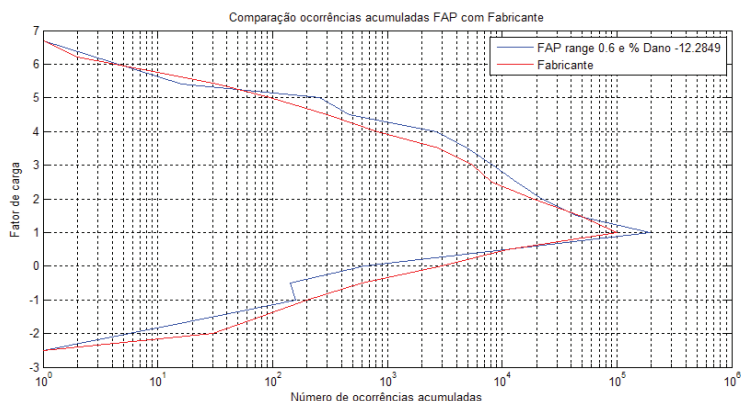


Figura 8 – Espetro de ocorrências acumuladas FAP versus Fabricante para o total dos voos

Na figura 8 encontra-se o espectro de ocorrências acumuladas para o conjunto de todo o tipo de missões recolhidas, de acordo com a tabela 1. Uma vez obtida uma % de Dano de -12.28%, é conclusivo que no total das missões, a FAP indicia a ter uma severidade abaixo do Fabricante. No entanto, deve-se ter presente, de acordo com os resultados obtidos, os voos de acrobacia da FAP são bastante mais severos que o Fabricante. Em navegação acontece o oposto. Pelo espectro acima, também é importante ter a noção de que apesar de se obter uma % de Dano negativa, a FAP possuiu mais ocorrências que o Fabricante para positivos até um máximo de cerca de 5. Em G's negativos, a FAP tem em todo o espectro menos ocorrências que o Fabricante.

Em relação à previsão do TVF, foi obtido um total de cerca de 34000 HV para um coeficiente de segurança de 3 imposto pelo fabricante.

Os resultados obtidos poderão não ser os mais fiáveis, pois apenas foram recolhidos um total de aproximadamente 63 HV. Estas HV foram extrapoladas para 1000 HV para se conseguir fazer a comparação com o Fabricante, e isso certamente que implica um erro associado considerável. Com o aumento do número de horas de voo recolhidas, os resultados serão cada vez mais fiáveis e estarão mais próximos da realidade, até porque quanto maior for o período de recolha mais probabilidade haverá de contabilizar todo o tipo de missões que uma aeronave estará exposta. No período de recolha considerado, apenas houve a possibilidade de recolher missões do tipo B1, B2, B3, Q1, Q4 e TRM.

É também importante haver um esforço contínuo, tanto por parte da manutenção como por parte da Esquadra, de modo a que todos os voos sejam registados e não exista a perda de nenhum ficheiro de voo, sob pena do estudo de fadiga não ser tão fidedigno quando se desejaria.

7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Conclusões

Posteriormente à abordagem considerada, com esta dissertação é essencial ficar com a noção de que se obteve uma severidade FAP para um total das missões, um pouco abaixo do previsto pelo Fabricante. Este valor foi cerca de -12.3 % do Dano FAP/Fabricante. Particularizando, conclui-se que os voos de acrobacia eram bastante mais severos que o previsto pelo Fabricante. Já os voos de navegação, menos severos que o Fabricante, com um máximo a chegar aos 2.5.

É importante ter em consideração que para o mesmo tipo de missão poderá haver voos distintos em termos de severidade, pois cada piloto cumpre a missão que lhe foi incumbida de maneira diferente, tendo no entanto que respeitar sempre o número e os tempos de cada manobra.

Com a presente dissertação, e na continuação do trabalho e pesquisa desenvolvida por (Serrano; 2009), houve a possibilidade de evolução no que diz respeito ao estudo de fadiga. Fazer a monitorização das acelerações verticais em cada aeronave, recorrendo a sistemas de instrumentações atuais, constitui uma mais-valia para a FAP. Recuando ao passado, à data do estudo e instrumentação desenvolvidos pela NLR (NLR CR 97253 L) para a FAP e no que diz respeito ao estudo de fadiga da frota Apha-Jet, rapidamente se entende que houve uma evolução desde então, pois nessa altura o estudo de fadiga baseava-se essencialmente na análise dos espectros de ocorrências acumuladas, fornecidas por contadores de por patamares.

Este considera-se um trabalho indispensável porque dará à Gestão de Frota uma visão mais concreta em relação à severidade da operação. Servirá também de suporte para o cumprimento de um dos grandes objetivos para a frota, que é passar o programa de inspeções das 1600 HV para as 2000 HV, perante aprovação do Fabricante.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Serrano, B. (2009). *Previsão do tempo de vida de fadiga da aeronave Epsilon TB-30 da FAP*. Tese de Mestrado.
- Infante, V. – Aulas teóricas (2010). *Comportamento Mecânico dos Materiais*. Instituto Superior Técnico.
- ASTM. Standard Terminology - *Relating to Fatigue and Fracture Testing*, ASTM E 1823 - 96 (Reapproved 2002), 2004.
- Branco, Carlos A. G. de Moura (1994). *Mecânica dos Materiais*. Fundação Calouste Gulbenkian, second edition.
- Meyers, M. e Chwla, K. (2006). *Mechanical Behavior of Materials*. Cambridge Press, second edition.
- Willems, N., Easley, J. T., Rolfe, S. T. (1983), *Resistência dos Materiais*, São Paulo, McGraw-Hill do Brasil.
- Bannantine, J. A., Comer, J. J. e Handrock, J. L. (1990), *Fundamentals of Metal Fatigue Analysis*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632.
- ASTM. Standard Terminology - Standard Practices for Cycle Counting in Fatigue Analysis, ASTM E 1049 – 85 (Reapproved 1997).
- Reed, S., *Structural Integrity usage monitoring capability development*, DSTL/CR53447 V1, 4 March 2011.
- Agard conference proceedings 506, *Fatigue Management (La gestion de la Fatigue)*, AGARD-CP-506, Advisory Group for Aerospace Research and Development, May 1991.
- Sturgeon, R. and Mitchell, C. G. B., R.A.E., *Fatigue Meters and Counting Accelerometers*, Royal Aircraft Establishment Technical Memorandum Structures 718, March 1968.
- Sturgeon, R., *Operational Flight Load Measurement using R.A.E. fatigue load meters*, Royal Aircraft Establishment Internal Memorandum Number Structures 543, July 1962.

- Guo, J., Penmetsa, R. and Smarslok, B., Tuegel, E., *Determining Most Likely Flight Profiles from Aircraft Usage Data for Damage Prognosis*, AIAA 2011-1839, 4 - 7 April 2011, Denver, Colorado.
- Nyquist, H., *Certain topics in telegraph transmission theory*, *Trans. AIEE*, vol. 47, pp. 617–644, April 1928
- Silva, João Pedro, Major EngAer, *Relatório do Tirocínio EngAer 2002/3*, Abril 2003.
- Perking, C., (1959), *Flight Test Manual*, Pergamon Press, In AGARD, Advisory Group for Aerospace Research and Development.
- *Guide d'instruction* (1985 -1988) – Cours – Pilotes - Epsilon Aerospatiale, 92 págs.
- CEAT, *Epsilon - Documents de Synthese Suite a la Campagne d'Essai de Fatigue*, Socata, Dezembro 1995.
- *Generation of Stress Sequences to be used in Fatigue Analyses/Tests for the Alpha-Jet Aircraft*, NLR CR 97253 L, National Aerospace Laboratory.

1 As missões restantes são missões recolhidas do tipo B1, Q1, Q4 e TRM

Emissão de Certificados -Tipo para Aeronaves *Legacy*



Autor: João Farto, Alferes Aluno do Mestrado Integrado
na Especialidade de Engenharia Electrotécnica
Academia da Força Aérea Portuguesa, Sintra

Orientadora: Maria da Luz Neves Madruga Alves dos Santos de Matos,
Tenente Coronel Engenheira Aeronáutica
Direção de Engenharia e Programas, Força Aérea Portuguesa

Coorientadores: Teresa Maria Bettencourt Cabral, Tenente Coronel
Engenheira Aeronáutica
Direção de Engenharia e Programas, Força Aérea Portuguesa

Ricardo Alexandre Fernandes Machado, Capitão Engenheiro Aeronáutico
Direção de Engenharia e Programas, Força Aérea Portuguesa

Resumo: No Regulamento nº539/2014 de 5 de Dezembro, Regulamento de Base em Matéria de Aeronavegabilidade no Âmbito da Defesa Nacional, encontram-se definidos os requisitos de aeronavegabilidade em Portugal. Com base no artigo 8º do Regulamento nº539/2014, as aeronaves necessitam de possuir Certificado de Aeronavegabilidade bem como Certificado-Tipo Militar (MTC), não obstante o seu período de implementação, para operar em território nacional.

Este trabalho tem como um dos objetivos avaliar a aplicabilidade do EMAR 21 na emissão de MTC para aeronaves *Legacy*. Os restantes objetivos consistem em investigar os procedimentos existentes no âmbito da emissão de MTC, tanto na aviação militar como civil, por outras Autoridades Aeronáuticas. Desenvolver um modelo de emissão de MTC para aeronaves *Legacy* incluindo a elaboração de um modelo de *Military Type Certificate Data Sheet* (MTCDS) aplicável a aeronaves de asa fixa na Força Aérea Portuguesa (FA). Para ambos os modelos foi tido como caso de estudo o Sistema de Armas F-16MLU. O Sistema de Armas (SA) F-16MLU Lockheed Martin constitui-se como objeto de análise neste trabalho que, por ser uma aeronave a operar há vários anos, se considera como aeronave *Legacy*, não tendo sido exigidos, aquando da sua criação, os atuais requisitos de aeronavegabilidade na regulamentação.

A metodologia seguida para se alcançarem esses objetivos consiste na investigação dos procedimentos praticados a nível internacional para a emissão de MTC, tanto para aeronaves militares como para civis. Esta informação conjugada com a recolha de dados técnicos referentes ao Sistema de Armas em estudo, F-16MLU, contribui para a elaboração do processo que se pretende criar com os respetivos MTCDS e MTC.

Conclui-se, com este trabalho, que a emissão de MTC para aeronaves *Legacy* não pode seguir o mesmo processo de certificação que uma aeronave que cumpra com os requisitos atuais, focando-se mais na recolha de informação junto do fabricante. Os MTC podem ser emitidos pela Autoridade de conceção ou pela Autoridade Aeronáutica Nacional caso reconheça a Autoridade de conceção. Conclui-se também que é importante identificar o *Type Certificate Holder* (TCH) que, perante a informação recolhida, na maioria dos países analisados o TCH fica num organismo da Defesa.

Os principais contributos relativos a este trabalho residem na criação de um modelo de TCDs aplicável a aeronaves de asa fixa, sejam elas *Legacy* ou não. A recolha de informação efetuada permite identificar as bases de certificação do SA F-16MLU. Face à informação obtida são apresentadas propostas relativas à posição do TCH no contexto do SA F-16MLU. Por último, este trabalho permitiu efetuar uma avaliação da aplicabilidade do EMAR 21 no âmbito da emissão de MTC para aeronaves *Legacy*. Como proposta para trabalhos futuros recomenda-se a aplicação do modelo criado a outros SA da Força Aérea Portuguesa, não só de asa fixa, mas também adaptando para SA de asa rotativa.

Palavras-chave: Aeronavegabilidade, Aeronaves *Legacy*, Certificado-Tipo Militar, Força Aérea Portuguesa, *Military Type Certificate Data Sheet*.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

O impulso que a aviação sofreu com as duas grandes Guerras Mundiais levou a um enorme crescimento da atividade aérea. Entre aviação civil e militar, o povoamento do espaço aéreo atingira níveis inéditos, resultando num aumento natural do número de acidentes (Hallion, 2004).



Fig. 1 - Formação de aeronaves P-40 durante a WWII

A preocupação gerada por estes acontecimentos levou a que as nações atuassem para impor regulamentações numa aérea praticamente livre de regras, sendo exemplo disso a Convenção de Chicago (ICAO, 2015 a). A segurança começava a ganhar um papel de destaque na aviação tornando-se, hoje em dia, quase numa obrigação moral. Houve a necessidade de clarificar a fronteira entre a aviação militar e a aviação civil para que se estabelecesse uma visão comum em que a segurança fosse tida em máxima consideração. Esse facto levou a uma uniformização de normas e à imposição de regras para as aeronaves militares.

As regras da aviação civil tiveram o seu início no ano de 1944, aquando da Convenção de Chicago e o estabelecimento da ICAO, posteriormente com a Federal Aviation Administration (FAA), a Joint Aviation Authority (JAA) e finalmente a European Aviation Safety Agency (EASA). Para o meio militar, cada país e cada ramo estabeleceram as suas próprias normas, sendo que a harmonização destas só se tornou relevante em 2008, na Europa, com o Fórum MAWA da EDA para o domínio da aeronavegabilidade.

A Força Aérea (FA), como um dos operadores de aeronaves militares em Portugal, tem como função a coordenação dos meios que tem ao dispor de modo a desempenhar as missões necessárias. Esta coordenação engloba, não só as responsabilidades de assegurar a prontidão dos meios existentes para as diferentes situações, como também assegurar as condições de manutenção ideais para as aeronaves (MDN, 2014 a). Isto implica controlar a manutenção das aeronaves de uma forma contínua e permanente durante o seu ciclo de vida. A manutenção das aeronaves não se esgota nas componentes técnicas que dela advêm. O cumprimento da legislação e da regulamentação em vigor ganha, hoje em dia, cada vez mais, um papel de destaque.

O objetivo final mantém-se: aumentar os níveis de segurança da aviação militar, sendo que para isso é necessário atingir uma harmonização entre as normas em vigor na aviação civil com as da aviação militar.

A representação da Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN) em fóruns internacionais, nomeadamente o Fórum MAWA, advém do comprometimento político dos Ministros da Defesa (MOD) dos países da EDA no desenvolvimento e implementação dos European Military Airworthiness Requirements (EMAR) através das Autoridades Militares de Aeronavegabilidade nacionais. É neste âmbito que surge o requisito da certificação

da aeronavegabilidade das aeronaves. A garantia dos processos de certificação da aeronavegabilidade visa não mais do que reforçar os níveis de segurança da aviação militar. Os Certificados-Tipo (TC) e, posteriormente, os Certificados de Aeronavegabilidade (CdA) que deles advêm, são a garantia do cumprimento dos processos de certificação de aeronavegabilidade. A aplicação dos EMAR terá também reflexo em Portugal onde serão criados regulamentos para aplicação dos requisitos definidos pelo Fórum MAWA em Portugal. No âmbito da aviação militar, Portugal terá igualmente de implementar e emitir os certificados necessários aos seus SA.

A Lei nº 28/2013, de 12 de abril, define as competências, a estrutura e o funcionamento da Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN) e estabeleceu que esta entidade é:

“responsável pela coordenação e execução das atividades a desenvolver pela Força Aérea, na regulação, inspeção e supervisão das atividades de âmbito aeronáutico na área da defesa nacional.” (MDN, 2013)

Passa, portanto, a AAN a ser a entidade competente em matéria de aeronavegabilidade para a aviação militar em Portugal.

Neste âmbito, a AAN é a autoridade competente para, nomeadamente, emitir certificados de aeronavegabilidade para as aeronaves militares e certificar as entidades nacionais no âmbito da aeronavegabilidade das aeronaves militares (MDN, 2014 b). À semelhança da aviação civil, a certificação das aeronaves militares passou a ser regulada, não obstante as suas condições de implementação. Conforme estabelecido no artigo 8º do Regulamento nº 539/2014, de 5 de dezembro, Regulamento de Base em Matéria de Aeronavegabilidade no âmbito da Defesa Nacional:

“uma aeronave só pode operar se possuir um certificado de aeronavegabilidade válido. Este certificado é emitido quando o requerente demonstra que a aeronave está conforme o projeto-tipo aprovado no seu certificado-tipo militar e que a documentação, inspeções e testes pertinente demonstrem que está em condições de funcionamento seguro.” (MDN, 2014 b)

Desta forma tornou-se necessário avaliar a aplicação destes requisitos. Contudo, para a maioria das aeronaves militares antigas em operação, designadas doravante de *Legacy*, não existem evidências da existência de certificados-tipo militares nem de certificados de aeronavegabilidade emitidos por uma autoridade competente. Nesta situação inclui-se o SA F-16 MLU português.

1.2 Objetivos

Neste contexto, os objetivos do presente trabalho consistem em:

- Avaliar a aplicabilidade do EMAR 21 no âmbito da emissão de TC para aeronaves *Legacy*;
- Estudar quais os requisitos aplicados no âmbito da emissão de TC, não só na aviação militar, como na aviação civil;
- Verificar como é que os requisitos para emissão de TC são aplicados por outras Autoridades Aeronáuticas estrangeiras;
- Desenvolver um procedimento de emissão de TC, pela Autoridade Aeronáutica Nacional e respetivo modelo para aeronaves *Legacy*, no qual se inclui a aplicação prática no caso de estudo do SA F-16MLU.

2 CONCEITOS E REGULAMENTAÇÃO

2.1 Aeronavegabilidade

Existe um consenso em relação à definição do termo Aeronavegabilidade. Trata-se de um conceito amplamente divulgado e debatido, quer na aviação civil, quer na aviação militar. Segundo o Fórum MAWA a definição de aeronavegabilidade é:

The ability of an aircraft, or other airborne equipment or system, to operate in flight and on ground without significant hazard to aircrew, ground-crew, passengers (where relevant) or to other third parties. (EDA, 2013)

De uma forma resumida significa que uma aeronave cumpre os requisitos de segurança necessários para operar sem por em risco o bem-estar do pessoal que esteja, ou não, relacionado com a aeronave.

O cumprimento dos requisitos acontece sob a forma de um Certificado de Aeronavegabilidade que é atribuído a cada número de cauda, documento este que subentende o cumprimento dos requisitos a nível de conceção e produção.

A segurança é um pilar importante da sociedade atual, uma exigência que se impõe em tudo o que se faz. Na aviação essa exigência tem especial peso, dado que os danos possíveis de serem causados são imensos, tanto a nível material como principalmente, a nível de perda de vidas humanas.

Esta necessidade de segurança levou à necessidade de um controlo rigoroso dos processos de certificação de aeronavegabilidade. A inexistência de riscos significativos para a operação por parte de uma aeronave significa que, em princípio, esta cumpre com os requisitos de aeronavegabilidade.

Estes requisitos são estabelecidos pelas Autoridades Aeronáuticas competentes de cada país e pretendem reduzir, ao máximo, o risco de ocorrência de acidentes durante as operações das aeronaves.

Em Portugal a certificação de aeronavegabilidade de aeronaves civis fica à responsabilidade da Autoridade Nacional de Aviação Civil (ANAC) e da EASA. O facto de esta se encontrar bastante regulada a nível internacional (ex: EASA), leva a uma rápida atuação por parte da ANAC. A certificação nacional de aeronavegabilidade militar fica, desde 2013, a cargo da AAN que foi criada com o propósito de regular, inspecionar e supervisionar a aviação militar em Portugal.

Dentro do conceito de aeronavegabilidade, em termos do tempo de vida de uma aeronave, também é possível dividir em duas vertentes diferentes: a aeronavegabilidade continuada e aeronavegabilidade permanente. (EMAR 21, 2014)

A primeira aborda as etapas iniciais da vida de uma aeronave, deste a sua conceção, até entrar em serviço, o que inclui todos os testes, ensaios, possíveis alterações ao projeto inicial e o acompanhamento ao longo do ciclo de vida da aeronave. A aeronavegabilidade permanente diz respeito às ações que a aeronave necessita de cumprir para, durante o seu tempo de serviço, respeitar os requisitos de aeronavegabilidade em vigor e se mantenha em condições de operação segura. A aeronavegabilidade permanente abrange igualmente as qualificações necessárias aos mecânicos que certificam ações de manutenção, às entidades de formação em matéria de manutenção, da manutenção das aeronaves e da gestão de aeronavegabilidade permanente.

2.2 Entidade de Referência

Para se poder falar de Aeronavegabilidade e do mundo da sua certificação é importante perceber quem são os intervenientes em todos estes processos. Com competências diferentes e públicos alvo distintos, cada uma das organizações e autoridades, a seguir mencionadas, possui papéis importantes neste quadro

complexo que é a aviação mundial. Convém mencionar que, a nível mundial, as entidades não se esgotam nas organizações aqui mencionadas. Com o evoluir da aviação, foram surgindo autoridades, a nível interno de cada país, de modo a que estes países pudessem cumprir com a regulamentação e orientações provenientes das organizações internacionais. Neste trabalho apenas foram referidas as organizações que direta ou indiretamente possuem algum tipo de efeito no problema em estudo. Através da

Fig. 2, consegue-se ter a noção da forma como as organizações intervenientes se relacionam entre si e quais são interdependentes umas das outras.

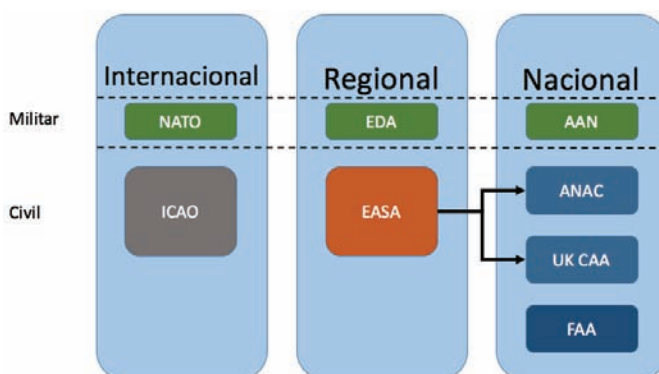


Fig. 2 - Relação entre organizações intervenientes no processo de certificação de aeronavegabilidade

2.3 EASA Part 21

Uma das competências da EASA é a de criar regulamentação no âmbito da aeronavegabilidade, nomeadamente, o Anexo I do Regulamento (EU) N° 748/2012 da Comissão Europeia, o PART 21. Regulamentação que é emitido pelo Parlamento Europeu. Este Anexo veio substituir o já existente JAR 21, mantendo, no entanto, os mesmos requisitos.

Pelo facto de o foco deste trabalho residir na emissão de Certificados-Tipo para aeronaves, o documento de referência utilizado foi o PART 21.

O Anexo aborda a certificação de aeronaves, produtos, partes, equipamentos e *software* relacionados e as organizações de conceção, produção e ensaios em voo encontrando-se enquadrado na componente da aeronavegabilidade continuada.

O PART 21 da EASA contém catorze subpartes.

2.4 EMAR 21

Os *European Military Airworthiness Requirements* (EMAR), tal como o EMAR 21, “*Certification of Military Aircraft and Related Products, Parts and Appliances, and Design and Production Organisations*”, são documentos que pretendem atingir uma uniformização de procedimentos e requisitos de aeronavegabilidade para os países que fazem parte do MAWA, de modo a permitir um reconhecimento entre os Estados Membros. A primeira versão do EMAR 21, a 0.1, foi dada para consulta no ano de 2011 e desde então que tem sofrido alterações de forma a se evoluir para se acompanhar as várias evoluções do PART 21 da EASA. Ao contrário da EASA, a EDA não possui capacidade de regular, o que implica que os EMAR mais não são do que linhas orientadoras que pretendem harmonizar a atuação dos diferentes Estados Membros.

Pelo facto da EDA não possuir um carácter regulador, a responsabilidade de implementar os EMAR cabe aos respetivos Estados Membros e às suas Autoridades, através de regulamentação nacional.

3 CERTIFICAÇÃO DE AERONAVEGABILIDADE

3.1 Certificados-Tipo

Colocar uma aeronave em condições de operação é um projeto complexo com inúmeras etapas, tanto no aspeto técnico como documental. A uniformização de procedimentos na aviação, quer civil quer militar, leva a que se tenham imposto regras de certificação de aeronavegabilidade nas aeronaves, outros produtos e peças. A Aeronavegabilidade de uma aeronave é demonstrada com a presença de documentação que a acompanha, como o Certificado de Aeronavegabilidade (CdA), atribuído a cada aeronave, e o Certificado-Tipo (TC) que o sustenta.

O TC está associado a um modelo geral de aeronave que estipula, face à sua Base de Certificação (TCB), as características que esse modelo precisa de cumprir. Consiste num documento, através do qual a Autoridade Aeronáutica confirma que o Projeto de Tipo proposto está em conformidade com todas as condições e requisitos por ela impostos. Estes requisitos de aeronavegabilidade impostos encontram-se expostos num documento que representa a TCB.

O Projeto Tipo de um produto que vai ser sujeito a certificação deve estar de acordo com os requisitos presentes na regulamentação em vigor (e.g. PART 21), (EASA, 2013 a). Quando o Projeto Tipo é presente à Autoridade, para verificação da sua conformidade, este deve ser composto por um conjunto de informações descritivas da aeronave.

O processo que leva à emissão do TC, apesar de complexo, pode ser descrito de uma forma razoavelmente simples em quatro fases mencionadas por Florio (2011). São quatro fases bastante generalizadas que possuem vários sub etapas nelas incluídas:

- Fase I – Familiarização da componente técnica e estabelecimento de uma Base de Certificação;
- Fase II – Acordo do Programa de Certificação;
- Fase III – Avaliação do cumprimento;
- Fase IV – Relatório final e emissão do Certificado-Tipo.

3.2 DOA

O requerimento para a emissão de um Military Type Certificate é conduzido pela entidade interessada, sendo que a emissão do MTC fica à responsabilidade da Autoridade de Aeronavegabilidade competente. Esta entidade, a Entidade de Conceção é a responsável pela conceção das aeronaves tal como das peças e deve demonstrar que estas se encontram de acordo com os requisitos estabelecidos. Para realizar esta tarefa é necessário que seja uma entidade com as competências técnicas necessárias e isso é demonstrado através da posse de um Design Organization Approval (DOA) que é atribuído pela EASA, no caso da aviação civil na Europa. Esta necessidade encontra-se expressa no Anexo EASA PART 21:

“Any organization applying for a type-certificate or restricted type-certificate shall demonstrate its capability by holding a design organization approval, issued by the Agency in accordance with Subpart J “(21.A.14 (a)). (EASA, 2013 a).

Na aviação militar serão as Autoridades de Aeronavegabilidade de cada país a certificar os DOA.

3.3 Legacy

Uma aeronave *Legacy*, segundo o EMACC Guidebook, é uma aeronave que já se encontre em operação e certificada, quer formal ou informalmente, antes da aplicação do EMAR 21.

Uma aeronave militar *Legacy* apresenta vários desafios no que à sua certificação diz respeito. Um deles está relacionado com a emissão de TC. Este processo acontece durante a fase de concepção de uma aeronave. No caso de um *Legacy*, quando este não o possui, existem três opções possíveis:

- O TC existe, mas o DOA/fabricante não o forneceu ao operador da aeronave, sendo assim possível tentar obtê-lo através do DOA original;
- Não existe TC e terá de ser dado início a um processo emissão de TC por parte de um DOA atual;
- Não emissão do TC.

A principal dificuldade que se verifica no caso dos *Legacy* está relacionada com a existência, ou não, de informação documental proveniente da entidade competente, as denominadas bases de certificação. Outra dificuldade está relacionada com a identificação do TCH inerente à emissão do TC. O fabricante da aeronave pode não estar interessado em se assumir como TCH, devido às obrigações que tem de cumprir. Os operadores das aeronaves têm de obter a documentação necessária à emissão de TC e foi nisso que consistiu este trabalho para o caso do F-16 MLU.

3.4 Type Certificate Holder

Aquando da emissão do TC para uma aeronave este fica na posse de uma entidade que é o Type Certificate Holder (TCH). Este TCH possui diversas responsabilidades, nomeadamente, no âmbito da deteção de falhas, anomalias e ocorrências nas aeronaves. O TCH deve possuir um sistema de deteção, recolha, investigação e análise de informação referente a qualquer falha ou anomalia que possa ter efeito na aeronavegabilidade da aeronave e deve comunicar à Autoridade competente essas mesmas ocorrências. Em situações em que são detetadas anomalias ou falhas aquando da concepção da aeronave, é da responsabilidade do TCH comunicar à Autoridade competente toda a informação referente a estas, bem como possíveis causas. Quando Autoridade competente emite ou adota uma Airworthiness Directive (AD), cabe ao TCH disponibilizar os meios para fazer cumprir o que se encontra na respetiva AD. O TCH possui toda a informação referente à aeronave, não só do processo de concepção, mas também os registos históricos de inspeções e manutenções, bem como todos os manuais técnicos associados à aeronave. Por fim, é o TCH o responsável por assegurar a aeronavegabilidade permanente da aeronave ao longo de todo o seu ciclo de vida (EDA , 2014 b). As aeronaves *Legacy*, ao não possuírem um TC, por inerência não possuem também um TCH atribuído. Face a esta inexistência e abordando uma possível emissão de TC para estas mesmas aeronaves, surgem algumas hipóteses possíveis relativas à posição de TCH:

- O fabricante passa a assumir as responsabilidades de TCH da aeronave, assumindo as funções de DOA com a responsabilidade técnica durante o ciclo de vida da aeronave;
- Contratação à indústria, que não o fabricante, para desempenho de funções de TCH sendo que, essa mesma indústria, terá também as funções de DOA. Terá de existir uma relação com o fabricante de modo a cumprir com as responsabilidades de TCH ou ser detentor da informação de concepção para assegurar essas mesmas responsabilidades;

- As funções de TCH fiquem no seio da Defesa do país operador, Ministério da Defesa, havendo depois uma subcontratação à indústria/fabricante, caso necessário, das funções DOA para assegurar os aspetos técnicos ao longo do ciclo de vida das aeronaves;
- As funções de TCH fiquem na Defesa, nomeadamente o Ministério da Defesa, perante uma situação de rescisão voluntária do fabricante, ou outra indústria, das funções de TCH. Esta situação pode acontecer aquando da rescisão voluntária do TCH (Florio, 2011);
- Escolha de não emissão de TC para aeronaves *Legacy*, levado a que não haja um TCH.

4 CASE STUDY - EMISSÃO DE UM CERTIFICADO-TIPO

Foi elaborada uma proposta de emissão de um TC que possa depois ser aplicada ao SA F-16 MLU da Força Aérea Portuguesa.

A componente prática envolveu a criação de uma *Type Certificate Data Sheet* (TCDS) e para tal, foi necessário a recolha de informação técnica relativa à aeronave F-16MLU, obtida através da consulta das *Technical Orders* do SA F-16MLU. O último passo para a elaboração da TCDS, e também o mais complicado, foi o mapeamento do historial da aeronave. A inexistência de informação levou ao estabelecimento de inúmeros contactos, nomeadamente o *Senior National Representative* (SNR) e o *Senior Country Representative* (SCR), de forma a conseguir recolher a informação adequada.

Depois de concluída a TCDS procedeu-se à sua análise e comparação com modelos existentes para outras aeronaves, de forma a testar a sua viabilidade e aplicabilidade noutros cenários além do SA F-16MLU.

5 RESULTADOS E CONCLUSÕES

Face aos objetivos propostos para este trabalho, foi possível obter informação proveniente de autoridades de aeronavegabilidade de diversos países. O conhecimento da realidade existente nesses mesmos países serviu de referência para a proposta de TC que se elaborou. A informação obtida focava-se nas aeronaves *Legacy* e sua definição, segundo as diferentes autoridades de aeronavegabilidade, e como, para essas mesmas aeronaves, se procedia à emissão dos TC. Comparando as três aeronaves verifica-se que o modelo criado é completo o suficiente para conseguir albergar as características tanto de caças, como aeronaves de transporte. Pode-se dizer que este modelo criado é caracterizado por ser mais conservador do que os modelos existentes e pesquisados, mas que oferece margem de manobra suficiente para poder ser utilizado como referência para inúmeros SA de aeronaves de asa fixa. O produto final, a TCDS, encontra-se no Anexo G da Tese. No entanto, devido à existência de informação classificada, este foi classificado de “Reservado” e, portanto, não consta na versão desta dissertação disponível para publicação.

Os resultados obtidos ao longo deste trabalho manifestam-se, de uma forma mais visível, segundo a forma dos modelos de TC e TCDS criados e identificação do TCH. Através da recolha de modelos utilizados por várias entidades, tanto o modelo de TC como o de TCDS reúnem a maior quantidade possível de informação de forma a que sejam facilmente adaptados a diversos SA da FA. A identificação do TCH constitui uma componente importante no processo de emissão de TC. Esta importância está alicerçada nas mais valias que um TCH, com os respetivos TC e TCDS, possuem. Inerente à existência de um TC encontra-se

o acesso às bases de certificação das aeronaves e as responsabilidades que recaem sob o TCH durante o ciclo de vida das mesmas. Analisados os procedimentos na aviação civil, conclui-se que o fabricante se constitui, de forma geral, como o TCH das aeronaves. Na aviação militar o cenário não é tão linear. O TCH poderá ficar dentro da Defesa, o que implicaria a criação de um DOA ou a subcontratação de um DOA competente, nomeadamente o fabricante. Esta hipótese implica uma ligação com o fabricante, caso o DOA não seja o próprio. Este DOA irá assegurar as tarefas do âmbito técnico. De uma forma geral quem ficaria como TCH seriam os *Program Office*, gabinetes de programa de cada aeronave. A segunda hipótese recai no facto de o TCH ser contratado à indústria. No caso prático desta tese, surgem então duas alternativas:

- Verificar a possibilidade, junto da *Lockheed* ou da USAF, de estas se tornarem TCH para o SA F-16MLU;
- Estabelecimento de um organismo da Defesa como TCH com a possível criação ou subcontratação de um DOA competente, nomeadamente a *Lockheed* ou USAF.

No âmbito da problemática da identificação do TCH, a segunda hipótese apresentada, relativa ao estabelecimento de um organismo da Defesa como TCH, retiram-se conclusões face a cenários possíveis. A nível interno a Gestão de Sistema de Armas do SA F-16MLU encontra-se a cargo da 1ª Repartição da DMSA que se pode considerar como o *Program Office* do SA do F-16MLU. Em parceria com os elementos SCR e SNR colocados nos EUA, é a 1ª Repartição a responsável por contactar com os fabricantes e respetivos contratos de suporte técnico e publicações técnicas. Utilizando os procedimentos da USAF, seria a 1ª Repartição da DMSA o TCH do SA F-16MLU. As responsabilidades inerentes ao TCH impedem, no entanto, que a 1ª Repartição se assuma como TCH por si só. A componente de acompanhamento técnico ao longo de todo o ciclo de vida das aeronaves e valências em áreas de modificação leva a que seja necessário uma entidade considerada DOA assegure essa componente. Dentro da FA surge a DEP como entidade elegível para desempenhar tais tarefas. As capacidades da DEP, equivalentes às valências de um DOA, levam a que esta seja uma mais valia para a agregação do TCH. Conclui-se que para este cenário se tornar realidade teria de existir uma mudança na realidade da FA relativa à DEP. Esta mudança está relacionada com a possibilidade de a DEP assumir os programas de aquisição das aeronaves levantando, associado a isto, a problemática de se ter de estabelecer programas dedicados a todos os SA da FA. A identificação do TCH como uma parceria entre DEP e 1ª Repartição da DMSA, ou sendo o CLAFA que agregando as competências das duas Direções se assuma como TCH, leva a que seja essencial que a 1ª Repartição da DMSA assegure as responsabilidades técnicas no âmbito dos fabricantes. A 1ª Repartição da DMSA ao possuir os contratos com os fabricantes, com o suporte técnico que daí advém, deve assegurar que estes incluam as responsabilidades no apoio técnico durante o ciclo de vida destas aeronaves.

Face ao trabalho realizado, conclui-se que o processo de emissão de TC para aeronaves *Legacy* não pode seguir o processo de certificação de uma aeronave que cumpra com os atuais requisitos de aeronavegabilidade. Este facto iria implicar a realização de testes e tornar-se-ia num processo dispendioso e complicado. Conclui-se que a informação recolhida se revela importante e necessária para o processo de emissão de TC, nomeadamente no âmbito da aplicação do TCDS aos SA. Para a emissão de TC, os requisitos de aeronavegabilidade aquando da conceção das aeronaves consideradas *Legacy* são diferentes dos requisitos atuais, por isso, existe a necessidade de identificar o TCH. No caso de aeronaves *Legacy* conclui-se que o TC poderá ser emitido para a indústria ou para um organismo dentro da Defesa. Estes TC poderão ser emitidos pela Autoridade de Conceção da aeronave ou ser emitidos pela AAN, caso esta reconheça a Autoridade de conceção. A informação referente a outros países permitiu concluir que na maioria dos casos o TC emitido ficará dentro de um organismo da Defesa do respetivo país. Concluiu-se que, devido à data de

conceção das aeronaves consideradas *Legacy*, se os requisitos e responsabilidades atuais não eram impostos na altura, dificilmente serão agora, levando a que, a indústria raramente aceite ser TCH para aeronaves *Legacy* restando, por isso, a organismos da Defesa que tornem os TCH.

Em relação à aplicabilidade do EMAR 21 para a emissão de TC para aeronaves *Legacy*, conclui-se que, face à informação recolhida ao longo deste trabalho, existiu informação necessária que não foi possível obter para a apropriada emissão do TC. Conclui-se que a emissão de TC para aeronaves *Legacy* não é um processo direto e linear e que é necessário um estudo mais aprofundado para este tipo de aeronaves de forma a se colher eventuais diversidades que possam existir. Os principais contributos deste trabalho residem na criação de um modelo de TC e de TCDS que se crê possível aplicar, não só a aeronaves *Legacy*, como também às não *Legacy*. A investigação levada a cabo durante o desenvolvimento deste trabalho resultou na identificação das bases de certificação originais do SA F-16MLU. Foi possível tomar conhecimento de modelos de TCDS para aeronaves militares que não possuíam versão civil, tornando-se evidente as especificações militares nelas presentes. Por último, mas não menos relevante, a soma de toda a informação recolhida permite a elaboração de recomendações para futura implementação do PMAR 21 no que diz respeito às aeronaves *Legacy*. A certificação de aeronavegabilidade dos SA *Legacy* da FA representa mais um passo para a uniformização da condição da aviação militar em Portugal com os requisitos das entidades internacionais. A AAN, como entidade reguladora pela aviação militar em Portugal, tem como missão assegurar que a aviação militar continue a pautar pela segurança e que instituições como a FA continuem a desempenhar as suas missões cada vez com menores riscos associados.

6 BIBLIOGRAFIA

- AAN. (2015). *Autoridade Aeronáutica Nacional*. Obtido em Agosto de 2015, de <http://www.aan.pt/subPagina-AAN-001.007-aan>
- AFMC. (12 de May de 2011). AFI 62-601. **Air Force Instruction 62-601**, 29. USA, USA: Air Force Materiel Command.
- ANAC. (12 de Janeiro de 2015). CIA Nº: 02/15. **Circular de Informação Aeronáutica**, 8. Lisboa, Portugal: ANAC.
- Department of Defense. (28 de March de 2003). MIL-HDBK-514 Handbook. **Operational Safety, Suitability, & Effectiveness for the Aeronautical Enterprise**, 110. USA, USA: Department of Defense.
- EASA . (17 de July de 2013 b). TCDS A400M. **Type Certificate Data Sheet No. EASA.A.169 A400M**, 4, 18. Madrid, Espanha: EASA.
- EASA. (Maio de 2013 a). PART-21 + AMC and GM. **PART-21 Certification of aircraft and related products, parts and appliances, and of design and production organisation**, 648. EASA.
- EDA . (29 de Janeiro de 2014 a). EMACC Guidebook. **European Military Airworthiness Certification Criteria guidebook**, 1.0, 36. EDA .
- EDA . (23 de September de 2014 b). EMAR 21. **Certification of Military Aircraft and Related Products, Parts and Appliances, and Design and Production Organization**, 1.1, 114. Military Airworthiness Authorities Forum.FAA.
- (2015). *Federal Aviation Authority*. Obtido em Agosto de 2015, de <https://www.faa.gov/about/>
- Florio, F. d. (2011). *Airworthiness: An Introduction to Aircraft Certification*. 2. USA: Elsevier.
- Hallion, R. P. (2004). *Remembering the Legacy: Highlights of the First 100 Years of Aviation*. *The Bridge*, 34.
- ICAO . (2013 b). *Safety Management Manual (SMM)* - Doc 9859. 3. Montréal, Quebec, Canadá: ICAO.
- ICAO. (July de 2008). Annex 16. **Environmental Protection Volume I Aircraft Noise**, 1, 5, 224. ICAO.
- ICAO. (2015 a). *International Civil Aviation Organization*. Obtido em Outubro de 2015, de <http://www.icao.int/secretariat/TechnicalCooperation/Pages/history.aspx>
- Machado, R. (Abril de 2009). Tese de Mestrado . **Aeronavegabilidade e Certificação de Aeronaves Militares da Força Aérea Portuguesa**. Portugal: Academia da Força Aérea.

MDN. (12 de Abril de 2013). Lei nº28/2013 de 12 de Abril. *Define as Competências, a Estrutura e o Funcionamento da Autoridade Aeronáutica Nacional*, 3. Portugal.MDN. (29 de Dezembro de 2014 a). Decreto-Lei n.º 187/2014. *Lei Orgânica da Força Aérea*. Portugal.

MDN. (05 de Dezembro de 2014 b). Regulamento nº 539/2014 de 5 de Dezembro. *Regulamento de Base em Matéria de Aeronavegabilidade no âmbito da Defesa Nacional*. Portugal: Ministério da Defesa Nacional.

Parlamento Europeu e o Conselho. (15 de Julho de 2002). Regulamento (CE) n.o 1592/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Julho de 2002. 21.

USAF Airworthiness. (11 de June de 2010). AFD 62-6. **Air Force Policy Directive 62-6**, 6. USA: Secretary of the Air Force.

Vaz-Tê, I. (30 de Janeiro de 2014). Certificados de Aeronavegabilidade. **Emissão de Certificados de Aeronavegabilidade para os Sistemas de Armas da Força Aérea**, 140. Portugal: Academia da Força Aérea.

Alterações autonómicas e cardiovasculares em meio de simulação de Microgravidade



Autor: Rui Caetano Garcês, Alferes Aluno do Mestrado Integrado
na especialidade de Medicina Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra
Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa

Orientador: Professora Doutora Isabel Rocha
Instituto de Fisiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de Lisboa
Cardiovascular Centre of the University of Lisbon, CCUI, Portugal
Projecto MicroG

Resumo: A adaptação ao meio microgravitacional e a consequente readaptação ao ambiente terrestre ainda colocam perguntas cujas respostas necessitam de maior suporte científico. A sua melhor compreensão permitirá desenvolver medidas que contrariem os mecanismos patológicos observados em indivíduos adaptados à microgravidade e naqueles que retornam à atmosfera terrestre como sejam a intolerância ortostática aguda, ataxia, alterações posturais, ilusões de percepção, perturbações visuais, fadiga e fraqueza generalizada.

Assim, no presente trabalho, pretende-se contribuir para o esclarecimento da matéria e validar um laboratório de estudos autonómicos para estudos fisiológicos em microgravidade simulada que irá ser a base em Portugal da rede MicroG.

Deste modo, 13 adultos jovens (>18 anos), de ambos os sexos, saudáveis e sem qualquer manifestação clínica de doença foram recrutados e incluídos no estudo após avaliação médica. Todos os indivíduos foram instruídos para não consumirem tabaco, álcool ou xantinas nas 24 horas anteriores ao teste.

O protocolo experimental teve a aprovação da Comissão de Ética da Faculdade de Medicina de Lisboa e o teste foi realizado sob consentimento informado de acordo com a Declaração de Helsínquia e a Convenção de Oviedo.

Palavras-chave: *simulação, microgravidade, cardiovascular, autonómico, baroreflexo.*

1. REVISÃO DA LITERATURA

O estudo das alterações em microgravidade pode ser conseguido através de estudo direto em meio espacial ou em voo parabólico, assim como, a partir do estudo indireto com simulação em ambiente terrestre. Neste último destacam-se as técnicas de Head Down Bed Rest (HDBR) e Head out of water immersion (HOI) ^(1,14). A HDBR é por excelência um modelo importante na investigação, já que permite a recolha de dados fidedigna, fácil e pouco dispendiosa com uma amostra significativa. ^(1,13,14)

Com a ausência de gravidade, é estabelecido fisiologicamente um novo equilíbrio hemodinâmico. Tal provoca no sistema Cardiovascular (Cv) uma importante pressão adaptativa, que se integra num conjunto de alterações fisiológicas, com disrupções em vários níveis como a regulação do volume plasmático, da hemodinâmica renal, controlo autonómico e da vasculatura. As adaptações cardiovasculares podem ser agrupadas em dois tempos, por um lado a fase aguda, no outro a componente crónica. ⁽¹⁾

1.1 Adaptação de fase Aguda;

A primeira grande alteração provocada meio MG é o desvio de volemia dos membros inferiores, com acumulação central no tórax e cabeça ^(10, 13, 14). A redistribuição de fluido cefálica, com aumento do volume intratorácico provocará uma diminuição da pressão mediastínica e pleural ^(4,6), assim como o loading dos baroreceptores cardiopulmonares e arteriais ⁽¹⁸⁾ que em conjunto irão potenciar o aumento da distensibilidade da vasculatura e da capacitância venosa pulmonar. Objetivamente é mensurável uma diminuição da pressão venosa central, aumento do volume sistólico e do débito cardíaco, aumento da distensibilidade auricular e do diâmetro ventricular esquerdo diastólico provocado pelo aumento da pressão de enchimento das cavidades. ^(7,8) As alterações supracitadas irão influenciar o aumento de pressão dos seios carotídeos, por diminuição da componente hidrostática e centralização do volume, e consequentemente

produzir uma resposta modulada pelo braço parassimpático do SNA com aumento da sensibilidade da atividade baroreflexa. ^(1,13,18)

No seguimento da resposta compensatória, a regulação do volume plasmático surge como peça fundamental na compreensão adaptação de fase aguda. A diminuição do volume efetivo (intravascular) resulta da integração dos fenómenos fisiológicos supracitados com produção de péptido natriuretico auricular (ANP) ^(1,13), em consequência da distensão auricular. O ANP irá provocar simultaneamente vasodilatação e diminuição da pressão venosa central, aumento da permeabilidade vascular, e incremento da filtração glomerular renal. Neste ultimo ponto, haverá a diminuição da Renina plasmática com consequente défice de produção de Angiotensina II, que aliado ao aporte de fluidos diminuído, à diminuição muscular e incremento da hormona antidiurética, irá ter um efeito sinérgico na perda de fluido para o meio extravascular (intersticial, linfático e intracelular) ⁽¹⁾. Esta perda de fluido efetivo é compensada pela contenção da excreção urinária de água e sódio. ⁽¹⁴⁾

O débito cardíaco e o volume sistólico estarão comprometidos, nesta altura, devido à perda da volemia efetiva, afetando a pressão arterial ($PA=CO \cdot RPT$), que se encontrará diminuída tendo em conta os valores obtidos pelos indivíduos antes da exposição ao meio microgravitacional. ⁽⁶⁾

Em suma, as principais alterações fisiológicas de fase aguda podem ser expostas em quatro pontos fundamentais, o aumento da volemia intratorácica, com, vasodilatação e aumento da capacitância venosa, perda de volume efetivo e consequente diminuição da pressão arterial.

As respostas neurais e cardiovasculares ao stress permanecem estáveis no novo meio fisiológico quando comparadas com as alterações evidenciáveis em ambiente terrestre, sendo observável um desvio simpato-vagal em prol da modulação simpática alfa-adrenérgica em detrimento da componente vagal, com aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial. Resposta sobreponível à observada antes da exposição MG. ⁽¹⁷⁾ Na análise espectral, a resposta simpatoexcitatoria pode ser verificada através do aumento de baixa frequência, diminuição de alta frequência e desvio esquerdo no rácio LF/HF. ⁽¹⁸⁾

1.2 Remodelação fisiológica;

Com a manutenção da pressão do novo ambiente, as respostas compensatórias irão transportar o organismo a equilibrar a diminuição do volume plasmático eficaz ^(15, 16) ocorrendo uma tríade de acontecimentos que levará a uma disrupção da regulação do metabolismo da água através da combinação entre a retenção sódio com balanço hídrico normal, situação que aponta para uma regulação mediada pela vasopressina. Estes factos são suportados pela evidência da supressão da atividade do canal aquaporina 2. ^(1,12)

Ficou demonstrado ⁽¹¹⁾, que o volume ventricular esquerdo se encontra aumentado na fase aguda, contudo este estado altera-se após 24-48 horas, diminuindo cerca de 10% aos valores basais, permanecendo estável após meses em meio espacial. ^(4,14) Haverá portanto uma diminuição do volume sistólico e da produção de ANP.

Aliado a este fenómeno, a ativação do eixo renina-angiotensina aldosterona e a regulação barorecetora cardiopulmonar são os principais responsáveis pela entidade da alteração metabolismo da água mediado pela vasopressina.

No que o sistema nervoso autónomo (SNA) diz respeito, através de análise espectral foi possível evidenciar que ao longo da exposição ao ambiente MG ocorre uma redução da componente de baixa frequência (modulação simpática vasomotora).

A diminuição da frequência cardíaca é interpretada como uma maior predominância do controlo parassimpático durante MG ⁽¹⁶⁾, sobretudo no que a influência vagal diz respeito. Este facto é validado pelo decréscimo da banda de baixa frequência da variabilidade frequência cardíaca com um ligeiro incremento da de alta frequência (arritmia sinusal respiratória). ⁽¹⁸⁾

No que o baroreceptor diz respeito, em MG, decorre uma dessensibilização da resposta vagal baroreflexa com manutenção do controlo simpático. Esta conclusão surgiu do reporte de diminuição do desvio padrão da variabilidade entre batimentos cardíacos e diminuição da atividade barorecetora vagal ⁽¹⁷⁾, que aponta para uma diminuição da capacidade neuronal vagal. Existe portanto uma disrupção no balanço simpatovagal com predominância da regulação simpática. ^(16, 17) No entanto estas alterações permanecem controversas na comunidade científica.

1.3 Fase Crónica;

As alterações fisiológicas em exposição crónica ao meio microgravitacional, apresenta resultados divergentes tanto na tendência das alterações como nos mecanismos subjacentes, no entanto, permanece concordante que o volume plasmático efetivo se mantém diminuído e que haja uma normalização do volume intersticial ^(5, 6).

Também a redução da massa ventricular esquerda, provocada como resposta à redução de carga miocárdica em MG ⁽¹³⁾. Os resultados mais controversos envolvem qual a tendência dos valores de pressão arterial tanto sistólica como diastólica, parecendo que as alterações evidenciadas possuem uma componente interindividual, onde a predisposição de cada individuo antes da exposição MG prevalece. ⁽¹⁶⁾

O desafio fisiológico do retorno ao stress gravitacional constitui também, um problema. Apesar dos mecanismos subjacentes à intolerância ortostática se encontrarem por esclarecer, existe suporte científico que aponta para uma influência do comprometimento neurohormonal na regulação da função cardiovascular, como fator contribuinte. A limitação da atividade vasoconstritora simpática, impede que haja uma remodelação fisiológica, reativa à diminuição do volume sistólico e enchimento cardíaco que ocorrem com a alteração do posicionamento postural. ⁽¹⁷⁾ Surge como uma disautonomia transitória que se pode expressar através de tonturas, taquicardia, intolerância a esforços médios, lipotimia e até síncope. ^(1, 16)

Ainda por esclarecer encontra-se a influência do aumento inicial e posterior diminuição do débito cardíaco em conjunto com a resistência periférica total, com a resposta sistema nervoso autónomo simpático. A dilatação da área cardiopulmonar durante voo espacial deverá produzir inibição simpática, mas por outro lado a distensão da vasculatura central induzirá diminuição de complacência vascular. Durante a diminuição do débito cardíaco e do volume sistólico, será evidenciado uma diminuição da pulsação arterial que conjuntamente com a diminuição de complacência arterial induzirá estimulação simpática. ⁽¹⁾

Neste contexto, a reserva funcional do mecanismo baroreflexo, toma preponderância, já que é um dos responsáveis pelo ajuste da pressão arterial, através das suas vias autonómicas, visando homeostasia do sistema, invariavelmente do retorno venoso do coração. ^(16, 17)

Com o intuito de reverter esta situação, existem medidas que permitem controlo parcial da entidade IO, neste espectro inserem-se perfusão endovenosa com solução salina duas horas antes da reentrada na atmosfera terrestre, a utilização de fato de pressão negativa e infusão de agentes farmacológicos. ⁽¹⁾

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Protocolo Experimental

Cada voluntário inicia o protocolo em posição supina na mesa de TILT a 0° durante 10 minutos. Ao nono minuto é realizada a primeira prova de stress mental (B1) com 60 segundos de duração, findos os quais, a cama de TILT é ajustada para protocolo de Head Down Bed Rest 6°, iniciando o período de simulação de microgravidade, com uma duração de cento e vinte minutos. Durante este período é realizada uma prova de stress mental a cada trinta minutos (B2, B3 e B4).

A mesa de TILT é, então, novamente ajustada para inclinação de 0° onde é efetuada a última prova de stress mental (B5). Após cerca de 5 minutos nesta posição é finalizado o procedimento.

Durante todo o protocolo experimental foram continuamente monitorizados e registados os seguintes parâmetros fisiológicos de cada voluntário: pressão arterial média (PAm), pressão arterial diastólica (PAd) e pressão arterial sistólica (PAs), intervalos RR (IRR) e impedância torácica de onde se retiraram as variáveis volume sistólico (Vs), débito cardíaco (DC) e resistência vascular periférica (RVP) (TaskForce monitor, CNSystems, Graz).

Prova de stress mental: A prova de stress mental é utilizada para estudar as alterações cardiovasculares, principalmente modificações de pressão arterial, decorrentes de stress psicológico (1). No presente trabalho, para a indução de stress mental utilizou-se a prova de aritmética mental. Deste modo, cada voluntário é sujeito a uma subtração sistemática a partir de um número aleatório com 3 dígitos. No caso particular deste protocolo experimental, este número foi predefinido e idêntico em cada avaliação que se efectuou em 5 momentos (B) (B1: 453; B2: 775; B3: 936; B4: 733; B5: 962).

No fim da prova foram registadas quantas subtrações cada voluntário realizou com eficácia.

2.2 Aquisição e análise de dados

A aquisição de dados, previamente definida pelo equipamento, variou consoante as características do sinal: 0.1 kHz para a pressão arterial, 1 KHz para intervalos RR e 40 kHz para impedância torácica.

Através da interface computacional FisioSinal, foram analisados 5 períodos de tempo peri-prova de stress mental: a) B1, em posição supina antes do TILT down, b) B2, B3, B4 em TILT down aos 30, 60 e 120 minutos; e, c) B5, em posição supina após TILT down. Cada um destes períodos de 5 minutos foi dividido para análise de sinal em 3 segmentos temporais: i) os 2 minutos antes do início da prova; ii) o minuto de duração da prova; e, iii) os dois minutos após o fim da prova de stress mental.

A interface Fisiosinal possui implementada uma rotina que detecta os picos de pressão arterial sistólica (PAS) e os picos das ondas R de cada complexo electrocardiográfico, de modo a calcular o intervalo RR. Deste modo, foi feita a reconstrução de uma curva de evolução temporal da PAs (sistograma) e dos intervalos RR (tacograma). Os sinais reconstruídos foram utilizados para o cálculo da variabilidade da pressão arterial (VPA) e da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), respectivamente, e para o cálculo da sensibilidade e da eficácia do baroreflexo.(2)

a) Análise da variabilidade da pressão arterial e da frequência cardíaca

Para o cálculo da VPA e a VFC foi utilizada a transformada discreta de wavelets, uma metodologia de processamento de sinal no domínio do tempo-frequência que permite a avaliação das potências de oscilação simpáticas e parassimpáticas com significado fisiológico ao longo de períodos de tempo curtos mas com duração mínima de 20s. Para cada um dos intervalos de tempos descritos acima obteve-se um espectro de potência de frequências ao longo do tempo, tendo sido isoladas duas bandas principais: a banda de altas frequências (HF: 0,15 – 0,4Hz) marcadora da actividade parassimpática e do ritmo respiratório; a banda de baixas frequências (LF: 0,04 – 0,15Hz) indicadora da actividade simpática.(2)

b) Cálculo da sensibilidade e da eficácia do Baroreflexo

A sensibilidade ao baroreflexo (SBR) foi calculada usando o método sequencial que se baseia na análise batimento-a-batimento do sistograma e do tacograma. Para isso, são identificadas as rampas de três ou mais batimentos cardíacos consecutivos nas quais houve um aumento progressivo (up-ramp) ou uma diminuição progressiva (down-ramp), de pelo menos 1 mmHg de pressão arterial sistólica (PAs). O algoritmo identifica as sequências espontâneas do Baroreflexo (eventos de baroreflexo) definidas como as rampas de pressão arterial seguidas por variações concordantes do RRI, de pelo menos 5ms, variações essas que podem estar desfasadas de 0, 1 ou 2 batimentos cardíacos (lag 0,1 e 2). Para cada evento de baroreflexo é calculado o declive da relação linear entre a rampa de PAs e os valores de RR, sendo apenas considerados como eventos de baroreflexo se existir uma forte correlação entre a PAs e o RRI (coeficiente de correlação >0,8). Assim, o algoritmo calcula os vários declives dos eventos de Baroreflexo durante todo o período da análise. A SBR corresponde ao valor médio destes declives, para cada período de análise, traduzindo assim na medida em que a FC se adapta a variações da PAs. Para cada período de análise, foi ainda calculado o índice de eficácia do baroreflexo (IEB), que é definido como a razão entre o número sequências espontâneas válidas e o número total da rampas de pressão arterial independentemente de estas serem seguidas ou não por modificações do RRI. Quanto mais elevado for o IEB maior a eficácia do reflexo baroreceptor na adaptação cardiovascular.

2.3 Análise estatística

O teste de Kolmogorov-Smirnov foi usado para testar a normalidade de distribuição das variáveis contínuas. Foram efectuadas comparações entre grupos para o mesmo período e comparações no mesmo grupo antes, depois e durante a prova de stress mental utilizando teste t-Student para dados emparelhados e ANOVA para comparações inter-grupos. Foi assumido como estatisticamente significativo (*) o valor de $P < 0.05$.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

3.1 Componente hemodinâmica

Segundo o estudo realizado por Levine e colaboradores ⁽³⁾, a transição imediata para protocolo de simulação de microgravidade provoca uma alteração do gradiente hidrostático corporal acompanhada pelo aumento da pressão de enchimento das câmaras cardíacas que ocorre com o desvio intratorácico da vo-

lémia. Este conceito ficou objetivamente suportado por um aumento de cerca de 15 % no volume sistólico com pico ao 30º minuto, com a RPT e FC a seguirem tendências semelhantes.

Em linha com o estado da arte, os resultados das variáveis hemodinâmicas no estudo atual, apontam para um desvio de volémia com acumulação intratorácica. Este facto é suportado pelo decréscimo da RPT do momento Basal para o momento inicial de exposição ao ambiente de simulação de microgravidade, acompanhado com aumento do débito cardíaco, aumento do intervalo entre despolarizações ventriculares, decréscimo da pressão arterial sistólica e diastólica. Fisiologicamente com a exposição imediata ao ambiente de microgravidade simulada (HDT), é expectável um aumento do retorno venoso provocado pela redistribuição do pool volémico oriundo dos membros inferiores para o tórax, causando um aumento transitório da pressão venosa central.^(4, 5, 6) Como consequência pode especular-se que a pressão de enchimento das cavidades cardíacas (pré-carga ventricular) estará aumentada, havendo maior volume sanguíneo acomodado nos ventrículos antes da sístole. Este fenómeno irá também forçar o alongamento das fibras do músculo cardíaco, que pelo mecanismo de Frank-Starling, condicionará uma maior contratilidade cardíaca e dessa forma esvaziamento mais eficaz da cavidade. Estes mecanismos podem explicar o aumento do volume sanguíneo bombeado em cada sístole durante o protocolo HDBR. No entanto, verifica-se, que existem paradoxos entre o observado em ambiente factual de microgravidade e o ambiente simulado.⁽⁴⁾ De facto, a pressão venosa central nos indivíduos expostos à ausência de gravidade encontra-se diminuída e, mesmo assim, o débito cardíaco e o volume diastólico final estão aumentados. Pode, assim, pensar-se numa diminuição da pressão pericárdica como resposta à diminuição, ainda maior, da pressão transmural.^(1,4) Verifica-se, portanto, que mecanismos diferentes de aumento de volume sistólico provocam alterações tendencialmente semelhantes. A alteração fisiológica provocativa do desvio volémico, terá também, importantes relações com a estimulação dos baroreceptores cardiopulmonares e arteriais, que quando estimulados pelo aumento do volume e de pressão irão influenciar, através do mecanismo de arco reflexo, resposta eferente vagal com influência negativa no cronotropismo cardíaco e na resistência vascular periférica (pós-carga ventricular).⁽⁷⁾

O volume sanguíneo ejetado em litros por minuto, mensurado na variável de débito cardíaco, poderá revelar alterações a variar entre a manutenção dos valores antes do protocolo HDT e o aumento⁽⁴⁾ dependendo do resultado entre a combinação da diminuição da frequência cardíaca (influenciada pela sensibilidade do baroreflexo da população em estudo) com aumento do volume sistólico influenciado essencialmente pela pré-carga, contratilidade miocárdica e pós-carga. A pressão arterial, por sua vez, está diretamente correlacionada com a tendência do resultado entre a variação da resistência periférica total e do débito cardíaco que constituem os seus principais determinantes. No contexto de exposição imediata a microgravidade simulada tanto a pressão arterial sistólica como a diastólica apresentam-se diminuídas^(5, 8, 9) o que aponta para que a vasodilatação exerça uma pressão mais importante que o aumento do débito cardíaco.

Depois da exposição imediata ao novo ambiente fisiológico, decorrerá a fase de remodelagem provocada pelas alterações induzidas pela nova pressão adaptativa, que ocorrerá nas 24-48 horas seguintes à exposição^(3, 4, 5). Nesse contexto, é evidenciado no estudo actual, uma alteração na tendência de todas as variáveis. O débito cardíaco e a RPT iniciam a alteração de tendência imediatamente após B1.3, mantendo-a ao longo de todo o protocolo. Os IRR atingem o seu valor máximo no momento B2 (30º minuto) e, de seguida, reverte a tendência diminuindo ligeiramente até B4. Por outro lado, PAs e PAd mantiveram a tendência descendente até B2 (valor máximo), revertendo a tendência em B3 com valores superiores aos evidenciados em basal, alterações essas, não suportadas por relevância estatística.

Segundo a bibliografia, a remodelação fisiológica ocorre pela perda de volume efetivo, que consequentemente provocará redução da pré-carga por diminuição da pressão de enchimento ventricular e diminuição do trabalho miocárdico ^(3, 4, 5, 6, 7). Estas alterações explicam a redução do volume sistólico e, também, consequentemente do débito cardíaco. Pode ser especulada uma adaptação vascular com a redução do volume efetivo, através do fenómeno de diminuição de resistência periférica total, com influência direta sobre os baroreceptores cardiopulmonares e arteriais.

Estes vão ser tendencialmente menos estimulados com a perda de volume, que através do arco baroreflexo reduzirão o tónus eferente vagal e consequentemente o encurtamento entre as despolarizações ventriculares (IRR).

As alterações evidenciadas neste estudo estão em linha com a bibliografia, no entanto, a duração do protocolo não é suficiente para ser perceptível toda a extensão das alterações da fase de remodelagem.

A manutenção das tendências e ordens de grandeza de todas as variáveis hemodinâmicas quando comparadas com o momento de antes da prova de stress, demonstram que a readaptação ao momento de repouso após momento de stress (.3) é rápido e adequado, voltando a nivelar em valores semelhantes a (.1).

3.2 Reflexo Baroreceptor

Como discutido em cima, o mecanismo adaptativo de feedback do baroreflexo constitui a pedra de toque na manutenção da homeostasia do sistema hemodinâmico nas várias fases de adaptação ao novo meio. Neste contexto, a avaliação da eficácia da sua resposta assim como a sensibilidade em meio simulado de microgravidade torna-se fundamental.

Segundo o estudo Di Rienzo et al ⁽⁷⁾, a sensibilidade do baroreflexo em fase aguda de exposição MG, vai estar aumentada. De seguida, com a fase de remodelação ocorrerá um desvio na tendência com a diminuição deste componente até valores inferiores aos encontrados em Basal. Di Rienzo et al ⁽⁷⁾, também conclui que durante o exercício com cicloergómetro a sensibilidade do baroreflexo manteve-se significativamente reduzida comparativamente ao repouso, contudo manteve a mesma resposta tanto em ambiente terrestre como em MG. Relativamente à eficácia do baroreflexo, concluiu-se que o BEI ou índice de eficácia do baroreflexo se encontrava ligeiramente mais baixo durante MG sem que este fosse significativamente diferente dos valores adquiridos em ambiente terrestre.

Em linha com a bibliografia, o estudo atual demonstra um aumento na sensibilidade Baroreflexo de cerca de 68% entre o momento B1 e B2 no segmento pré-stress (.1), contudo esta alteração não é devidamente suportada pela estatística, grande parte devido à reduzida dimensão da amostra e grande variabilidade dos valores obtidos. Quando analisada a componente de stress verifica-se a redução expectável da sensibilidade do baroreflexo e a manutenção dos valores encontrados em Basal ao longo de todo o protocolo.

Relativamente ao segmento de recuperação após provocação de stress mental (.3), verifica-se um aumento da sensibilidade do baroreflexo desde o momento B1 até ao B5. Esta evidência segue uma tendência contrária ao verificado em repouso+HDT (.1) e tem que ser integrada com a resposta da variação das variáveis hemodinâmicas de stress para pós-stress. Neste contexto, após a cessação da manobra simpatoexcitatória, haverá a fase onde as adaptações agudas ao stress vão ser recalibradas para o retorno às necessidades em repouso.

Esse momento é essencialmente mediado pelo desvio simpatovagal em prol do ramo parassimpático do SNA. Este facto irá potenciar a intensidade da resposta do baroreflexo com vista a balancear rapidamente a FC, RPT, CO e PA. No presente estudo, a manutenção das tendências e ordens de grandeza de todas as variáveis hemodinâmicas em (.3), quando comparadas com o momento de pré-stress, demonstram que a readaptação ao momento de repouso após momento de stress é efetuado de forma eficaz, voltando a nivelar em valores semelhantes a (.1).

Relativamente à efetividade do baroreflexo, os resultados obtidos neste estudo demonstram tal como Di Rienzo et al.⁽⁷⁾ a manutenção de BEI em níveis estáveis ao longo dos 120 minutos tanto no segmento de pré-stress, como em stress e pós-stress.

3.3 Sistema nervoso autónomo e variabilidade de pressão arterial e frequência cardíaca

Tal como concluído pela task force “Computational tools for assessing cardiovascular variability”⁽²⁾, a variabilidade cardíaca pode ser avaliada em função do tempo e da frequência. Atualmente, a análise espectral em ordem à frequência é amplamente utilizada pela comunidade científica no estudo do Sistema Cardiovascular. Através desta ferramenta, o espectro da frequência pode ser decomposto em dois componentes fundamentais, LF (baixa frequência) e HF (alta frequência), correspondendo a modulação simpática vasomotora e arritmia sinusal respiratória, respetivamente. Neste contexto, o aumento LF correlaciona-se com a estimulação simpática (SNS) do nódulo SA e consequente aumento da FC, enquanto a estimulação parassimpática (SNP), correspondente ao aumento de HF, potencia um decréscimo da FC.

No contexto da modulação autonómica em ambiente microgravitacional, muitas teorias têm sido formuladas, contudo não existe suporte científico numa única direção. No entanto, durante a fase aguda, na qual se integram as alterações do presente estudo, existe a evidência bibliográfica de predominância da modulação parassimpática cardiovascular^(7,8,10). Estas alterações podem ser verificadas nos segmentos de repouso e stress, onde a banda LF se encontra mais acentuada durante o protocolo HDT do que em posição supina. O segmento pós-stress mental demonstra valores constantes da fração HF compatíveis com a resposta parassimpática à readaptação pós-provocatória. Apesar destas evidências em linha com a bibliografia, a fração LF/HF não é compatível com predominância parassimpática em exposição de fase aguda, visto que aliado a um aumento da componente parassimpática, decorre um aumento superior da componente simpática. Esta incongruência verificada pode ser explicada pelo desconforto da técnica HDT que pode ter enviesado os resultados.

3.4 Stress mental

A análise da simpatoexcitação provocada nos voluntários, em momentos chave durante o protocolo, demonstra uma resposta mantida de aumento da FC, com desvio simpático do balanço simpato-vagal sendo evidenciável um aumento da componente HF e diminuição da LF. Objectivamente, houve um incremento durante os 5 momentos de stress, em BASAL (B1) o aumento em média foi de cerca de $\Delta 7$ bpm e de $\Delta 10$ bpm durante a simulação de microgravidade (HDT).

Cada vez mais se teoriza uma importante componente interindividual, onde as alterações observadas dependem sobretudo dos valores antes do voo do que propriamente da pressão adaptativa provocada pelo meio microgravitacional.

3.5 Limitações do estudo

Destacam-se a ausência de controlo ventilatório directo pois é importante conhecer não só a frequência respiratória mas, também, o volume corrente. A intensidade da estimulação de stress deveria ter sido mais variada evitando a habituação ao estímulo stressor. Também a dimensão da amostra e a duração do protocolo deverão ser optimizados em estudos posteriores.

Em conclusão, com o presente estudo pretendia-se fazer a validação do laboratório de estudos autonómicos para a execução de estudos em microgravidade simulada. Os resultados obtidos a partir da avaliação de voluntários jovens e sem demonstração clínica de doença sujeitos a um protocolo de microgravidade simulada por tilt down são semelhantes aos obtidos noutros laboratórios pelo que o laboratório possui as condições necessárias para o estudo das adaptações agudas a microgravidade simulada em laboratório.

4. BIBLIOGRAFIA

- 1 - AUBERT A, VERHEYDEN B, D'Ydewalle, et al. Effects of mental stress on autonomic cardiac modulation during weightlessness. **American journal of physiology**. Heart and circulatory physiology, 2010. Volume 298: 202-209.
- 2- TAVARES C, Carneiro R, Laranjo S, Rocha I. Computational tools for assessing cardiovascular variability. **IEEE/EMBS/ENBENG**, 2011. 60260-82: 1-6.
- 3 - FORTNEY S, Schneider V e Greenleaf J. The physiology of bed rest. **Handbook of Physiology. Environmental Physiology**. American Physiological Society, 1996. Sector 4, volume 2: 889-939.
- 4 - LEVINE B, Zuckerman J e Pawelczyk J. Cardiac atrophy after bed-rest deconditioning. A nonneural mechanism for orthostatic intolerance. **Circulation**, 1997; 517-525.
- 5 - PERHONEN M, Franco F, Lane L, et al. Cardiac atrophy after bed rest and spaceflight; **Journal of Applied physiology**, 2001. Volume 91: 645-653.
- 6 - GAFFNEY F, Nixon J, et al: Cardiovascular deconditioning produced by 20 hours of bedrest with head-down tilt (-5°) in middle-aged healthy men. **American Journal of Cardiology**, 1985. 634-638.
- 7 - DI RIENZO M, Castiglioni F, Iellamo F, et al. Dynamic adaptation of cardiac baroreflex sensitivity to prolonged exposure to microgravity: data from a 16-day spaceflight. **Journal of Applied physiology**, 2008. Volume 105:1569 -1575.
- 8 - AUBERT A, Beckers F, Verheyden B. Cardiovascular function and basics of physiology in microgravity. **Acta Cardiologica**, 2001; Volume 60: 129-151.
- 9 - BUCKEY J, Jr., Gaffney F, Lane L, Levine B, Waten-Paugh D, et.al. Central venous pressure in space. **Journal of Applied Physiology**, 1996; 19-25.
- 10 - BLOMQVIST C, et al. Regulation of the systemic circulation at microgravity and during readaptation to 1 g. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1996;
- 11 - CONVERTINO V, Bloomfield S, Greenleaf J. *An overview of the issues: physiological effects of bed rest and restricted physical activity*. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 1997. Volume 29:187-90.
- 12 - HIRAYANAGI K, Iwase S, Kamiya A, Sasaki T, Mano T, Yajima K. *Functional changes in autonomic nervous system and baroreceptor reflex induced by 14 days of 6 degrees head-down bed rest*. **European Journal of Applied Physiology**, 2004. 160 - 7.

- 13 - KAMIYAA, Iwase S, Kitazawa H, Mano T. *Muscle sympathetic nerve activity (MSNA) after 120 days of 6 degrees head-down bed rest (HDBR)*. Environmental Medicine, 1999. 150-2.
- 14 - JOHNS J, Vernalis M, Karemaker J, *et al* (1994). *Doppler evaluation of cardiac filling and ejection properties in humans during parabolic flight*. Journal of Applied Physiology, 1994. Volume 76: 2621-6.
- 15 - Drummer C, Cirillo M, De Santo N. *History of fluid balance and kidney function in space*. Journal of Nephrology; 2004. 180-6.
- 16 - Migeotte P, Prisk G, Paiva M. *Microgravity alters respiratory sinus arrhythmia and short-term heart rate variability in humans*. American Journal of Physiology, 2003; 1995-2006.
- 17 - Cooke W, Ames J, I, Crossman A, *et al*. *Nine month's in space: effects on human autonomic cardiovascular regulation*. Journal of Applied Physiology, 2000; 1039-45.
- 18 - Beckers F, Seps B, Ramaerks D. *Parasympathetic heart rate modulation during parabolic flights*. European journal of applied physiology, 2003. Volume 90: 83-91.

Índice de Abreviaturas: MG: microgravidade; CV: Cardiovascular; HOI: head out of water imersion; HDT: head down TILT ; HDBR: head down bed rest; DC: débito cardíaco; RPT: resistência vascular periférica total; Vs: Volume Sistólico; IRR: intervalo entre despolarizações ventriculares; PA: pressão arterial; FC: frequência cardíaca; PAs: pressão arterial sistólica; PAd: pressão arterial diastólica; IEB: índice de eficácia do baroreflexo; SNA: sistema nervoso autônomo; LF: baixas frequências (low frequency); HF: altas frequências (high frequency); IO: intolerância ortostática;

Model and Control of a Solar Tower for Energy Production



Author: Kevin Ramos, Military Aeronautic Sciences – Electrical Engineering
Academia da Força Aérea, Sintra

Supervisor: Dr. João Manuel Lage de Miranda Lemos
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Co-supervisor: Dr. Bertinho Manuel D'Andrade da Costa
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

1. ABSTRACT

Solar towers are electrical power production systems that use highly concentrated solar radiation as energy source that is collected by means of a heat-transfer fluid. This master thesis studies the application of several control strategies with the aim of maintaining the working fluid at a temperature that maximizes the electrical production. The main difficulties are the nonlinear fluid temperature dynamics, plant thermal constraints, and a variable energy source that cannot be manipulated. The temperature dynamics flow dependence demands for a changing parameter controller that results from a gain scheduling scheme or from a multi-model adaptive control strategy, in which the manipulated variable is adjusted by one of the set of local controllers designed for different operating regimes. The former is accomplished through a PI control and the latter via LQG optimal control. In addition, the MUSMAR control algorithm that adjusts its gains to every plant dynamic change, including parameters, is tested. Although the mentioned control concepts are applied considering the flow as the only manipulated variable, the combination of the latter with the radiation flux reflected by the heliostat field is also studied through PI control. The solar tower electrical power production has a maximum for a given outlet temperature that changes with plant parameters and disturbances. The improvement of production levels is conducted by adjusting the temperature reference with a static optimization procedure.

Keywords: Solar tower model, PI control, LQG control, MUSMAR, coordination, static optimization.

2. INTRODUCTION

Solar radiation energy can be directly converted to electricity using Photovoltaic (PV), or indirectly through Concentrating Solar Power (CSP). Although PV electricity production is popular, electricity production using CSP (the so called "solar thermal electricity", STE) has the current advantage of providing a mean for energy storage. Indeed, there are current industrial STE plants that are able to produce electrical power 24 hours per day. The last mentioned technology uses sun tracking mirrors (heliostats) to focus the sunlight onto a exchanger that absorbs energy through a heat transfer fluid, as water or molten salt. The collected energy can be stored in a thermal storage system that retains heat efficiently over days before being used in conventional electricity generation cycle [1].

In contrast to traditional plants, solar power generating systems are unable to manipulate the energy source that is variable. Therefore, CSP technologies must have a control scheme that handles solar radiation variation in order to regulate the fluid temperature and avoid plant thermal constraints infringement.

The solar towers or Central Receiver Systems (CRS) have a superior thermal efficiency compared to other CSP technologies due to a higher incident radiation flux concentration allowance that leads to superior working temperatures, and therefore to a higher efficiency.

2.1. Solar Tower Description

Solar power towers use hundred of heliostats to focus the sun energy on a heat-exchanger located on the top of a tall tower, as shown in figure 2.1. The concentrated solar radiation is captured and stored at a hot tank, in thermal form, by means of a heat transfer fluid that flows through the tower receiver. The stored

energy can be extracted to a steam generator that is connected to a conventional turbo-generator in order to produce electrical power. The resulting cooled fluid obtain from passing the molten salt through the steam generator is driven to the cold storage tank, where it is pumped to the heat-exchanger by means of flow controlled vane. The nominal inlet and outlet temperatures are T_{in} and T_{out} , respectively. The valve flow is controlled in order to maintain a constant outlet temperature since solar radiation varies.

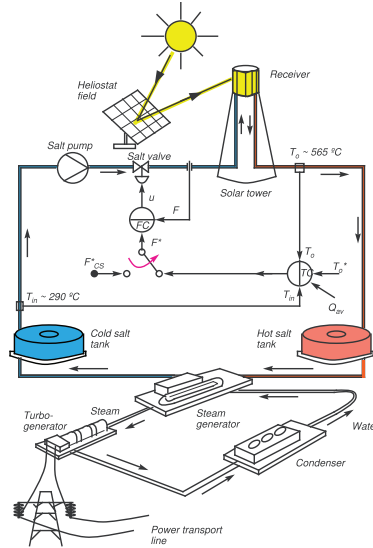


Figure 2.1- The main circuits in a solar tower power plant.

2.2. State of The Art

The model for the outlet temperature of solar plants with distributed solar collectors has been developed via physical principles or empirically through data recovered from plant operation [2].

Several automatic control systems for the solar plants have been established. In [3], the quadratic-optimal control based on the linearized process dynamics of the steam boiler in a solar-powered central receiver is investigated and equations for the optimal regulator are given.

Under the distributed parameter model it was designed a nonlinear feedback linearization controller that showed improved results at plant startup [4]. In [5], a viable controller for tackling the collector optical efficiency uncertainty in ACUREX is addressed by combining the last mentioned technique with the Lyapunov based adaptation. Furthermore, a static PI controller is explored in [5]. However, the change of the operating temperature and parameters uncertainties degrades the controlled system response. In the same work, successful results from applying the MUSMAR predictive adaptive controller are shown. The development of a variable sampling adaptive controller has proven to yield an increased control performance [6].

The existence of anti-resonance modes at the process [7] motivated the development of an adaptive controller based on frequency methods to counter such dynamics [7]. The same approach was used to develop an internal model controller in [8].

Other approaches include the use of a neural network model within model based predictive control [9], and the application of predictive sliding mode controllers that have proved satisfactory results for reference tracking and disturbance rejection [10]. In addition, the flexibility at characterizing goals and constraints of the plant is achieved through fuzzy model based predictive control [11].

Regarding to optimal operation, the design and implementation of a two-layer hierarchical control strategy for a distributed solar collector field is described in [12]. The upper layer of the hierarchical strategy determines the optimal plant operating point while considering plant constraints and maximizing the profit from selling the electricity generated. However, the temperature dependence of the electric power generating system efficiency is set to be constant. In addition, a three layer algorithm is developed in [13].

3. Process Modeling

This work presents two models of the Solar Two CRS, one developed via physical principles and the other by input/output data collected from tests performed at the plant. The first method yields a nonlinear continuous model that allows the inspection of the system behavior as a consequence of modifying parameters or variables, whereas the latter results in a linear discrete model that is only valid near a given operating point but that has the advantage of allowing controller design. Since Solar Two no longer exists, the data is gathered using simulations in the first model.

3.1. Reduced Complexity Model

The dynamics of a solar tower receiver panel is modeled by a hyperbolic partial differential equation, obtained from energy conservation. The fluid temperature is described by a scalar function where z is a space dimension measured along the pipe, and t is continuous time [14]. The corresponding equation is derived from the analysis of the net enthalpy in time and space, in a small section of pipe between z and $z + \Delta z$. The partial differential equation is obtained by approaching time and space intervals to infinitesimal values and adding the loss coefficient term to the model,

$$\frac{\partial}{\partial t} T(z, t) = -F \frac{\partial}{\partial z} T(z, t) + \frac{\bar{\alpha}}{\rho f c_f A_f} R(t) - \gamma (T_{av}(z, t) - T_a), \quad (1)$$

where F is the fluid velocity, ρ is the fluid density, c_f is the specific heat, and A_f is the pipe's cross section area, $R(t)$ is the solar radiation power and, γ is a parameter related to the efficiency of the energy absorption by the fluid that depends on fluid thermal characteristics and also on mirror optical efficiency and geometry [14]. Moreover, T_{av} and T_a are the average and ambient temperature, respectively.

3.2. System Identification

The process modeling performed is discrete time-based and it is established through a polynomial model. The system identification is conducted between the input flow u of the controlled valve and the outlet temperature y , while maintaining all the perturbations constant.

A good representation of the plant transient response is achieved by choosing a sampling period ten times smaller than the rise time, [15]. In order to avoid nonlinearities, u is determined by the step response of a reference amplitude reduction of 3% of the nominal flow u_0 . The resulting sampling period is T_s .

The modeling approach presented assumes that the system is unknown and that all model parameters are adjusted without considering physical information. The ARMAX structure is adequate to use since the system noise is coloured and the process has load perturbations. The goodness of fit between the obtained

model and the data collected from the plant test is measured through the Normalized Root Mean Square Error. The best result obtained for the fit function is 98.83%.

3.3. Plant Dynamics

The first analysis on the receiver dynamics is conducted by the examination of the system response in the absence of losses and solar radiation. Moreover, it is assumed that the temperature of the fluid entering the pipe is time constant and equal to . The transport of the temperature at the foremost panel of the receiver, along the flow path, considering constant and nominal input , is shown in figure 3.1. The increase of the input variable decreases the time necessary for the output temperature to be affected.

The following analysis on the system dynamics considers the existence of solar radiation, temperature losses and fluid entering the pipe with . The former perturbation leads to a temperature rise along the receiver's flow path, ascending from the inlet to the outlet. The output temperature can be adjusted by varying the fluid exposure time to solar radiation that changes the amount of energy absorbed. Figure 3.2 shows the model response to a step on the fluid flow, with constant and equal radiation through the receiver.

Hitherto, constant values for model parameters and disturbances have been considered, although most alter with time. The major perturbation is the radiation flux concentration that may change due to atmospheric moisture or passing clouds that cause fast changes of low or high amplitudes. Moreover, the Direct Normal Insolation (DNI) varies due to the apparent movement of the sun.

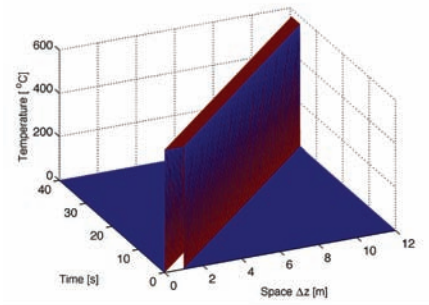


Figure 3.2 – Temperature transport through one receiver flow circuit.

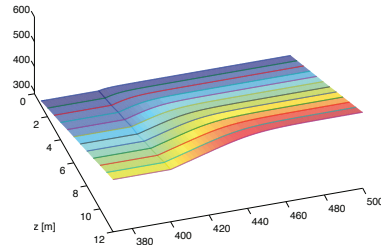


Figure 3.3 – Outlet temperature response to an input step from to.

4. PROCESS CONTROL

The system to be controlled comprehends a flow controlled valve in series with the receiver model in a cascade structure. The inner loop manipulates the flow, whereas the outer loop actuates over the outlet temperature by manipulating the flow reference. The controller objective is to maintain the output variable at a specified reference, regardless of solar radiation variation. This intent is accomplished considering the existence of maximum and minimum flow and temperature constraints.

The control signal results from the combination of two independent terms. The first is derived from a feedback system that only reacts after the disturbance has taken effect at the receiver output. The second is a feed-forward contribution generated from the sensed DNI that compensates for disturbances before the outlet temperature is perturbed.

The nonlinear fluid temperature dynamics demand for a changing parameter controller that is achieved through a GS scheme, a multi-model adaptive control structure, or a predictive adaptive controller.

4.1. PI Control

The PI controller parameters are designed using a modified Ziegler and Nichols ultimate sensitivity rule, since the standard formula yields a closed-loop response with excessive overshoot and oscillation.

The existence of maximum and minimum valve position limits, require the use of an anti-windup scheme to avoid continuous integral action above actuating boundaries. The Ziegler and Nichols parameters are obtained with the process at stability limit, by using the relay with hysteresis feedback method in which the condition for oscillation is determined by analysis of the describing function.

4.1.1. Gain-Scheduled PI Control

The GS is a control strategy for nonlinear systems in which the controller gains are automatically adjusted as a function of the scheduling variable. In this work, the dependent variable is the outlet temperature and the controller parameters are determined for working conditions of T_{in} , T_{out} , and $\dot{T}_{out}$. The above mentioned functions are found by linearizing the dependent variable over T_{out} . In order to determine the PI controller parameters for each operating condition, it is necessary to adapt the hysteresis relay limit values at the procedure stated in subsection 4.1.

4.2. LQG Control

The optimal controller is developed through a state-space approach and is applied to the discrete linear model identified. Such control system generates the manipulated variable by minimizing a quadratic cost function that yields a control signal given by a state feedback law.

The inability to measure the process states demand for a (Linear Quadratic Estimator) LQE coupled with the (Linear Quadratic Regulator) LQR. The use of a Kalman filter as an estimator gives rise to the (Linear Quadratic Gaussian) LQG controller.

4.2.1. LQR

The optimal regulator is designed for linear time-invariant state-space system with a noise free structure. Since the LQR does not guarantee zero output steady-state error, it is necessary to introduce the integral action that is connected in parallel with the control signal. The complete state-space system is obtained by combining the plant linear model and integral states. The augmented system is controllable but not observable. Such problem is overcome by using the identified and augmented system. The first is used to observe and determine the plant model state feedback gain, whereas the second is used to determine the integral state feedback gain, since x_{int} does not need to be observed.

4.2.2. Kalman Filter

The discrete linear model states need to be estimated in order to use the optimal regulator developed in 4.2.1. The Kalman filter is a state estimator that minimizes the estimation error covariance. Such minimization

leads to a centered estimator and yields a dynamic system that uses the input and output measurements to determine the state estimate.

4.2.3. LQG Design

The positive definite tuning parameter of the LQR is designed in order to minimize the outlet temperature response rise time while maintaining a reduced overshoot and valve oscillation.

The gain margin and phase margin are generally reduced by the Kalman filter, which worsens the controlled system relative stability. In order to approximate the stability indicators of the LQG to the LQR controller, a Loop Transfer Recovery is conducted by adjusting the covariance matrices.

4.2.4. Multi-Model Adaptive LQG Control

The multi-model adaptive LQG controller consists of a parallel association of a set of controllers designed for different operating temperatures. The transient behavior during switching is minimized by initializing the integrator state of the future online controller. The initialization compensates the difference between the valve position given by the current controller and the control contribution generated by the feedback system of.

4.3. Feed-forward Control

The static feed-forward controller developed aims to reject a measured disturbance with a control signal that is proportional to the perturbation. In this work, the external signal is given by the difference between the average incident and nominal DNI. The control action results from,

$$= K_{ff}\delta I, \quad (2)$$

where the controller gain is chosen so that the valve position given by the feedback controller is added with, in order to compensate the outlet temperature deviation caused by the average solar radiation change.

The nonlinear temperature dynamics demand for a changing static feed-forward controller. The latter is determined by a quadratic fitting of the static gain as a function of the outlet temperature, for working temperatures of $T_{out} = 505^\circ\text{C}$, $T_{out} = 520^\circ\text{C}$, $T_{out} = 535^\circ\text{C}$, 550°C and $T_{out} = 565^\circ\text{C}$.

4.4. Predictive Adaptive Control

An adaptive controller uses a scheme for automatic adjustment of the controller gains in real time, so that the performance of the control system is maintained when the process dynamics change. In this work, the former approach is achieved with the Multistep Multivariable Adaptive Regulator (MUSMAR) control algorithm. In order to obtain a steady-state solution approximate to the optimal control problem, MUSMAR predictors are used.

4.4.1. Model Predictive Control

The MPC is a controller design concept in which the manipulated variable is determined at the beginning

of every sample period by minimizing a multistep cost function defined along an horizon of future discrete time instants such as [14],

$$J_{Tp} = \varepsilon \left\{ \sum_{j=1}^{T_p} \tilde{y}^2(k+j) + \rho \sum_{j=1}^{T_u} \hat{u}^2(k+j-1) \right\} I^k, \quad (3)$$

where ε is the mean of the information available up to time k , T_p is the prediction horizon, T_u is the control horizon, ρ is the virtual manipulated variable penalty term and I^k is the tracking error.

The minimization of equation (3) is accomplished by describing the plant dynamics through predictive models that relate the samples of the manipulated variable and the predicted values of the plant output within the prediction horizon [14]. The former optimization yields a sequence of $\hat{u}^k$, in which only the first is applied to the plant.

4.4.2. MUSMAR Algorithm

The MUSMAR algorithm determines the manipulated variable through the following procedure [14]:

1. Determine the tracking error e^k .
2. Update the estimates of the MUSMAR predictor's parameters using Recursive Least Squares (RLS) with directional forgetting.
3. Determine the controller gains vector.
4. Apply the control signal.

4.4.3. Dynamic Cost

The MUSMAR controller action can be improved if dynamic weights are incorporated at the cost function. In this way, the controlled system has a superior tracking capability since the controller becomes more robust to plant anti-resonance characteristics.

4.4.4. Solar Tower Predictive Adaptive Control

The predictive adaptive controller parameters are selected in order to enhance the controlled system performance. The prediction horizon is chosen so that the cost function is minimum. The results achieved are obtained by filtering the desired outlet temperature with a first order system. In this way, the reference changes are less abrupt.

4.5. Coordinated Control

The coordinated control strategy is a mean to maintain the outlet temperature at a desired set-point by manipulating the fluid flow and the radiation flux of the east and west side of the heliostat field. Each mirror region dynamics is considered to be a first order system with a time constant of τ that is related with the time required to refocus the mirrors. The manipulated variable is the heliostat field area that is given by a PI controller with anti-windup wherein its parameters are design to achieve a step response time of approximately τ . The same control concept is used for the outlet temperature controller.

The PI control signal is only one and so, the flow reference is multiplied by a constant gain β that is chosen to be the ratio between the nominal flow and radiation flux reflected by the heliostat field,

$$\beta = \frac{F_{nom}}{R}. \quad (4)$$

For higher values of β the flow and radiation flux are superior. The outlet temperature PI controller parameters are determined through trial and error while considering constant DNI over the heliostat field for all panels.

4.5.1. Gain-Scheduled Coordinated Control

The GS scheme is now developed for the coordinated controller using the procedure presented in subsection 4.1. The controller parameters are determined for working conditions of , and .

5. OPTIMAL OPERATION

The solar tower efficiency is addressed by taking considerations regarding the energy collecting system and the turbo-generator that is modeled in conjunction with the Rankine cycle. The former system efficiency decreases as the temperature rises due to the increase of thermal losses while the electric power generating system efficiency increases with temperature. This trade-off leads to maximum power production for a given outlet temperature.

The optimal operation of a solar tower is achieved by considering a two-layer structure. The first layer provides the outlet temperature set-point that optimizes the electrical production, whereas the second corresponds to the outlet temperature controller. In this work, the maximum output power is desired and thus, the electrical production economical dispatch is not considered.

5.1. Static optimization

The static optimization aims to determine the outlet temperature that leads to the highest power production of the solar plant by examine the system equilibrium operation. The analysis of the overall plant performance is divided in power collection, thermal storage and electrical power production systems.

5.1.1. Power Collection

The heliostat field and the receiver comprise the energy collection system. The solar power gathered by the mirrors that is focused on the heat exchanger results from,

$$P_{inc} = \eta_{hel} I S, \quad (5)$$

where S is the total heliostat reflective area, I is the DNI and η_{hel} is a constant parameter that accounts for field availability and mirrors reflectivity, cleanliness and efficiency.

The flow required to achieve a given outlet temperature can be determined using a concentrated parameter model for each receiver tube , where n_t is the total amount of tubes.

The receiver thermal losses are only considered to be temperature dependent and are obtained by receding from the PDE to the energy conservation equation. The information regarding the collected power and losses allow the calculus of the receiver efficiency. Hence, the efficiency of the power collection system can be found.

5.1.2. Thermal Storage

The thermal storage system has an energy delivery efficiency and heat losses to the environment that can be approximately described by the following temperature dependent function,

$$P_{tsl} = \sigma(T - T_a), \quad (6)$$

where σ is a parameter obtained from tests performed at the tank.

5.1.3. Electrical Power Production

The Solar Two EPGS is a Rankine cycle with an efficiency described by,

$$\eta_{Rank} = K \left(1 - \frac{T_{cond}}{T} \right), \quad (7)$$

where ≤ 1 is a constant that models the performance loss with respect to the ideal Carnot cycle and T is the Rankine condenser temperature [13]. The power consumption of the parasitic elements relative to the overall production is considered to be constant. In order to consider such loss, the net electrical power is affected by a weighting parameter.

5.1.4. Optimal Temperature Set-point

The optimal outlet temperature reference is obtained by maximizing the net electrical power production subject to the maximum and minimum temperature and fluid flow.

6. SIMULATION RESULTS

The controllers' performance when rejecting solar radiation disturbance in order to maintain the desired outlet temperature is now evaluated. The simulation experiments are performed for different sorts of reference and disturbance characteristics. The controlled system robustness to changing parameters or plant configuration is also examined. Furthermore, the on-line application of the static optimization algorithm is addressed.

6.1. Solar Radiation Disturbance

The solar radiation disturbance varies in time due to the apparent movement of the sun, atmospheric moisture or passing clouds. The first two are conjointly assessed, whether the latter is examined separately. The controller tracking capability is evaluated considering equal solar radiation over the receiver surface.

The temperature variance at the heat exchanger affects the plant lifetime thus, it is a weighting factor when selecting the proper controller.

6.1.1 Atmospheric Moisture:

The disturbance caused by the atmospheric moisture and the apparent movement of the sun when the controllers are tracking a constant reference leads to the appearance of an offset at the controlled variable, with the exception of the coordinated controlled system that makes use of two manipulated variables. The latter system controlled variable has a lower variance although, it causes an increased wear of the heliostat field, since the flow is nearly constant. The LQG and the MUSMAR controllers produce a similar response. From the controllers that only manipulate the flow, the PI controlled system is the most capable of rejecting solar radiation disturbances.

6.1.2. Passing Clouds

The disturbance caused by passing clouds when the controllers are tracking a constant reference yields a higher outlet temperature peak while using MUSMAR controller. On the other hand, the output variable maximum variance is lower for the coordinated controlled system. The PI and optimal controllers are able to avoid large outlet temperature peaks when in presence of passing clouds however, the actuator lifetime is adversely affected.

6.1.3. Lifetime

The lifetime of the receiver system is affected by the temperature rate of change at the tubes. In order to guarantee a lifetime of approximately 30 years, the latter rate must be less than $2.8^{\circ}\text{C}/\text{sec}$ [16]. The lowest temperature rate of change when the disturbance is due to atmospheric moisture and the apparent movement of the sun is achieved while using the coordinated controller. However, all controllers meet the expectations by a large margin. Nevertheless, since the flux distribution at the receiver is not homogeneous, a different temperature rate of change can be found at the middle of the heat exchanger tubes.

6.2. Controller Robustness

The controller robustness is assessed by analyzing the change of controlled system performance when a parameter or coefficient is modified. Also, it is examined the controller ability to handle a valve fault.

6.2.1. Parameter

The controller robustness to parameter change is evaluated by varying the absorption and mirror efficiency α and the loss coefficient γ of the reduced complexity model. The comparison between the outlet temperature distribution of the nominal and modified parameter provides information regarding to the controller performance change. The increase of the latter parameter cause a minor effect at the system. The controlled processes have a temperature distribution more dispersed than the nominal case. The exception occurs when using the coordinated control strategy that maintains a centered temperature allocation. Such

behavior is verified since the manipulation of the radiation flux is able to compensate the reduction of α . The MUSMAR controlled variable becomes more centered due to the controller gains adaptation. However, for a higher parameter change, the temperature distribution becomes flatter between the boundary values of $T = 564.5^\circ\text{C}$ and $T = 565.5^\circ\text{C}$.

The PI, LQG and the coordinated controlled systems do not exhibit significant changes when comparing the outlet temperature variance obtained by increasing γ in 20% to the use of the nominal value of. The MUSMAR controlled variable becomes more flat yet not dispersed.

6.2.2. Valve Fault

The controller robustness to a valve fault is conducted by analyzing the situation when the flow stops abruptly at a given receiver circuit path. After the actuator failure, it is considered that the heliostat field takes approximately 4 s to defocus from the heat exchanger area where the circuit is installed. The coordinated controlled system has a smoother outlet temperature response to the valve fault however, the output variance is high. The MUSMAR controlled variable has an even superior temperature peak although, the transition is soft and the time required to recover to the desired set- point is the lowest. The use of PI and LQG controllers lead to an oscillatory outlet temperature response that reduces the receiver lifetime. Also, it can be seen that variance of the controlled variables of the aforementioned systems increase after the fault recovery. The MUSMAR controller is able to maintain the performance prior to the failure.

6.3. On-line Static Optimization

The static optimization algorithm is applied to the reduced complexity model while considering the PI controller as the second layer of the optimal operation control structure.

As expected, the increase of DNI leads to a rise of the optimal output reference while the opposite is verified when the solar radiation decreases. The electrical energy produced while using the optimal reference and $T = 565^\circ\text{C}$ are similar although, the use of the nominal reference yields an increased electrical energy production of 6%, at the end of the day. In order to track the optimal reference, the flow needs to decrease. However, since the manipulated variable diminishes faster than the outlet temperature rises, a loss of electrical production is verified. The opposite is verified when the reference decreases. Therefore it can be concluded that the fluid dynamics must be considered when optimizing the plant power production.

7. CONCLUSION

The presented master thesis focus on the fluid outlet temperature model and control of a solar tower heat exchanger. The first purpose is achieved by projecting the spatial dependence of a infinite nonlinear partial differential equation model based on physical principles, on a finite dimensional set. The second aim is accomplished by developing a PI, LQG, MUSMAR and a coordinated controller. Moreover, it is established a static optimization algorithm that determines the outlet temperature set-point that leads to the maximum plant power production.

The PI linear controller is developed for several working conditions of the plant nonlinear reduced complexity model wherein the controller parameters are design using a modified Ziegler and Nichols ultimate

sensitivity rule. The latter tuning method uses the ultimate gain and period that are determined through the relay with hysteresis feedback procedure. The LQG controller is based on a discrete linear model obtained through system identification using data collected from the nonlinear model, while functioning near the operating regime.

The process nonlinear dynamics is handled by using a GS scheme for the PI controller, where its gains are given as a function of the outlet temperature. For the LQG, it is developed a multi-model adaptive control strategy in which one of a set of LQG controllers is selected to generate the control signal. The transition between the former systems is accomplished by initializing the integrator of the controller to be connected, avoiding transition bumps. In addition, the solar radiation disturbance rejection capability is increased by designing a static feed-forward controller to work in parallel with the aforementioned control systems.

The MUSMAR controller is implemented after configuring its parameters by minimizing a quadratic cost function and observing the controlled and manipulated variables characteristics. The coordinated control strategy that uses the flow and the radiation flux as manipulated variables is designed using the PI control concept with manually adjusted gains. Also, a GS scheme is developed for the former approach.

Subsequent to the controllers development, it is examined their performance by analyzing the experimental results obtained through simulation by applying different sorts of reference and solar radiation disturbance characteristics. The regulation of the outlet temperature in presence of the solar radiation variation due to atmospheric moisture and the apparent movement of the sun yields a centered outlet temperature distribution for all controllers, when using the feed-forward action. The improved and worsened results of the aforementioned experiment are achieved while using the optimal or coordinated controller and the MUSMAR algorithm, respectively.

The controlled systems step response provide best results for the optimal control in what concerns the output variable tracking capability however, the use of coordinated control leads to a minor wear of the actuator. Moreover, the latter controller has an outlet temperature fluctuation similar to the LQG.

The regulation of the outlet temperature in presence of the solar radiation variation due to passing clouds are best handled by coordinated control. The PI and LQG also have a low temperature variance however, the actuator is strongly excited. The MUSMAR controlled variable varies between a larger temperature scale, the valve is less fatigued.

The analyses of the controller robustness to changing parameters while considering the regulation problem yields the conclusion that the outlet temperature distribution becomes more disperse, although it only increases half degree for a change in 20% of the heat exchanger absorption and mirror efficiency parameter, that is the most sensible. The coordinated control it is not affected by such change since the radiation flux is manipulated. The MUSMAR controlled variable becomes less disperse however, more flatter.

The controllers robustness to a fault in one valve demonstrates that the MUSMAR and the coordinated controlled systems have a high temperature drop although, the actuator has a smooth behavior. The MUSMAR controller recovers to the nominal operating condition faster and is able to maintain the performance prior to the failure. In contrast, the PI and LQG controlled variables have an oscillatory behavior.

The analysis of the outlet temperature rate of change yields the conclusion that the lifetime of 20-30 years is guaranteed, although, the data significance is dependent on the pump considered and the use of high quality sensors.

The application of the static optimization algorithm yielded poor results in several cases since the fluid dynamics is not considered in such approach.

8. ACKNOWLEDGMENT

Part of the work reported was performed within the framework of the project STAGE-STE (project number 609837) supported by the European Commission under the FP 7 program.

9. REFERENCES

- [1] M. J.Wagner, Simulation and Predictive Performance Modeling of Utility-Scale Central Receiver System Power Plants. 2008. [Consult 10 February 2015]. [Online]. Available: <http://sel.me.wisc.edu/publications/theses/wagner08.zip>
- [2] E.F.Camacho [et al], A survey on control schemes for distributed solar collector fields. Part I: Modeling and basic control approaches, Solar Energy, Vol. 81. 2007. [Consult 23 July 2015].
- [3] D. Sworner; R. Rogers, An LQ-solution to a control problem associated with a solar thermal central receiver, IEEE Transactions on Automatic Control. Vol. 28. 1983. [Consult 3 May 2015].
- [4] C. M. Cirre [et al], Feed-back linearization control for a distributed solar collector field, IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline). Vol. 2005. [Consult 18 April 2015].
- [5] M. Barão [et al], Reduced complexity adaptive nonlinear control of a distributed collector solar field, Journal of Process Control. Vol. 12. 2002. [Consult 30 April 2015].
- [6] R. N. Silva [et al], Variable sampling adaptive control of a distributed collector solar field, Control Systems Technology, IEEE Transactions on Control Systems technology. Vol. 11. 2003. [Consult 2 March 2015].
- [7] a. Meaburn; F. Hughes, Resonance characteristics of distributed solar collector fields, Solar Energy. Vol. 51. 1993. [Consult 18 February 2015].
- [8] M. Berenguel; E. Camacho, Frequency-based adaptive control of systems with antiresonance modes, Control Engineering Practice. Vol. 4. 1996. [Consult 9 February 2015].
[Online]. Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0967066196000512>
- [9] M. Berenguel [et al], Modelling the free response of a solar plant for predictive control, Control Engineering Practice. Vol. 6. 1998. [Consult 16 July 2015].
- [10] M. Pérez de la Parte [et al], Application of predictive sliding mode controllers to a solar plant, IEEE Transactions on Control Systems Technology. Vol. 16.2008. [Consult 20 March 2015].
- [11] a. Flores [et al], Fuzzy predictive control of a solar power plant. IEEE Transactions on Fuzzy Systems. Vol. 13. 2005. [Consult 8 April 2015].
- [12] C. M. Cirre [et al], Reference governor optimization and control of a distributed solar collector field, European Journal of Operational Research. Vol. 193. 2009. [Consult 5 May 2015].
- [13] E. F. Camacho; a. J. Gallego, Optimal operation in solar trough plants: A case study, Solar Energy. Vol. 95. 2013. [Consult 1 May 2015].
- [14] J. M. Lemos, João [et al] - **Adaptive Control of Solar Energy Collector Systems**. Springer. 2014. ISBN 978-3-319-06853-4.
- [15] K. J. Astrom; B. Wittenmark - **Computer Controlled Systems**, 1997. ISBN-10: 0133148998.
- [16] A.B.Zavoico, Solar Power Tower-Design Basis Document. 2001. [Consult 10 August 2015]. [Online]. Available: <http://prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2001/012100.pdf>

Implementação de técnicas de Eficiência Energética numa Unidade da Força Aérea



Autor: João Estrela, Alferes Aluno do Mestrado Integrado na especialidade de
Engenharia Eletrotécnica
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Professor João Santos Joaquim
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Coorientador: Gonçalo Beato de Carvalho, Major Engenheiro Eletrotécnico
Comando da Logística da Força Aérea/Direção de Infraestruturas

Resumo: A energia elétrica assume um papel vital na Sociedade Moderna. O aumento do seu consumo, obriga o aumento de produção. Porém, este aumento acarreta consequências graves para o meio ambiente devido à emissão de gases de efeito de estufa, bem como custos elevados para o aumento ou instalação de geração de potência. Aliado ao avanço da tecnologia, é possível inverter a tendência crescente do consumo energético. Com equipamentos capazes de utilizar menos energia para produzir a mesma quantidade de trabalho, ou seja, mais eficientes, é possível adotar novas estratégias energéticas. Ao invés do aumento do consumo de energia elétrica, é possível manter o mesmo resultado através de uma menor parcela de energia.

O cumprimento da missão da Força Aérea, é também possível devido ao emprego de energia, uma vez que se encontra em várias formas dentro do ramo. A possibilidade de diminuir o consumo associado à energia elétrica reveste-se de extrema importância. Uma vez que esta é fulcral para a operacionalidade do ramo, ao seu consumo estão-lhe associados encargos, nos quais há interesse em serem minimizados. Nesta dissertação, constam os resultados da auditoria energética realizada no Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea, tendo sido identificado todo o esquema energético da Unidade. Com efeito, foram caracterizadas as redes de distribuição de gás de petróleo liquefeito e de energia elétrica, desde o fornecimento até ao consumo. Esta identificação permitiu a desagregação do consumo por setor, tendo estes sido ordenados de forma decrescente. Após esta análise, procedeu-se ao levantamento dos equipamentos energéticos.

Com vista em melhorar o desempenho energético da Unidade, foi selecionado uma panóplia de medidas de eficiência energética. Estas compreendem alterações nos hábitos e padrões de consumo, modificações nos aspetos construtivos e técnicos dos edifícios, bem como substituição dos equipamentos atuais por equipamentos mais eficientes. Em suma, são apresentadas as reduções de consumo expectável, permitindo estas estimar a diminuição do consumo e dos encargos de uma forma global.

Palavras-chave: eficiência energética; energia elétrica; diminuição; consumo.

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Atualmente, Portugal é um país com défice energético uma vez que não possui recursos energéticos endógenos em quantidade suficiente para satisfazer as suas necessidades energéticas. Esta escassez implica a necessidade de importar energia primária (carvão, petróleo e gás natural) e também eletricidade, as quais representaram uma taxa de dependência energética do país de 73.9% em 2013 [1]. Em face deste valor, Portugal classifica-se como um país dependente a nível energético.

Assim torna-se necessário conseguir produzir mais energia com menos recursos, por forma a que o consumo seja satisfeito. Ao longo do tempo, o consumo de energia primária tem vindo a diminuir, na medida em que a energia elétrica produzida por centrais de fontes renováveis vem aumentando. No entanto, a energia produzida por estas fontes é de apenas 57.7%, sendo a restante energia produzida a partir das centrais térmicas e centrais de ciclo combinado [2].

Com vista a reduzir a dependência energética face ao exterior, um reforço da potência instalada das centrais de produção de energia elétrica por fontes renováveis pode figurar-se como uma solução. No entanto, esta solução implica um investimento vultuoso, causa demasiado impacto ambiental e visual e pode nem sequer cobrir a totalidade da demanda devido ao caráter aleatório.

Entende-se por *Eficiência Energética* como a capacidade de utilizar menos energia para produzir a mesma quantidade de trabalho, iluminação, aquecimento, transporte e outros serviços baseados na energia [3].

A Eficiência Energética assume-se assim como palavra-chave em discussões que dizem respeito a reduções do consumo elétrico, destacando-se a nível global nas discussões sobre políticas mundiais de energia e do meio ambiente, nomeadamente nas políticas relacionadas com as mudanças climáticas.

1.2. Objetivos

A elaboração desta dissertação tem como objetivo principal dirigir um estudo no âmbito da eficiência energética numa Unidade da Força Aérea (FA), de maneira a que o resultado traduza uma diminuição do consumo de EE e, uma consequente redução de encargos. Para tal, são analisados os consumos de maneira a permitir o estudo de cariz técnico e financeiro de técnicas de eficiência energética, culminando com uma estimativa de poupança energética anual que possa ser alcançada através da implementação de medidas específicas, bem como o investimento a elas associado.

Pretende-se demonstrar que através de mudanças nos padrões de utilização, nos hábitos de consumo, nos aspetos técnicos e numa possível substituição de equipamentos, será possível atingir metas que visem a redução da energia útil. A tomada de consciência desta possibilidade por parte de todos os consumidores é o ponto de partida para que o objetivo principal seja cumprido.

A Unidade em estudo será o Centro de Formação Militar e Técnica da Força Aérea (CFMTFA) situado na freguesia da Ota, concelho de Alenquer, distrito de Lisboa. A escolha deve-se ao facto de atualmente a Unidade ter instalado equipamento de monitorização do consumo de EE em tempo real. Desta forma, torna-se possível analisar os padrões de consumo naquela Unidade, através da obtenção contínua de diagramas de cargas, o que permite atuar num rumo que vise à sua diminuição.

2. CARACTERIZAÇÃO DO TRÂNSITO DE POTÊNCIA

2.1 Descrição da Rede de Distribuição de Energia Elétrica no CFMTFA

A rede de distribuição de EE no CFMTFA pode ser esquematizada de acordo com a figura 2.1.

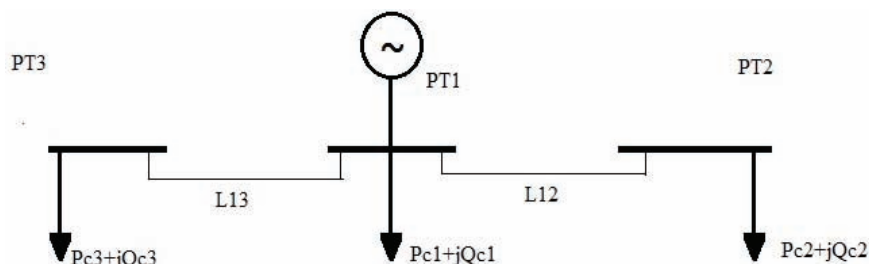


Figura 2.1 - Rede de distribuição de EE no CFMTFA

A Unidade não está dotada de equipamento de geração de EE para o seu funcionamento autónomo. A EE, para o ano de 2015, é fornecida externamente pela Galp Power, sendo recebida no Posto de Transformação (PT) 1, assumindo-se este PT como o principal. Existem dois PT adicionais que asseguram a distribuição a toda a Unidade, os quais recebem EE do PT1. O fornecimento por parte da Galp Power é realizado através de linha aérea trifásica, com destino ao seccionador do PT1. A ligação entre o PT1 e os PT2 e PT3 é estabelecida através de um sistema tripolar de cabos monopolares subterrâneos. Quer o fornecimento, quer a distribuição são realizados em Média Tensão (MT), a uma tensão nominal de 30 kV, de acordo com o Regulamento de Segurança de Linhas Elétricas da Alta Tensão⁽¹⁾.

Como em todos os sistemas, existe a possibilidade de interrupção de EE. Aquando esta situação, entram em funcionamento dois grupos geradores (GG) compostos por alternadores de potência aparente igual a 360 kVA cada, instalados no PT1. A autonomia dos GG depende da quantidade de diesel que se encontra no sistema de armazenamento exclusivo para alimentar os motores dos GG. Este sistema é composto por um depósito com capacidade de 2.5 m³, mais um depósito externo com a mesma capacidade onde são feitos os abastecimentos por parte do fornecedor externo. O equipamento de monitorização encontra-se instalado no Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) de cada PT, estando ligado à rede Intranet da FA, através da plataforma *PowerLogic ION Enterprise®* onde, em tempo real, é possível visualizar e registar grandezas elétricas como a tensão, corrente, energia ativa (E_p) e reativa (E_r) e frequência, entre outras.

2.2 Cálculo dos parâmetros da linha de transmissão

O cabo subterrâneo que liga os PT pode ser modelado por uma impedância (Z), sendo calculados os seus parâmetros de acordo com a norma IEC 60287. Estes encontram-se na tabela seguinte:

Tabela 2.1 - Sumário dos parâmetros das linhas

Ramal	Comprimento [m]	Indutância (mH)	Reatância [Ω]	Resistência [Ω]
PT1/PT2	320	0.2385	0.0749	0.0785
PT1/PT3	450	0.3354	0.1054	0.1104

2.3 Perdas na transmissão

De maneira a perceber a quantidade de energia dissipada na distribuição, ir-se-á calcular o valor das perdas por efeito de Joule na transmissão referentes ao ano de 2014.

As perdas por efeito de Joule, em função da intensidade da corrente elétrica e da resistência total do condutor em sistemas trifásicos, traduzem-se na equação 1:

$$P_J = 3rI^2 [W] \quad (1)$$

Onde: r : Resistência do condutor em corrente alternada e à temperatura máxima de serviço [Ω];

I : Intensidade de corrente elétrica no condutor em MT [A].

(1) Decreto Regulamentar n. 1/92 de 18 de fevereiro

O cálculo da intensidade de corrente elétrica, por fase e em MT, é dado pela relação:

$$I_{MT\phi} = \frac{P}{\sqrt{3}V_c \cos \phi} [A] \quad (2)$$

Onde: P : Potência Ativa entregue no PT [W];
 V_c : Tensão Composta entre fases no condutor em MT($V_c=30$ kV)[V];
 $\cos\phi$: Fator de potência (=0.90).

Após o cálculo da energia dissipada, verifica-se que as perdas de transporte nos condutores são insignificantes, sendo sempre inferiores a 1%. Desta forma, não se justifica a adoção de qualquer medida para reduzir as perdas nas linhas de transmissão.

2.4 Qualidade de Energia Elétrica

De maneira a regular e a normalizar os padrões mínimos de qualidade no setor elétrico, foi publicado em 2000 o Regulamento de Qualidade de Serviço (RQS). Neste Regulamento estão previstas disposições de natureza técnica e de natureza comercial, sendo que apenas serão abordadas as disposições de natureza técnica. De acordo com o artigo 4º do RQS [4], na temática da QEE referente à natureza técnica consideram-se os seguintes aspetos:

- Continuidade de serviço: analisando a continuidade da tensão e avaliando a periodicidade e duração das interrupções de fornecimento de EE;
- Qualidade da onda de tensão: caracterizada pela forma de onda de tensão, amplitude, frequência e simetria do sistema trifásico de tensão.

Referente à continuidade de serviço, existem vários indicadores que possibilitam a sua avaliação tendo como base de consideração o número e a duração das interrupções. Uma vez que os multímetros encontram-se instalados após o transformador, e como os GG entram em funcionamento aquando as interrupções por parte do fornecedor externo, os multímetros não têm capacidade de contabilizar as interrupções. No entanto, à totalidade de interrupções corresponde o número de arranques automático do GG. Relativamente à duração das interrupções não é possível calcular, uma vez que não existe monitorização do consumo de combustível dos GG após cada utilização, sendo que estas não deverão ser superiores a 4 horas.

Uma vez que o dimensionamento dos GG está feito para suportar a totalidade das cargas da Unidade, e como os depósitos dos mesmos podem ser reabastecidos em funcionamento, qualquer interrupção superior à prevista, não constitui entrave para o regular funcionamento da Unidade, desde que seja feita a correta manutenção e vigilância do nível dos depósitos. Em relação à quantidade de interrupções, estas não devem exceder as 16 ocorrências. Para o ano de 2014 não foi possível determinar com certeza o quantitativo de interrupções, estimando-se em cerca de 15 ocorrências.

Relativamente à qualidade da onda de tensão, surge como enquadramento legal a norma NP EN 50 160 [5] que define as características principais da tensão no ponto de entrega ao consumidor. Estas são a frequência, amplitude, forma de onda e simetria das tensões trifásicas.

No CFMTFA, os multímetros instalados não possibilitam a visualização da forma de onda. Estes apenas fornecem em intervalos de 15 minutos os valores da tensão e de frequência. Devido ao grande intervalo de tempo da medição não é possível aferir se existe tremulação (*flicker*) ou cavas de tensão. Em relação à frequência, não se verificou nenhuma violação dos limites previstos.

O método exato para calcular o fator de desequilíbrio das tensões (u_u) é dado por [6]:

$$u_u = \sqrt{\frac{(1 - \sqrt{3 - 6\beta})}{(1 + \sqrt{3 - 6\beta})}} \quad (3)$$

Onde:

$$\beta = \frac{(V_{AB}^4 + V_{BC}^4 + V_{CA}^4)}{(V_{AB}^2 + V_{BC}^2 + V_{CA}^2)^2} \quad (4)$$

V_{AB} – Tensão Composta entre a fase A e fase B [V];

V_{BC} – Tensão Composta entre a fase B e fase C [V];

V_{CA} – Tensão Composta entre a fase C e fase A [V].

Em muitos países da Europa inclusive Portugal, para baixa tensão o u_u deve ser inferior ou igual a 2%. Aplicando as equações 3 e 4 e com base nas medições das tensões compostas em cada PT, verificou-se apenas uma situação no PT1 onde as fases não se encontravam equilibradas.

Em relação à perturbação devida à distorção harmónica, os multímetros de energia instalados apenas possibilitam a visualização da Taxa de Distorção Harmónica instantaneamente não procedendo ao seu registo, de forma que não se torna possível analisar com rigor este parâmetro na Unidade. Assim sendo, não é possível retirar ilações sobre a forma como os equipamentos instalados são afetados pela componente harmónica da tensão e da corrente.

3. AUDITORIA ENERGÉTICA AO CFMTFA

3.1 Caracterização do consumo de energia em edifícios e infraestruturas

A identificação das áreas de maior consumo constitui um passo importante numa auditoria energética. Porém, a variedade de tipologias dos edifícios do CFMTFA dificulta as medidas de atuação. A desagregação do consumo por equipamento em cada edifício ou infraestrutura é difícil de obter, devido à vasta panóplia de equipamentos existentes.

De forma a obter um melhor enquadramento, no setor residencial em Portugal, o consumo de energia verifica-se nos equipamentos de climatização (45.5%) e na cozinha (39.1%). A iluminação em geral representa cerca de 5% do consumo de energia num alojamento [7].

3.2 Consumo de EE

De maneira identificar quais as cargas relevantes na Unidade, optou-se pela desagregação do consumo por barramento em cada PT. Selecionou-se o período compreendido entre os meses de maio de 2014 e 2015.

Durante este período foram consumidos 1541 MWh, dos quais o PT3 assegurou 46.16% do consumo, seguido do PT1 com 33.84%, sendo os restantes 20% assegurados pelo PT2. A este consumo esteve

associado um encargo de 216 215.19€, o que perfaz um preço médio de 0.14 €/kWh.

A partir desta desagregação, é possível identificar e ordenar por ordem de relevância os barramentos de cada PT. Para este trabalho, optou-se por intervir nos barramentos que constituem 80% do consumo geral da Unidade, não sendo alvo de análise os restantes 20%.

A figura 3.1 representa de uma forma gráfica os setores que serão alvo de intervenção.

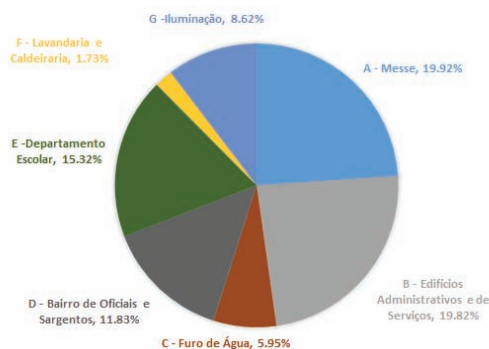


Figura 3.1 - Distribuição dos setores que serão alvo de intervenção

3.3 Energia Reativa

Numa perspetiva económica, o encargo com a E_Q referente aos dois últimos anos representou cerca de 1% da despesa com a EE. Isto deve-se ao facto de a compensação ser realizada de forma global em cada PT, ie, cada bateria de condensadores é ligada à cabeça da instalação. As baterias de condensadores estão estruturadas de forma escalonar, entrando em funcionamento apenas os módulos de condensadores necessários para a compensação, por forma a garantir um fator de potência mínimo de 0.98. De maneira a realçar a importância da compensação do fator de potência, procedeu-se ao cálculo teórico do encargo que a Unidade teria com E_Q caso esta não fosse compensada. É ainda sugerida uma proposta de implementação de bancos de baterias de condensadores a instalar em cada PT, de forma a compensar o consumo de E_Q na instalação.

A análise incidiu sobre a primeira semana de janeiro de 2015 (05 a 11 de janeiro), pelo facto de ter sido a semana de maior consumo e injeção de corrente capacitiva. O encargo com E_Q nesta semana seria de 356.10€, caso não existisse compensação do fator de potência, cerca de 631% do que foi pago ao fornecedor. Com estes resultados, é notoriamente claro que a compensação do fator de potência torna-se uma necessidade em qualquer instalação, de forma a evitar custos desnecessários.

Para o dimensionamento dos condensadores a análise é feita num período de integração de uma hora. No dia 8 registou-se a maior injeção de corrente capacitiva na instalação. Desta forma, foi analisado este dia em particular para o dimensionamento das baterias de compensação. A proposta apresentada assenta na seleção de baterias de potência igual a 30, 60 e 90 kvar a instalar no PT1, PT2 e PT3, respetivamente. Com base nesta análise e na proposta apresentada, seria possível ter o retorno do capital investido num período em torno dos 6 meses.

3.4 Climatização

Em fevereiro de 2015 entrou em funcionamento um sistema solar termodinâmico (SST), o qual veio substituir as caldeiras geradoras de água quente para aquecimento. Estas caldeiras eram alimentadas a gás

de petróleo liquefeito (GPL), sendo o seu coeficiente de desempenho (COP) inferior ao SST. Este apresenta um COP bastante elevado pelo facto de combinar as diferentes formas de energia renováveis da Natureza, consumindo desta forma uma pequena parcela de EE. Assim, é possível aquecer a mesma área com recurso a uma pequena parcela de energia que traduz encargos.

4. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Entende-se por eficiência energética como a capacidade de produzir a mesma quantidade de trabalho com recurso a uma menor parcela de energia. Tendo como objetivo a redução do consumo, este pode ser alcançado através da melhoria das características construtivas dos edifícios, aliada à utilização de equipamentos energeticamente mais eficientes e, com medidas de gestão da procura.

Entende-se por medidas de gestão de procura soluções não técnicas que devem ser implementadas ao nível das chefias, ou seja, medidas de gestão; medidas ativas e de autoconsumo, que consiste na utilização de sistemas de aproveitamento da energia solar para climatização e utilização de equipamentos energeticamente mais eficientes; medidas passivas, relacionada com aspetos técnicos e construtivos dos edifícios, com vista em otimizar a sua envolvente, e medidas comportamentais direcionadas para o modo de utilização dos equipamentos.

Relativamente a medidas ativas e de autoconsumo, para o setor da messe propôs-se a substituição dos fornos verticais e das basculantes. Para o setor de edifícios administrativos e de serviços recomenda-se a instalação de um SST. Em relação ao sistema de captação e tratamento de água prevê-se a alteração do regime de funcionamento com a introdução de um novo nível de medição dos depósitos. Uma vez que se notam várias situações de ineficiência energética no departamento escolar, sugere-se a remodelação do atual sistema de AC, ou a construção de um novo espaço com condições adequadas ao ensino. Ao nível da iluminação recomenda-se que se substitua os equipamentos por uns energeticamente mais eficientes. A combinação destas medidas possibilita uma redução de 40% dos encargos nestes setores.

A tabela 4.1 sumariza o potencial de economia com este tipo de medidas.

Tabela 4.1 – Comparação entre consumo atual e consumo após implementação de medidas ativas e de autoconsumo

Setor	Consumo Atual		Redução do Consumo		Consumo com medidas
	[%]	[€]	[%]	[€]	[€]
A - Messe	19.92%	€ 43 047.40	10%	€ 4 304.74	€ 38 742.66
B - Edifícios Administrativos e de Serviços	19.82%	€ 42 830.30	62%	€ 26 447.71	€ 16 382.59
C - Furo de Água	5.95%	€ 12 851.99	34%	€ 4 369.68	€ 8 482.31
D - Bairro de Oficiais e Sargentos	11.83%	€ 25 563.29	68%	€ 17 280.79	€ 8 282.51
E - Departamento Escolar	15.32%	€ 33 120.54	40%	€ 13 248.22	€ 19 872.33
F - Lavandaria e Caldeiraria	1.73%	€ 3 745.30	0%	-	€ 3 745.30
G - Iluminação	8.62%	€ 18 626.57	36%	€ 6 761.02	€ 11 865.55
TOTAL	83.19%	€ 179 785.40	40%	€ 60 244.02	€ 107 373.25

No que concerne à melhoria da envolvente dos edifícios, propõe-se a instalação de vãos envidraçados duplos e a proteção solar exterior destes, uma vez que é nestes onde existem as maiores trocas de energia. Por forma a favorecer a iluminação natural, deverão substituir-se placas opacas por translúcidas, nomeadamente nos hangares. Uma solução para os espaços comuns pode passar pelo sistema *IsGreen® light*, o qual combina sinais recebidos por contadores e sensores de presença, de forma a ativar apenas quando necessário as luminárias. A regular limpeza das luminárias e dos filtros dos equipamentos de frio e calor tem um custo nulo, evita o consumo excessivo de energia e melhora a vida útil dos equipamentos.

Como a redução de consumo energético não se cinge apenas à utilização de equipamentos eficientes, é necessário adotar boas práticas de conduta e utilização. Comportamentos como evitar manter portas dos equipamentos de frio e calor abertas mais do que o tempo necessário, são fundamentais para evitar consumos extras de energia. A utilização de equipamentos com sistemas de energia (símbolo *Energy Star®*) devem ser privilegiados, bem como configurados sistemas automáticos de economia de energia, tais como o encerramento automático dos monitores após períodos de inutilidade superiores a 2 minutos, bem como dos computadores pessoais ao fim do horário laboral.

As medidas passivas e comportamentais podem representar economias de até 10% dos encargos com a energia elétrica, o que para o CFMTFA representa uma poupança de até 21 612€. Assim, aliadas às medidas ativas e de autoconsumo, espera-se que os encargos nestes setores reduza em torno dos 50%, o que representa uma economia de 90 390€. A totalidade do investimento não foi possível de ser quantificada. Porém, a implementação das medidas que visem a substituição de equipamentos representa um investimento inicial em torno dos 40 362€.

4.1 Análise económica GPL vs Energia Elétrica

O objetivo principal da instalação deste sistema seria diminuir o encargo com a energia, na medida que se diminui o consumo de GPL aumentando o consumo de EE. Para auferir esta diminuição, foi selecionado um período de amostragem compreendido entre o mês de março e julho de 2015, inclusive. Na figura 4.1 comparam-se os encargos do período de amostragem no biénio de 2014/2015.

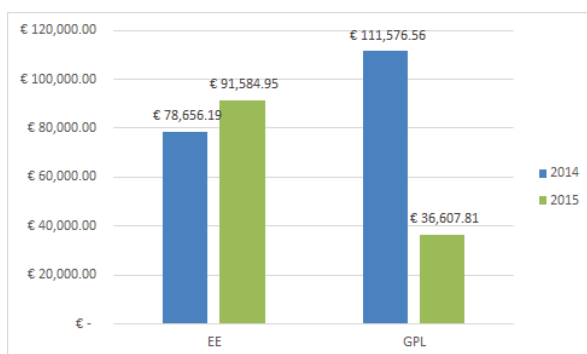


Figura 4.1 - Encargos com EE e GPL (março a julho) (CLAFAD/DI)

Como expectável, existe um aumento de 16% (12 928.76€) do encargo com a EE. No entanto, a diminuição de 67% (74 968.75€) do encargo com o GPL é notoriamente superior, o que representa uma economia de 62 039.99€. Apesar do período de amostragem não compreender os meses de baixas temperaturas, o SST poderá não ter funcionado à plena carga. No entanto, se a economia de encargos já é

significativa neste período, é passível de concluir que nos meses mais rigorosos esta seja maior.

No entanto, a economia de encargos não se deve única e exclusivamente a entrada de funcionamento do SST, uma vez que o número de admissões para os cursos ministrados na Unidade foram inferiores em 2015.

Com esta análise, é possível de se afirmar que a substituição de equipamentos consumidores de GPL por equipamentos a EE pode tornar-se numa solução viável e económica, podendo apresentar períodos de retorno bastante reduzidos. Ao selecionar equipamentos de climatização há que ter em conta o seu COP, de maneira a que a escolha seja a mais correta possível.

5. CONCLUSÃO

Atualmente vive-se num período de contenção de custos, onde a palavra de ordem em qualquer debate é racionalização. A versatilidade de adaptação requerida aos militares, permite construir uma Força Aérea cada vez mais sólida, capaz de desempenhar e cumprir a missão cada vez melhor.

A primeira ilação que se retira deste trabalho, é que sem saber onde, quando e quanto se gasta, não é possível tomar qualquer medida de melhoria.

A instalação prévia do equipamento de monitorização de energia elétrica permitiu a caracterização do consumo elétrico, sendo selecionado para a caracterização do consumo, um intervalo de tempo compreendido entre o dia 1 de maio de 2014 e 1 de maio de 2015. Durante este período foram consumidos 1541 MWh, o que representou um encargo de 216 215.19€.

Desta caracterização, resulta a identificação dos setores que constituem a maioria do consumo no CFMTFA. Assim, e com a desagregação do consumo feita, é possível elaborar uma vasta panóplia de medidas que visem a redução deste consumo. Estas são direcionadas essencialmente para os aspetos construtivos e técnicos dos edifícios, para a utilização de equipamentos energeticamente mais eficientes e para medidas que afetam diretamente o comportamento dos utilizadores. Com isto, estima-se poder reduzir o consumo em cerca de 90 000€, o que representa cerca de 42% do encargo atual com a energia elétrica.

Foi ainda analisada a viabilidade económica da implementação do sistema solar termodinâmico, tendo-se concluído que o funcionamento deste, contribuiu para a redução do encargo com a energia na Unidade.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Direção Geral de Energia e Geologia – Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - **ENERGIA em Portugal**, maio de 2015, Lisboa.
- [2] REN - **Dados Técnicos**, 2013, Lisboa.
- [3] National Energy Policy – **Report of the National Energy Policy Development Group**, maio de 2001.
- [4] DESPACHO N.º 5255/2006, D.R. 2ª série. 8 de março de 2006.
- [5] NP EN 50160:2001, Características da tensão fornecida pelas redes de distribuição pública de energia elétrica, CENELEC.
- [6] BURCHIO, G., LAZAROIU, C., GOLOVANOV, N., ROSCIA, M. - **Estimation of Voltage Unbalanced in Power Systems Supplied High Speed Railway**. Electrical Power Quality and Utilisation, Journal, Vol. XI, No 2 (2005).
- [7] INE, I.P./DGEG - **Inquérito ao Consumo de Energia no Setor Doméstico 2010**, 2011, Lisboa.

Lean Management e Serviços Partilhados: Caso de Estudo nos Serviços de Apoio da Força Aérea Portuguesa



Autora: Raquel Rosa, Alferes Aluna do Mestrado Integrado
na Especialidade de Administração Aeronáutica
Academia da Força Aérea Portuguesa, Sintra

Orientadora: Professora Doutora Graça Maria de Oliveira Miranda
Instituto Superior de Economia e Gestão

Coorientador: Pedro Miguel Rodrigues Santos, Tenente-Coronel
Engenheiro Eletrotécnico
Direção de Manutenção de Sistemas de Armas, Força Aérea Portuguesa

Resumo: Enquadramento - Num ambiente de constantes cortes orçamentais, impulsionados pela crise económico-financeira que Portugal atravessou, as organizações do setor público preocupam-se cada vez mais com a redução de custos. Neste contexto, vários são os estudos centrados na utilização pelas organizações de modelos de serviços partilhados e da metodologia *lean management*, no sentido de alcançarem uma redução de custos e de desperdícios e aumentarem a satisfação dos trabalhadores e a qualidade dos serviços.

Objetivo do estudo - O presente estudo de caso consiste na análise da implementação dos serviços partilhados e da aplicação da metodologia *lean management* nos serviços de apoio da Força Aérea Portuguesa, concretamente no Complexo de Sintra (Base Aérea N°1, Academia da Força Aérea e Museu do Ar) e na tentativa de perceber em que medida é que estas reestruturações contribuem para a melhoria dos serviços.

Metodologia/Abordagem - Para a recolha de dados foram utilizados vários métodos combinados, nomeadamente a observação direta, a participação ativa, algumas técnicas de auditoria, questionário aos intervenientes e entrevistas exploratórias às chefias intermédias e de topo.

Limitações/Implicações - A existência de três comandos e dependências hierárquicas diferentes, o facto de a unidade ser pioneira na implementação dos serviços partilhados, o pouco envolvimento dos intervenientes, a par da sua pouca motivação e falta de formação, o desalinhamento de objetivos e a resistência à mudança foram identificados, através da análise conjunta dos dados provenientes do questionário, das entrevistas, da observação e da participação ativa, como as principais dificuldades encontradas antes e durante a fase de implementação.

Resultados/Conclusões - As principais vantagens identificadas neste estudo decorrentes da implementação dos serviços partilhados e da metodologia *lean management* foram a redução de pessoal, a otimização de recursos, a redução da dispersão de informação e material, a eliminação da duplicação de tarefas, a simplificação de processos, a eliminação de movimentos e transportes desnecessários e a redução dos espaços de armazém. As principais desvantagens apontadas foram a “perda da função controlo”, a instabilidade causada e a possibilidade de retrocesso. A maioria dos respondentes ao questionário concorda que a metodologia *lean management* é aplicável e útil à área dos serviços e que devia ser estendida à restante Força Aérea.

Contributo - A presente investigação é relevante para a literatura na medida em que, pese embora a existência de vários estudos sobre *lean management* e serviços partilhados, não existe nenhum estudo inovador que cruze ambos os conceitos e que os utilize em conjunto, de forma a potenciar os respetivos benefícios numa organização. Considerando os benefícios de implementação comuns a ambos, revela-se interessante conjugar os dois conceitos e perceber o seu impacto nas empresas/organizações. Do mesmo modo, verifica-se a inexistência de estudos que abordem a metodologia “*lean services*” e suas aplicações ao meio militar, nomeadamente nas áreas administrativas e de apoio.

Palavras-chave: *Lean Management*, *Lean Services*, Serviços de Apoio, Serviços Partilhados, Força Aérea Portuguesa.

1. INTRODUÇÃO

Na última década, a crise económico-financeira que se alastrou na Europa, em particular na Zona Euro, marcou uma nova fase de inquietação e de incerteza. Em 2011, acresce que Portugal foi obrigado a recorrer à assistência financeira internacional e a sujeitar-se a severas limitações orçamentais nos anos seguintes, com impacto, designadamente, na segurança e defesa nacional [1].

Perante as diretivas de reorganização da estrutura superior da Defesa Nacional e das Forças Armadas [2] e considerando as medidas de redução do número de efetivos da Força Aérea (FA), com a consequente redução da despesa com pessoal [3],[4] e exigência diária de “fazer mais com menos”, a FA realizou um estudo onde concluiu que o modelo atual de apoio deveria ser revisto. O objetivo seria, pois, procurar promover a eficiência e a melhoria da qualidade dos serviços prestados aos militares e civis da FA e explorar a criação de sinergias de funcionamento, a uniformização de estruturas e a eliminação de desperdícios, de duplicações e de redundâncias. Surge assim a sugestão de implementação de Serviços Partilhados (SP) no Apoio, transversal a toda a Força Aérea, com recurso à metodologia *lean management*. De modo a implementar estes serviços, é criado na estrutura superior da FA um único *Contact Center*, com a missão de prestar um serviço de atendimento telefónico especializado, o qual incorpora um sistema de *Self Service online*. Já nas Unidades Base e Complexos é criada a Loja do Militar, que tem por missão prestar um serviço de atendimento presencial [5]. No futuro, pretende-se que 60% dos problemas dos militares e civis sejam solucionados no *Self Service*, 30% no *Contact Center* e somente 10% junto dos especialistas/técnicos (serviços centrais). Ao respeitar o novo sistema, mais horizontal e menos complexo, espera-se a não interrupção das especialidades técnicas com questões que estejam ao alcance do militar ou até mesmo ao nível local.

A adoção dos serviços partilhados como estratégia de reestruturação e do *lean management* como metodologia de gestão não está necessariamente ligada à dimensão da crise do país [6]. Contudo, é por vezes nestas fases de recessão económica que as empresas se focam mais na otimização de recursos [7]. Na sequência do objetivo estratégico número 2 (OE2) para o triénio de 2014-2016, que visa “promover a melhoria continuada do desempenho da Força Aérea através da gestão eficiente dos seus recursos humanos, materiais e financeiros” [8], torna-se fundamental o estudo deste caso, de modo a promover a otimização de recursos, a redução de desperdícios e a criação de valor na organização.

O presente estudo centra-se na implementação de serviços partilhados e na aplicação da metodologia *lean management* nos serviços de apoio do Complexo de Sintra, encerrando cinco objetivos centrais associados à percepção: i) da motivação/satisfação dos militares e civis envolvidos no “evento *lean*”; ii) das dificuldades encontradas antes e durante o evento; iii) das vantagens e desvantagens decorrentes da implementação; iv) da utilidade das ferramentas *lean* ao longo do evento; v) dos resultados alcançados no curto prazo após a implementação e dos resultados ainda expetáveis (no médio-longo prazo).

Face ao exposto, a questão central de investigação considerada é a seguinte: “Em que medida é que a implementação de um sistema de serviços partilhados e a aplicação da metodologia *lean management* nos serviços de apoio da FA podem contribuir para a melhoria dos serviços?”. Desta questão derivam as seguintes: Q1 - Quais as principais dificuldades encontradas antes e durante a implementação?; Q2 - Quais as vantagens e desvantagens decorrentes da implementação?; Q3 - Em que medida é que as ferramentas *lean* utilizadas foram úteis para o sucesso da implementação?; e Q4 - Quais os resultados expectáveis (no médio-longo prazo) após a implementação?

2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

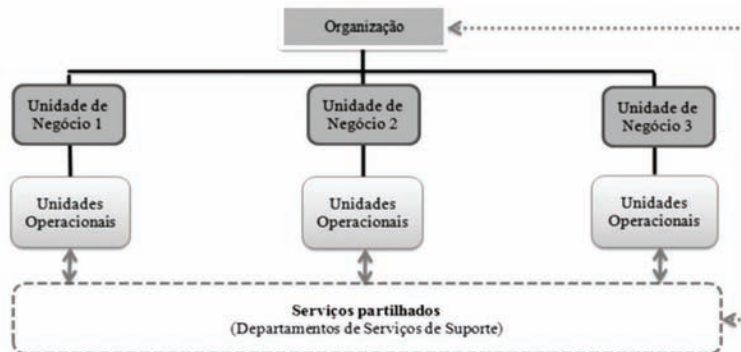
2.1 Serviços Partilhados

Os serviços partilhados (SP) são “uma estratégia colaborativa onde um subconjunto de unidades/ funções de negócio já existentes se concentram num local só, com uma estrutura de gestão semi-autónoma, desenhada para promover a eficiência, a criação de valor, a redução de custos e o melhoramento dos serviços para os clientes internos” [9]. O conceito de serviços partilhados (do original *Shared Services Centers/Organizations*, conforme os autores) é uma nova forma organizacional de grande sucesso [10].

Modelo Tradicional:



Modelo de Serviços Partilhados:



Fonte: Adaptado de *Herbert e Seal* (2012).

Numa era marcada por orçamentos cada vez mais restritivos, as organizações do setor público procuram meios mais eficazes e eficientes de prestar serviços, reduzindo custos. Assim, várias destas organizações, e de vários países, abraçaram a ideia de SP para atingir essas condições [11].

Diversos autores afirmam que a implementação de SP numa organização acarreta múltiplos benefícios, nomeadamente menores custos, melhoria da qualidade dos serviços de suporte [10], maior transparência, acesso a novo conhecimento e a novas capacidades, sinergias, ganhos de eficácia e eficiência, menor complexidade e maior flexibilidade [12].

A implementação de SP pressupõe mudanças na organização, sendo esta a fase ideal para “investir” na reengenharia de processos e na respectiva padronização, reduzindo assim a duplicação dos mesmos [10],[13]. A alteração “estrutural” pode ser acompanhada de inovações nos processos, tais como o uso de tecnologias desenvolvidas como um *Enterprise Resource Planning* (ERP) a intranet e/ou o *contact center*

[10],[14]. O tipo de mudança na organização a adotar é influenciado pela resistência à mesma [15], já que uma mudança organizacional ultrapassa a mera realocação de pessoas [10]. Os SP envolvem mudanças organizacionais que geram agitações internas significativas, tendo, muitas vezes, as organizações dificuldades em lidar com a resistência à mudança criada pelos seus próprios trabalhadores [16]. Alguns autores apontam a nostalgia sobre as velhas formas de trabalhar (*the old way*) como uma importante fonte de resistência para os trabalhadores quando os mesmos são confrontados com novas realidades organizacionais [17]. Outros autores defendem ainda que as organizações precisam de usar uma série de estratégias para construir um compromisso com a mudança, de modo a evitar a resistência e o comodismo [18]. Entre essas estratégias encontram-se o envolvimento e a participação de todos os níveis hierárquicos (incluindo o das chefias), uma boa formação das equipas e das pessoas envolvidas e o reconhecimento daqueles que se envolvem nos programas de reestruturação [19].

Muitos dos impactos estratégicos dos SP só são visíveis no médio e longo prazo [12], sendo que a sua implementação representa uma grande decisão estratégica, porquanto envolve uma ponderação cuidada dos benefícios e riscos associados [20] and increasingly, the public sectors. Yet implementation has often proved to be difficult and the factors which are critical to success are not yet well understood. In this paper existing research in the area of critical success factors (CSFs).

2.2 – Lean Management

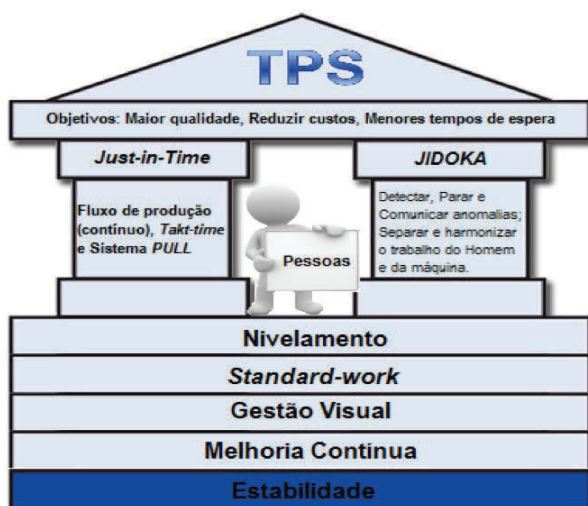


Figura 2: Casa do TPS

Fonte: Adaptado de Liker (2004)

A metodologia *lean* teve as suas raízes no Sistema de Produção da Toyota (TPS) (ver figura 2) [21] e, embora tenha tido origem na indústria automóvel, já se expandiu para outros tipos de indústria [22]. A origem e a evolução do TPS é uma das histórias de maior sucesso da gestão de operações [23]–[25].

O pensamento *lean* consiste na identificação contínua de desperdícios nos processos das organizações e na sua eliminação, deixando apenas as atividades que acrescentam valor na cadeia de valor [26].

O objetivo do *lean* é a eliminação de desperdício (*muda* em Japonês), pelo que todas as atividades ao longo da cadeia que não criam valor devem ser eliminadas, para se poder atingir a perfeição [27].

2.2.1 – Conceito de valor

Em 1996, Womack & Jones consideraram o “valor” como o primeiro princípio do pensamento *lean*, definindo-o como “a capacidade de fornecer a um cliente, no momento certo e ao preço adequado, o produto ou serviço tal e qual como o cliente o definiu” [28]. Mais tarde, outros autores acrescentam que o conceito de valor é definido pelo cliente e que está associado ao conjunto de requisitos/caraterísticas e expectativas que o mesmo imputa aos produtos e/ou serviços que irão satisfazer as suas necessidades e desejos [29].

O autor também define, numa perspetiva mais económica, que o equilíbrio custo-benefício indica a situação (ou o ponto) em que o produto oferece exatamente tanto valor quanto o seu custo. O ponto que se encontra ao longo da reta oblíqua $y = x$ representa, pois, o valor que o cliente está disposto a pagar pelo produto e/ou serviço [29]. A figura 3 apresenta a relação entre valor, custo e desperdício.

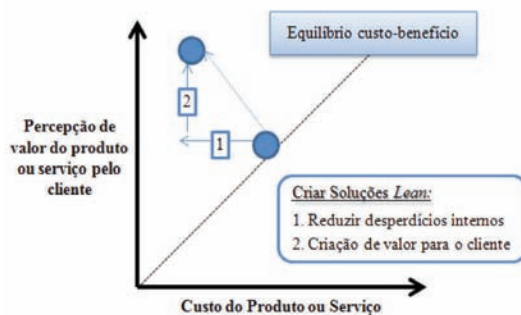


Figura 3: Relação entre valor, custo e desperdício

Fonte: Hines et al. (2004).

Por vezes, e erradamente, confunde-se criação de valor com redução de custos, mas a verdade é que o valor é criado se os desperdícios internos (atividades dispensáveis e seus custos associados) forem reduzidos (ver figura 4) [29].



Figura 4: Criação de valor através da eliminação de desperdícios

Fonte: Adaptado de Liker (2004).

É possível identificar numa organização três tipos de atividades distintas: atividades que acrescentam valor, atividades que não acrescentam valor mas são necessárias e atividades que não acrescentam valor. O *Lean Enterprise Research Centre* (LERC) da *Cardiff Business School*, com base em estudos anteriores, investigou e desenvolveu o equivalente a um guião com as proporções expectáveis destes três tipos de atividades em empresas/organizações antes de existir quaisquer intervenções/melhorias *lean* nos processos. A figura 5 apresenta a proporção dos três tipos de atividades em empresas comuns (não de nível mundial) nos setores da produção e dos serviços [30].

Atividades \ Setor	Produção	Serviços
Atividade que adicionam valor	5%	1%
Atividades necessárias mas que não acrescentam valor	35%	50%
Atividades que não adicionam valor	60%	49%

Figura 5: Proporção das atividades em empresas dos setores da produção e dos serviços

Fonte: Adaptado de Hines e Taylor (2000).

Estes números, em ambos os setores, sugerem que na maioria das empresas existe uma margem considerável para reduzir o desperdício. Uma empresa/organização do setor dos serviços que pretenda reduzir e/ou eliminar desperdícios para se tornar mais eficiente deve, em primeiro lugar, olhar para os 99% de atividades que não criam valor (desperdícios) como os 99% de oportunidades de melhoria [30].

2.2.2 – Conceito e tipos de desperdício

Desperdício é “qualquer atividade humana que consome recursos, mas que não cria valor”, ou seja, é toda a atividade que, por não acrescentar valor, o cliente não está disposto a pagar [28].

Os desperdícios estão divididos em três categorias diferentes, consoante as suas origens, conhecidas hoje como os 3 MU's (ver figura 6) [28]:

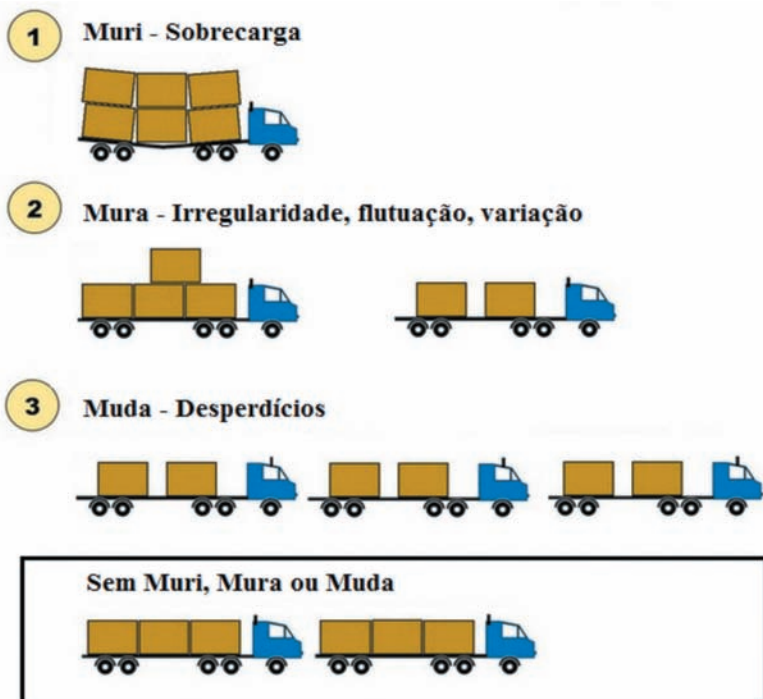


Figura 6: Categorias/Origens dos desperdícios

(Fonte: Autoria Própria)

Os tipos de desperdícios (MUDA) mais comuns [28], [31] são:

<i>Defects</i> – Defeitos	Erros de preenchimento, passagem de informação incompleta e/ou incorreta.
<i>Overproduction</i> – Sobreprodução	Duplicação de tarefas, envio do mesmo documento por diferentes vias (em papel, <i>MSG</i> , <i>e-mail</i> , <i>fax</i> ...).
<i>Waiting</i> – Tempo em espera	Atrasos na chegada de documentos ou informação, espera por pessoas, validações, assinaturas (Despacho).
<i>Non-utilized talent</i> – Não utilização do talento humano	Não aproveitamento da criatividade e do talento/experiência das pessoas (<i>know-how</i>);
<i>Transportation</i> – Transporte	Circulação excessiva de papéis/cópias.
<i>Inventory</i> – Inventário	Papéis (Arquivos), assinaturas em excesso, armazéns com material em excesso e/ou obsoleto (consumíveis, economato e expediente, higiene e limpeza...);
<i>Motion</i> – Movimento de pessoas	Deslocação física entre os serviços, procura de documentos (arquivo ou em computadores).
<i>Extra Processing</i> – Sobre processamento	Entrada de dados repetitivos (adição de campos não requeridos que não adicionam valor e que consomem tempo).

Uma vez identificados os desperdícios é fundamental criar uma cultura forte, que encoraje constantemente toda a organização a eliminar os mesmos [30].

2.2.3 – Os princípios fundamentais da metodologia *lean*

Os cinco princípios basilares da metodologia *lean* são [28], [31]–[33]:

(1) Value / Valor	O “valor” é definido pelo cliente e às empresas/organizações compete disponibilizar os produtos e/ou serviços de acordo com as características requeridas pelo mesmo, o qual, só assim, estará disposto a pagar por eles. O valor consiste nas características perceptíveis ao cliente que cada produto ou serviço proporciona.
(2) Value Stream / Cadeia de Valor	Define um processo ou um conjunto de atividades pelo(as) qual(ais) cada produto ou serviço tem que passar, desde o momento da sua concepção até à sua conclusão.
(3) Flow / Fluxo	Pode referir-se ao fluxo de pessoas, de materiais, de informação ou de capital. Este fluxo percorre toda a cadeia de valor e o objetivo é que seja contínuo, sem estrangulamentos, paragens, atrasos ou reduções de atividade, de modo a aumentar a capacidade de resposta ao cliente.
(4) Sistema pull (puxar)	Defende que a produção de um produto ou a prestação de um serviço deve ser iniciada apenas quando o cliente o solicita (o cliente tem a necessidade e “puxa” pela cadeia de valor); com a aplicação do conceito <i>Just in Time</i> (JIT) evita-se a acumulação de stocks excessivos ao longo da cadeia, assim como mão-de-obra desnecessária.
(5) Perfection / Perfeição	A procura pela perfeição tem implícito a constante eliminação de desperdícios, de modo a manter no processo somente as atividades que criam valor. O objetivo é garantir o sucesso em todas as etapas do processo num compromisso de melhoria contínua.

Aos princípios da metodologia *lean* estão associadas ferramentas utilizadas para executar as estratégias do pensamento *lean* [34].

1.1.4 – Ferramentas da metodologia *Lean*

Comparativamente com outros conceitos de gestão da qualidade, as ferramentas *lean* são mais analíticas do que estatísticas. No *lean* existem várias ferramentas disponíveis que podem ajudar a reduzir ou eliminar desperdícios [31], entre as quais se destacam:

• Eventos de Melhoria	• Sistema de <i>Milk-Run</i>
• Mapeamento da cadeia de valor	• O diagrama <i>Handoff</i> e os gráficos <i>Spaghetti</i>
• TPOC (<i>Transformation Plan of Care</i>)	• O SIPOC
• A3 – PDCA (<i>Plan, Do, Check and Act/Adjust</i>)	• Diagrama de Pareto
• <i>Standard Work</i>	• O diagrama causa-efeito (<i>Ishikawa ou Fishbone</i>)
• 5 <i>Whys?</i>	• As células de trabalho
• Gestão Visual	• <i>Takt-time</i>
• 6S (5S + 1)	• Sistema à prova de erros (<i>Poka-yoke</i>)
• <i>Kanban</i>	• Etc.

1.2 - Lean nos Serviços

O *lean*, ao contrário do que se possa pensar, não funciona apenas em alguns ambientes, sendo não só aplicável ao sector da produção, como também a qualquer negócio onde existam clientes e atividades (bens e serviços) destinadas a satisfazê-los. Com efeito, neste âmbito a gestão *lean* pode ser igualmente aplicada com sucesso [27]. O termo *lean* e a sua forte associação às “técnicas de gestão japonesas” na indústria automóvel causou muita confusão e dificuldade, sobretudo quando se tentou transportar e adaptar as respetivas técnicas a outros contextos. Não obstante, a literatura revela que o pensamento *lean*, embora tenha tido origem num ambiente de produção/manufatura, é aplicável a qualquer organização e indústria [35].

Recentemente, a metodologia *lean* tem-se estendido às indústrias de serviços (ex. profissões de “colarinho branco”) [36], com uma notável expansão nas últimas décadas dada a relevância dos mesmos para a economia [37]. Com a globalização e o aumento da competitividade, as empresas de diferentes setores reconsideraram as suas operações e estratégias [38].

O termo “*Lean Enterprise*” é usado para definir a implementação da metodologia *lean* nas empresas/organizações [39], cujos princípios têm vindo a ser cada vez mais aplicados a empresas de serviços, numa tentativa de melhorar o serviço ao cliente por meio da eliminação de desperdícios [40]engineering, information technology, human resources, and consumer affairs. Design/methodology/approach \u2013 A meta-analysis of approximately 60 internal service systems was performed. The objectives of the meta-analysis were: identification of structural similarities; categorization of wasteful activities; tabulation of typical problems; and synthesis and exploration. Findings \u2013 Internal service systems have numerous common structural characteristics, including the importance of information, process flows across functions, many hand-offs of information, hidden costs and benefits, and no explicit motivation for urgency. The wasteful activities can be classified into seven groups: delays, reviews, mistakes, duplication, movement, processing inefficiencies, and resource inefficiencies. The most common problems included a lack of standard procedures, long service times, communication breakdowns, and poor personnel management. Research limitations/implications \u2013 Critical insights valuable to a manager of an internal service system are: it is likely that the main service provided is information; it is likely that cross-functional coordination is required; and it is likely that people play a critical role in the system\u2019s performance. These insights can form the basis of cross-function cooperative improvement efforts. Originality/value \u2013 The paper presents the first known large-scale assessment of problems and opportunities in applying Lean principles to internal service systems.”, “author”. Atualmente, o *lean* é usado na gestão de operações em serviços e os resultados

mostram uma relação positiva entre as práticas *lean* e o desempenho dos vários setores [7]. Há que referir, contudo, que embora a filosofia *lean* possa ser adaptada a todo o tipo de organizações [28], no setor dos serviços deverá ser tratada de maneira diferente da da produção [41].

Estudos recentes concluem que a aplicação da metodologia *lean* tem produzido benefícios mensuráveis significativos na produtividade, rapidez [43], eficiência e qualidade dos serviços, bem como na redução de custos [6], [44].

2.3.1 – *Lean* no setor público

No atual período de restrições e de reduções da despesa pública, surge a preocupação de manter a produtividade dos serviços, melhorando a utilização dos recursos sem comprometer a sua qualidade. O desafio diário enfrentado pelos serviços públicos é fazer mais com menos [45]. Durante o período de 2005 a 2011, vários países como EUA, Reino Unido, Grécia e Portugal atravessaram um período de profunda recessão conducente a cortes orçamentais e, por conseguinte, a cortes da despesa no setor público. Surge, assim, o *Lean Thinking* como uma abordagem popular na reforma dos serviços públicos [45].

A literatura existente indica claramente que existem benefícios potenciais associados à implementação da metodologia *lean* nos serviços públicos [45], não esquecendo que os princípios do *lean manufacturing* poderão apenas ser aplicados aos serviços com as devidas adaptações [46].

Os ganhos de eficiência são, então, notáveis. No seguimento das crescentes aspirações dos governos de proporcionar melhores serviços de saúde e educação e taxas para os transportes públicos e habitação mais favoráveis [43], o setor público tem usado o *lean* para gerar e atingir uma série de resultados. São de destacar os seguintes: melhorar os tempos de espera aos clientes, o tempo de processamento e o fluxo e a qualidade para o cliente; alcançar mais com menos; permitir um melhor entendimento e conhecimento do processo; melhorar o trabalho de equipa e a utilização dos dados de desempenho; aumentar a satisfação, confiança e motivação do *staff*; e incrementar o envolvimento na cultura de melhoria contínua. Vários estudos sugerem que o *lean* no setor público tem um impacto significativo na qualidade, no custo, nos tempos, na motivação dos funcionários e na satisfação dos clientes [45], vindo a ser utilizado como uma maneira privilegiada de alcançar redução de custos e melhorias na qualidade no setor público de forma sustentável [43], [47]. Existem outros benefícios tangíveis e intangíveis associados à sua aplicação no setor público, como sejam: a redução de custos, de tempo e de espaço e a melhoria da eficiência e eficácia nos processos; o incremento da percepção sobre as necessidades dos clientes; o alcance de sinergias nos trabalhos de equipa; e o aumento da motivação e da moral dos trabalhadores [6].

Os fatores de sucesso no setor público provenientes da implementação do *lean* incluem: a) uma melhor cultura organizacional – desenvolvimento de uma cultura baseada na melhoria contínua, onde os colaboradores estão envolvidos nos eventos e aceitam as iniciativas de melhoria (já que se sentem úteis e motivados para implementar mudanças); b) uma maior prontidão organizacional – geração de uma visão global e realista da empresa, assimilando os impactos, pela utilização de métricas, e reportando os desempenhos; c) um maior compromisso por parte da gestão – com o envolvimento das chefias está comprovado que os trabalhadores mais facilmente se envolvem nos eventos, não sendo tão resistentes à mudança; uma otimização dos recursos adequados – pessoas, tempo, dinheiro, matérias; uma maior clareza na comunicação – é importante que na organização todos os intervenientes estejam treinados

no que diz respeito aos conceitos da filosofia *lean*, tenham conhecimento do evento em questão e compreendam os objetivos da mudança e da melhoria (essa divulgação pode ser feita através de reuniões, da intranet, de sessões/*workshops*); uma melhor abordagem estratégica – a capacidade de sincronizar as atividades de melhoria contínua com os objetivos estratégicos da organização ajuda a valorizar essas melhorias e a torná-las parte integrante da atividade principal da organização. Manter esta articulação faz com que as mudanças se tornem sustentadas [42], [43].

3. METODOLOGIA DA INVESTIGAÇÃO

Na presente investigação qualitativa, a metodologia utilizada foi o estudo de caso [48]. O estudo de caso é “uma estratégia de fazer pesquisa, que envolve uma investigação empírica de um fenómeno em particular no seu contexto real, utilizando múltiplas fontes de evidência (diferentes técnicas)” [49]. Na investigação empírica ou de campo é necessário recolher dados, os quais servem de fundamento aos estudos de investigação [50].

De modo a obter resposta às questões centrais de investigação, apresentadas no capítulo introdutório, foram utilizados neste estudo vários métodos combinados de recolha de dados: observação direta, algumas técnicas de auditoria, questionário e entrevistas exploratórias. O facto de pertencer a uma equipa de trabalho multidisciplinar, de participar nas reuniões de preparação, nos eventos de melhoria, nas reuniões de *debriefing* e nas visitas de acompanhamento permitiu ao investigador ter uma percepção diária das dificuldades encontradas e das oportunidades de melhoria durante a fase de implementação, da motivação dos participantes, da resistência à mudança e do envolvimento/empenho durante a realização das tarefas.

No campo, a recolha de dados na BA1 e na AFA (primeiro evento de melhoria) foi feita com o auxílio de várias ferramentas *lean*, com destaque para o mapeamento da cadeia de valor (processos da situação atual) e o preenchimento de quadros SIPOC; a realização de medições (tempos e distâncias), que geraram *diagramas spaghetti* e *handoff*; e o preenchimento e atualização do TPOC e dos A3 (construção de diagramas de Pareto, diagramas causa-efeito) ao longo dos eventos. Foram, ainda, utilizadas várias técnicas de auditoria, tais como: análise documental (arquivo, documentos avulsos, legislação); inspeção física (contagem de inventário); e, após a implementação, indagação escrita e oral (através de questionários e entrevistas, respetivamente). Posteriormente, a análise dos dados provenientes do primeiro evento permitiu ao investigador compreender a situação atual dos processos (duração, número de passos, número de pessoas envolvidas, sistemas informáticos envolvidos, etc.), bem como a procura e a eventual sazonalidade dos serviços, de modo a facilitar a construção quer do novo Sistema de Serviços Partilhados (situação futura), quer dos novos processos para o *Self Service*, a par do desenho do *Contact Center* (segundo evento de melhoria). A construção do apoio local e da Loja do Militar (terceiro evento), dos *kanban* (de fardamento, de economato, de material de limpeza e de material elétrico) e os esboços dos trajetos do *milk-run* foram também desenhados e ponderados em função dos dados recolhidos anteriormente. A construção do *Contact Center* (quarto e último evento) envolveu a escolha do local (preferência um “*open space*” e com capacidade de expansão), o desenho do *layout*, o desenho do fluxograma do funcionamento, a nomeação de militares para as novas funções, a formação dos militares e a criação de *checklists* (*dossier* com os procedimentos a cumprir após o atendimento). Durante a implementação dos SP (*Self Service*, apoio local, Loja do Militar e *Contact Center*) foram utilizadas outras ferramentas *lean*, tais como o 6S, as técnicas de gestão visual, o desenho dos *layouts* da sala, respeitando as células de trabalho, e a determinação de procedimentos *standard*.

Para aferir o grau de satisfação/motivação dos militares envolvidos no evento, as principais dificuldades encontradas/limitações da implementação, as vantagens e desvantagens decorrentes da implementação e a percepção dos resultados após a implementação da metodologia *lean* foi desenvolvido um questionário composto por um conjunto de questões exploratórias. Com a finalidade de aferir a percepção dos benefícios e dos resultados expectáveis após a implementação do evento também foram feitas entrevistas individuais a militares de diferentes níveis hierárquicos da chefia de topo.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Um breve resumo dos vários resultados obtidos é apresentado no quadro seguinte:

Questão de investigação	Métodos de recolha	Discussão/Resultados
Q1 – Quais as principais dificuldades encontradas antes e durante a implementação?	- Questionários - Entrevistas exploratórias - Observação direta - Participação ativa	• Estruturas orgânicas inalteradas; • Unidade pioneira e processos (antigos e novos) a decorrerem em simultâneo; • Pouco envolvimento e pouca motivação por parte dos intervenientes; • Resistência à mudança; • Falta de formação prévia; • Desalinhamento de objetivos.
Q2 – Quais as principais vantagens e desvantagens da implementação?	- Questionários - Entrevistas exploratórias - Algumas técnicas de auditoria - Observação direta - Participação ativa	Vantagens: • Criação do novo portal (<i>Self Service</i>); • Redução do nº de pessoas; • Centralização dos serviços; • Redução da dispersão da informação e inventário; • Simplificação de processos (processos mais rápidos e menos burocráticos); • Eliminação de movimentos e transportes excessivos; • Eliminação da redundância e duplicação de tarefas; • Limpeza e organização dos espaços. Desvantagens: • Prejuízo da função controlo; • Instabilidade instaurada; • Perda de uma boa oportunidade de mudança.
Q3 – Em que medida é que as ferramentas <i>lean</i> utilizadas foram úteis para o sucesso da implementação?	- Observação direta - Participação ativa	Cada ferramenta tem um propósito diferente: umas auxiliam na tomada de decisão e proporcionam uma visão geral do evento (A3/PDCA, TPOC); outras simplificam a recolha de dados e permitem uma visualização simples do processo (mapeamento da cadeia de valor, SIPOC, diagramas <i>handoff</i> e <i>spaghetti</i>, diagrama causa-efeito, diagrama de Pareto); outras são úteis à organização física do local (6S, gestão visual, células de trabalho); outras simplificam os processos (<i>standard work</i>, sistemas de <i>kanban</i> e <i>milk-run</i>). Porém, todas elas contribuíram para a redução de desperdícios e para a criação de valor na organização.

Questão de investigação	Métodos de recolha	Discussão/Resultados
Q4 – Quais os <u>resultados expectáveis</u> após a implementação (no médio-longo prazo)?	- Questionários - Entrevistas exploratórias	• Otimização dos recursos e polivalência funcional; • <i>Kanban's</i> e <i>Milk-Run</i> funcionem em sintonia Redução de tempo, custos e <i>stocks</i>; • Adesão à Loja do Militar e ao <i>Contact Center</i>; • Aumento da satisfação dos militares e top services; • O novo modelo de SP funcione na perfeição; • A metodologia <i>lean</i> passe a fazer parte da cultura organizacional da FA.

Através do questionário foi possível aferir que mais de metade dos inquiridos concorda que a metodologia *lean management* é aplicável ao evento em questão, que é útil à área dos serviços e que deveria ser estendida à restante Força Aérea.

5. CONCLUSÕES

Face a um ambiente alargado de incerteza económica global e de enorme exigência de gestão, caracterizado por uma forte contenção orçamental e consequente limitação de recursos, a otimização dos mesmos assume especial relevância [51].

A metodologia *lean management*, que tem por objetivo principal a eliminação de desperdícios e a criação de valor para o cliente [52], tem sido aplicada na FA desde 2007, inicialmente nas áreas de manutenção, logística (abastecimento), geração de saídas e mais recentemente nas áreas administrativas e de apoio. A implementação do novo sistema de serviços partilhados (*Self Service*, Loja do Militar e *Contact Center*), com recurso à metodologia *lean*, tem por objetivo tornar a estrutura menos complexa, concentrando muitos dos serviços e valências num só local. A combinação desta nova forma de reestruturação organizacional com a metodologia *lean management* pretende potenciar os serviços de apoio da organização FA. O presente estudo de caso tem como propósito perceber em que medida é que a implementação de um sistema de serviços partilhados e da aplicação da metodologia *lean management* nos serviços de apoio do Complexo de Sintra (AFA-BA1-MUSAR) poderia contribuir para a melhoria dos serviços.

Relativamente à percepção da motivação/satisfação dos militares e civis envolvidos durante o “evento *lean*” (primeiro objetivo central), constatou-se, através dos questionários, de observação direta e da participação ativa no evento, que os intervenientes se encontravam pouco envolvidos e pouco motivados no início do evento. Porém esse sentimento foi diminuindo, sendo que no final da implementação todos os militares ficaram satisfeitos com os resultados.

No que concerne às principais dificuldades encontradas antes e durante o evento (segundo objetivo central) foram perceptíveis, através do questionário, das entrevistas e da observação/participação, algumas dificuldades, tais como: a existência de três comandos e dependências hierárquicas diferentes no Complexo de Sintra; o facto da unidade ter sido pioneira; o decurso simultâneo dos antigos e novos processos; a falta de formação dos intervenientes; o desconhecimento de quem eram os “donos dos processos”, por forma a poder alterá-los; o pouco envolvimento e a falta de motivação; o desalinhamento dos objetivos e assimetrias de informação; e a resistência à mudança.

No que respeita à percepção das principais vantagens e desvantagens decorrentes da implementação (terceiro objetivo central), identificaram-se, por meio do questionário, das entrevistas e da observação/participação, as seguintes vantagens: a criação do *Self Service*, que por sua vez reduziu a dispersão da informação e permitiu a resolução de problemas de uma forma mais rápida, cómoda e menos burocrática; a centralização do atendimento; a simplificação de alguns processos e redução dos tempos de espera; a redução de pessoal e otimização dos RH; a junção dos armazéns, que contribuiu para uma redução da dispersão do inventário e para a libertação de espaços em armazém, permitindo um melhor conhecimento do material em inventário e uma melhor gestão do mesmo; a eliminação do excesso de movimentações e transportes; a limpeza e a organização dos espaços; a eliminação da duplicação de tarefas; a melhoria da qualidade dos serviços; e o aumento da satisfação dos clientes. Quanto às desvantagens, foram mencionadas o prejuízo da “função controlo”, a instabilidade causada após a implementação e a possibilidade de retrocesso.

No que toca à percepção da utilidade das ferramentas *lean* ao longo do evento (quarto objetivo central), foi perceptível, através do questionário, da observação direta e da participação ativa, que cada ferramenta tinha uma utilidade diferente, mas que utilizadas corretamente e em conjunto podiam dar resposta às várias necessidades, desde a ajuda na tomada de decisão, na recolha de dados, no mapeamento e na visualização dos processos, até à simplificação de processos e organização física dos espaços. A utilização adequada das ferramentas ao longo do evento contribuiu, assim, para a eliminação de desperdícios e, consequentemente, para uma melhoria dos serviços.

Por último, os principais resultados ainda expectáveis pelos inquiridos e pelos entrevistados no médio-longo prazo (quinto objetivo central) foram: maior otimização e polivalência dos recursos; maior simplificação dos processos e desburocratização gradual; maior redução dos tempos de processo e de espera (maior celeridade); maior eliminação de transportes/movimentações desnecessárias; continuação da eliminação da duplicação de tarefas; menores interrupções; melhor qualidade nos serviços; aumento da satisfação global dos militares/clientes; funcionamento na perfeição de sistemas de *kanban* e *milk-run*; e, por fim, o sucesso e a adesão generalizada ao novo sistema de Serviços Partilhados.

No seguimento do presente estudo, seria interessante levar a cabo uma investigação quantitativa após a implementação da metodologia *lean* e do sistema de serviços partilhados na FA (comparando o antes e o depois), de modo a medir e aferir o impacto dos eventos, percecionando se houve ganhos de eficiência e/ou eficácia nos serviços de apoio e, através de estudos complementares, provar ou não a existência de uma associação positiva/favorável entre as práticas *lean* e o desempenho das organizações militares (especificamente na área dos serviços).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Diário da República, *Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN)*. 1ª série, nº 67.
- [2] Despacho n.º 149/MDN/2012, *Diretiva para a reorganização da estrutura superior da Defesa Nacional e das Forças Armadas*. .
- [3] Decreto-Lei n.º 211/2012 de 21 de setembro, *Redução do nº de efetivos na Força Aérea*.
- [4] Lei n.º 83-C/2013 de 31 de dezembro, *Orçamento do Estado para o ano de 2014*.
- [5] Despacho do CEMFA n.º 59/15, Implementação dos Serviços Partilhados no Apoio.
- [6] Z. Radnor and R. Boaden, “Lean in public services - Panacea or paradox?,” *Public Money Manag.*, vol. 28, no. 1, pp. 3–7, 2008.
- [7] M. Alsmadi, A. Almani, and R. Jerisat, “A comparative analysis of Lean practices and performance in the UK manufacturing and service sector firms,” *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 23, no. 3–4, pp. 381–396, 2012.
- [8] Despacho do CEMFA n.º 87/2012 de 28 de Dezembro, *Objetivos estratégicos*.
- [9] B. Bergeron, *Essentials of Shared Services*. Hoboken, NJ: Wiley, 2003.
- [10] I. P. Herbert and W. B. Seal, “Shared services as a new organisational form: Some implications for management accounting,” *Br. Account. Rev.*, vol. 44, no. 2, pp. 83–97, 2012.
- [11] F. Ulbrich, “Adopting shared services in a public-sector organization,” *Transform. Gov. People, Process Policy*, vol. 4, no. 3, pp. 249–265, 2010.
- [12] M. Janssen and A. Joha, “Motives for establishing shared service centres in public administrations,” *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 26, pp. 102–115, 2006.
- [13] R. McIvor, M. McCracken, and M. McHugh, “Creating outsourced shared services arrangements: Lessons from the public sector,” *Eur. Manag. J.*, vol. 29, no. 6, pp. 448–461, 2011.
- [14] D. Schulman, J. Dunleavy, M. Harmer, and J. . Lusk, *Shared services: Adding value to the business units*. New York: John Wiley, 1999.
- [15] J. Burns and R. W. Scapens, “Conceptualizing management accounting change: an institutional framework,” *Manag. Account. Res.*, vol. 11, pp. 3–25, 2000.
- [16] D. Buchanan, L. Fitzgerald, D. Ketley, R. Gollop, J. L. Jones, S. Lamont, A. Neath, and E. Whitby, “No going back: A review of the literature on sustaining organizational change,” *Int. J. Manag. Rev.*, vol. 7, no. 3, pp. 189–205, 2005.
- [17] McCabe, “Taking the long view: A cultural analysis of memory as resisting and facilitating organizational change,” *J. Organ. Chang. Manag.*, vol. 23, no. 3, pp. 230–250, 2010.
- [18] R. Loup and R. Koller, “The road to commitment: Capturing the head, hearts and hands of people to effect change,” *Organ. Dev. J.*, vol. 23, no. 3, 2005.
- [19] P. Atkinson, “‘Lean’ is a cultural issue,” *J. Inst. Manag. Serv.*, vol. 54, no. 2, pp. 35–41, 2004.
- [20] M. Borman and M. Janssen, “Reconciling two approaches to critical success factors: The case of shared services in the public sector,” *Int. J. Inf. Manage.*, vol. 33, pp. 390–400, 2013.
- [21] J. K. Liker, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer*, 1ª Edição. McGraw-Hill, 2004.
- [22] M. Holweg, “The genealogy of lean production,” *J. Oper. Manag.*, vol. 25, no. 2, pp. 420–437, 2007.
- [23] M. A. Cusumano, *The Japanese Automobile Industry: Technology and Management at Nissan and Toyota*. Boston: Harvard University Press, 1985.
- [24] T. Fujimoto, *The Evolution of a Manufacturing System at Toyota*. Oxford: Oxford University Press, 1999.
- [25] T. Ohno, *The Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Portland, OR: Productivity Press, 1988.
- [26] M. Rother and J. Shook, *Learning to see: Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda*.

- Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute, 1999.
- [27] E. D. Arnheiter and J. Maleyeff, "The integration of lean management and Six Sigma," *The TQM Magazine*, vol. 17, no. 1, USA, pp. 5–18, 2005.
- [28] J. P. Womack and D. T. Jones, *Lean Thinking*, Simon & Sc. New York, NY: The Free Press, 1996.
- [29] P. Hines, M. Holweg, and N. Rich, "Learning to evolve: A review of contemporary lean thinking," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 24, no. 10, pp. 994–1011, 2004.
- [30] P. Hines and D. Taylor, "Going Lean: A guide to implementation," Cardiff, UK, 2000.
- [31] R. Andersson, H. Eriksson, and H. Torstensson, "Similarities and differences between TQM, six sigma and lean," *TQM Mag.*, vol. 18, no. 3, pp. 282–296, 2006.
- [32] G. C. Parry and C. E. Turner, "Application of lean visual process management tools," *Prod. Plan. Control Manag. Oper.*, vol. 17, no. 1, pp. 77–86, 2006.
- [33] J. P. Womack and D. T. Jones, *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation*. London, UK: Simon & Schuster, 2003.
- [34] K. B. Stone, "Lean transformation: organizational performance factors that influence firms' leanness," *J. Enterp. Transform.*, vol. Summer, 2012.
- [35] K. B. Stone, "Four decades of lean: a systematic literature review," *Int. J. Lean Six Sigma*, 2012.
- [36] J. K. Liker and J. M. Morgan, "The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development.," *Acad. Manag. Perspect.*, vol. 20, no. 2, pp. 5–20, 2006.
- [37] R. Johnston, "Operations: From Factory to Service Management," *Int. J. Serv. Ind. Manag.*, vol. 5, no. 1, pp. 49–63, 1994.
- [38] W. Hadid and A. Mansouri, "The lean-performance relationship in services: A theoretical model," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 34, no. 6, p. 2, 2014.
- [39] S. Furterer and A. K. Elshennawy, "Implementation of TQM and lean Six Sigma tools in local government: a framework and a case study," *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 16, no. 10, pp. 1179–1191, 2005.
- [40] J. Maleyeff, "Exploration of internal service systems using lean principles," *Manag. Decis.*, vol. 44, no. 5, pp. 674–689, 2006.
- [41] J. Seddon, B. O' Donovan, and K. Zokaei, "Rethinking Lean Service," UK, 2009.
- [42] Z. Radnor, P. Walley, A. Stephens, and G. Bucci, "Evaluation of the lean approach to business management and its use in the public sector," Edinburgh, 2006.
- [43] Z. Radnor and P. Walley, "Learning to walk before we try to run: Adapting lean for the public sector," *Public Money Manag.*, vol. 28, no. 1, pp. 13–20, 2008.
- [44] D. Bowen and W. Youngdahl, "'Lean' service : in defense of a production-line approach," *Int. J. Serv. Ind. Manag.*, vol. 9, no. 3, pp. 207–225, 1998.
- [45] Z. Radnor and S. P. Osborne, "Lean: A failed theory for public services?," *Public Manag. Rev.*, vol. 15, no. July 2015, pp. 265–287, 2013.
- [46] P. Ahlstrom, "Lean service operations: translating lean production principles to service operations," *Int. J. Serv. Technol. Manag.*, vol. 5, no. 5–6, pp. 545–564, 2004.
- [47] N. Piercy and N. Rich, "The relationship between lean operations and sustainable operations," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 35, no. 2, pp. 282–315, 2015.
- [48] M. Saunders, P. Lewis, and A. Thornhill, *Research Methods for Business Students*, 5th ed. Edinburgh Gate, Harlow, England: Pearson Education, 2009.
- [49] C. Robson, *Real World Research*, 2nd ed. Oxford: Blackwell, 2002.
- [50] R. K. Yin, *Qualitative research from start to finish*. New York: The Guilford Press, 2011.
- [51] F. A. Portuguesa, "Plano Anual de Atividades de 2015."
- [52] National Institute of Standards and Technology, "Principles of Lean Manufacturing with Live Simulation," *Manufacturing Extension Partnership*, Gaithersburg, MD, 2000.

Conceito Transversal de Competência como Elemento Estruturante da Organização



Autor: Miguel Quintas, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado
na especialidade de Piloto Aviador
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Carlos Páscoa, Coronel Navegador
Doutor em Engenharia Informática e de Computadores
Aeródromo de Manobra Nº 1, Maceda – Ovar

Coorientador: Ana Telha, Tenente-Coronel Engenheira Informática
Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação do Estado-Maior da Força Aérea, Alfragide

RESUMO:

O ser humano é, desde sempre, caracterizado por um elevado sentido de competitividade perante o meio que o rodeia. O gregarismo é igualmente sua característica intrínseca. Por essas razões, desde os primórdios da sua existência, procura juntar-se aos seus semelhantes que partilhem uma mesma visão sobre um determinado conjunto de objetivos que almejam, em grupo, atingir, formando dessa forma Organizações. Para que esses objetivos sejam cumpridos com a maior eficiência possível, as Organizações desenvolvem continuamente mecanismos e ferramentas que lhes permitam selecionar os indivíduos mais capazes de entre os que pretendem contribuir para a sua missão.

As competências e a gestão de competências são amplamente aceites na comunidade científica como sendo ferramentas fundamentais para a gestão de recursos humanos nas Organizações inseridas na sociedade do novo século, pelo facto de conseguirem garantir a alocação dos elementos mais capazes para cada uma das posições organizacionais existentes. Apesar das vantagens associadas àquelas ferramentas, a Força Aérea (FA) ainda não as utiliza de uma forma transversal, não estando sequer o conceito de competência definido de forma inequívoca e estandardizada nos manuais da Organização.

Recorrendo aos princípios e mecanismos de Engenharia Organizacional (EO) e aos conhecimentos na área das competências existentes na literatura, este trabalho procura colmatar essa lacuna, através do desenvolvimento de um conceito transversal de competência para a FA, que se desdobra numa proposta de definição de competência transversal para a Organização, uma roda de competências transversais e a elaboração de um perfil de competências. Desta forma, pretende-se com a presente investigação dar um contributo para a introdução em definitivo do conceito de competência na Organização, aumentando-se dessa forma a *Organizational Self-Awareness* e a qualidade do produto gerado.

Palavras-chave: Engenharia Organizacional, *Organizational Self-Awareness*, Competência, Gestão de Competências, Posições Organizacionais, Produto.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento não pode ser tido como um dado adquirido por parte daqueles que o possuem. É necessário que exista uma constante preocupação com a sua atualização sob pena de se tornar obsoleto, quer seja a nível individual ou organizacional. Tal como referem Coutinho e Lisboa (2011), a sociedade do novo século, caracterizada pela valorização da informação, do conhecimento e da aprendizagem, impõe o desafio do desenvolvimento de competências nos indivíduos que lhes permitam singrar num mundo global e altamente competitivo.

É conhecido que o ambiente organizacional é caracterizado cada vez mais por alterações tecnológicas, sociais, culturais e económicas decorrentes da sociedade altamente globalizada em que as empresas estão inseridas. Aquele ambiente caminha no sentido de uma crescente complexidade, dinamismo e incerteza (CEITIL, 2010). Por essa razão, é fundamental que as organizações sejam capazes de dar resposta aos novos desafios que lhes são impostos, cumprindo as suas metas e objetivos eficazmente.

O conceito de competência surge no sentido de as empresas darem resposta à necessidade de pro-

atividade e qualidade, mantendo as respectivas identidades e atenuando os efeitos negativos do novo paradigma organizacional acima descrito. Aliado àquele conceito surgem os modelos de competências, com o objetivo de auxiliar as empresas a identificar conhecimento, *skills* e características individuais que lhes permitam manterem-se competitivas e na vanguarda das respectivas áreas de negócio (NOE, 2005).

Para garantir os padrões de excelência que lhe estão associados, a Força Aérea (FA) precisa de continuamente desenvolver mecanismos que lhe permitam fazer face à mudança. Para isso, tal como referem Franco (2014) e Telha era I (2014), *“torna-se imperativo (...) o aperfeiçoamento dos seus processos, a utilização eficaz e eficiente dos seus recursos e, principalmente, a geração de valor para os seus clientes”*, otimizando-se assim a manutenção de competitividade no cumprimento da missão atribuída.

No meio castrense o conceito de competência é por diversas abordado, sem estar, no entanto, convenientemente definido e estabilizado. À luz do Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR), *“a cada militar deve ser atribuída competência compatível com o nível de responsabilidade inerente às funções a exercer, de acordo com o posto e qualificação exigidos para o seu eficiente desempenho”*. Apesar do que se encontra disposto naquele documento, a Força Aérea pauta a gestão dos seus recursos humanos maioritariamente pela gestão de funções. A gestão de competências na Organização encontra-se num estágio embrionário, sendo aplicada unicamente em casos muito particulares.

Face aos factos acima expostos, surge o problema que leva à realização da presente investigação: **O conceito transversal de competência não se encontra definido para a Força Aérea.**

O problema pode ser decomposto nos seguintes tópicos:

- O conceito de competência não se encontra definido de forma clara e inequívoca na Organização;
- Por se tratar de uma Organização militar, a FA não possui uma estrutura que facilite a integração do conceito de competência na sua cultura organizacional.

Associada ao problema identificado surge a seguinte questão:

- Qual é a pertinência da definição do conceito transversal de competência para a Força Aérea?

As competências são consideradas um fator crítico de sucesso nas Organizações atuais perante o paradigma vigente. Quando aplicadas no contexto empresarial, desempenham um papel fundamental desde os processos de seleção de candidatos até à rotação de efetivos. São utilizadas pelas organizações para garantir uma maior eficácia na alocação de recursos humanos. A definição e implementação do conceito transversal de competência na FA permitirá uma otimização daqueles recursos, melhorando dessa forma a qualidade do produto apresentado, o que se traduz num aumento de competitividade.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Este parágrafo inclui a literatura considerada relevante para o desenvolvimento deste artigo. Apresenta uma contextualização do trabalho desenvolvido através do enquadramento teórico, procurando abordar conceitos sobrejacentes ao tema que se pretende explorar, para que melhor se compreenda a solução apresentada para o problema levantado.

2.1 Engenharia Organizacional

A Engenharia Organizacional surge na última década do século XX, sendo definida como “o corpo de conhecimentos, princípios e práticas relacionados com a análise, desenho, implementação e operação

de uma empresa” (LILES; PRESLEY, 1996) e pretende responder à questão de como desenhar e melhorar todos os elementos associados a uma empresa, através do uso de métodos e ferramentas de engenharia e análise, para atingir com mais eficácia os seus objetivos (MACEDO et al, 2005).

No contexto global atual, as organizações são confrontadas com uma complexidade crescente que decorre da constante mudança, crescimento acelerado e competitividade sem precedentes (ERIKSSON; PENKER, 2000).

A Engenharia Organizacional surge como forma de alinhar processos de negócio com os objetivos estratégicos da organização, através de vários métodos e técnicas, acrescentando valor através de conhecimento. Constitui-se como um instrumento fundamental para a gestão da mudança e melhoria das capacidades de gestão em tempo real (VICENTE, 2007).

As organizações são entidades complexas que incluem conceitos e entidades tão variados como pessoas, cadeias de valor, processos de negócio, sistemas de informação ou tecnologia. A Engenharia Organizacional procura melhorar o alinhamento entre estas e outras noções de forma a alcançar quatro objetivos distintos. O primeiro será obter uma melhor compreensão da empresa, aquilo que esta faz, qual a sua identidade e quais os objetivos e metas que pretende atingir. Em segundo lugar, procura-se garantir mais flexibilidade no *design* organizacional, isto é, tornar a estrutura organizacional menos vulnerável ao ambiente externo cada vez mais instável. A engenharia organizacional procura ainda providenciar uma fundação sólida para reorganizar o negócio desenvolvido e, por último, suportar o desenvolvimento dos sistemas de informação, que se encontram em constante atualização (VICENTE, 2007).

2.2 *Organizational Self-Awareness*

Os seres humanos são indivíduos com consciência de si próprios. Por natureza, estes sabem quem são, o que fazem e como fazem (ZACARIAS, et. Al, 2007). Apesar de ser inato para os seres humanos, nas organizações este conceito tem de ser construído e mantido através de constantes interações entre os seus membros (VICENTE, 2007).

As organizações são constituídas por servidores de silício, os computadores, e de carbono, seres humanos. Contudo, apenas os seres humanos são capazes de mudar ativamente a organização, nomeadamente o estado dos recursos empresariais, e por isso o conhecimento das pessoas é o principal foco deste conceito. Só os servidores de carbono podem ser responsabilizados por qualquer mudança que ocorra na organização uma vez que qualquer recurso utilizado por esta terá obrigatoriamente que ter um agente ativo como fonte elementar de mudança (TRIBOLET, 2012).

A *Organizational Self Awareness* (OSA) é caracterizada em duas dimensões: individual e organizacional. A dimensão individual consiste na capacidade de os membros individualmente responderem a perguntas como: “Quem sou eu nesta organização?” “Que valor acrescento?” ou “O que faz esta organização?”. Por seu lado, a dimensão organizacional refere-se à combinação dos servidores de silício e carbono com os diversos recursos e procedimentos que permitem à organização dar resposta às questões: “Quem são os meus colaboradores?” “Como é que eles desempenham as suas funções?” “Como é que eles acrescentam valor?” ou “O que estão eles a fazer neste preciso momento?”. (ZACARIAS, et. Al, 2007). Uma organização considera-se *self-aware* quando estas duas dimensões se encontram alinhadas (VICENTE, 2007).

O desafio das organizações atuais passa por desenvolver capacidades de contínua perceção, aprendizagem e ajustamento face aos novos ambientes altamente dinâmicos (ZACARIAS, et. Al, 2007 citando MAGALHÃES, 2004). Os modelos empresariais são ferramentas de comunicação essenciais no suporte e

melhoria da OSA. O principal objetivo desses modelos é providenciar novos *view points* sobre a organização, produzindo princípios de gestão e teorias baseadas nesses novos pontos de vista.

2.3 Conceito de Competência

Atualmente, o conceito de competência tem vindo a ser alvo de grande escrutínio por parte das organizações, assumindo um papel central ao nível das práticas de gestão e relacionando-se com as transformações e competitividade que caracterizam o ambiente empresarial (CASCÃO, 2014).

Ceitel (2010) identifica cinco componentes específicos, que considera fundamentais para que um indivíduo possa desenvolver os comportamentos associados às competências. Estas componentes são:

- **Saber:** Compreende todo o conjunto de conhecimentos que permite ao titular de uma função realizar os comportamentos associados às competências;
- **Saber-Fazer:** Relaciona-se com a capacidade da pessoa pôr em prática os conhecimentos teóricos que possui sobre determinado assunto, de forma a resolver problemas que surjam no contexto laboral e executando as tarefas com eficácia e eficiência;
- **Saber-Estar:** Engloba o conjunto de comportamentos que estão alinhados com os padrões da organização em que o indivíduo se encontra inserido. Integra as atitudes e interesses do titular da função;
- **Querer-Fazer:** Relaciona-se com os aspetos motivadores associados ao desempenho de funções, ou seja, reflete a vontade do titular da função realizar os comportamentos que compõem as competências;
- **Poder-Fazer:** Traduz-se na disponibilidade do sujeito realizar as diversas tarefas, bem como na existência na organização dos meios e recursos necessários ao desempenho dos comportamentos associados às competências.

No âmbito da FA, Ribeiro (2015) e Telha et al (2015) propõem uma definição para competência de um indivíduo pelo facto de não existir uma definição consensual do conceito na organização: *“Competência consiste em capacidades, valores, comportamentos, habilidades e qualificações de um indivíduo, inerentes ao próprio ou obtidos através de formação, por experiência pessoal ou por experiência profissional, e que tenha utilidade para a organização”*.

2.4 Gestão de e por Competências

As Organizações tiveram de se adaptar à nova realidade vigente, caracterizada por constantes alterações e uma competitividade sem paralelo. Assim emerge a gestão de competências, focalizada nos ativos intangíveis, ao contrário dos modelos mais tradicionais e comuns que se concentravam nos ativos tangíveis. Com isto, começa-se a dar primazia aos recursos humanos e começa-se a reconhecer as pessoas como o principal ativo numa organização, uma vez que só aquelas são capazes de criar, inovar e inventar novos produtos e serviços, ou seja, neste novo paradigma, as pessoas passam a acrescentar tanto ou mais valor que as máquinas nos diversos serviços desempenhados no seio organizacional (CEITIL, 2010).

A gestão por competências tornou-se um elemento crucial na operação efetiva de uma organização, devido à crescente necessidade de esta ser suficientemente ágil a reorientar os seus processos de negócio de forma a dar resposta à volatilidade do mercado (DRAGANIDIS, et. Al, 2006).

De acordo com Ribeiro (2015), é fundamental a existência de um alinhamento entre a gestão de competências e os objetivos da organização de forma a perceber se os titulares das funções e posições organizacionais possuem as competências necessárias ao seu desempenho.

2.5 Modelos de Competências

De acordo com Caetano, Pombinho e Tribolet (2007), a gestão por competências tem vindo a ser um objeto de interesse crescente para as organizações, na medida em que a sua importância estratégica é cada vez mais reconhecida. Esta gestão procura alavancar a vantagem competitiva das organizações através da integração explícita das pessoas na estratégia de negócio e nos processos da organização. Por essas razões, têm vindo a ser desenvolvidos inúmeros modelos de competências que visam alinhar os objetivos da organização e as capacidades dos seus elementos.

Segundo aqueles autores, a gestão baseada nas competências estabelece uma ligação entre os objetivos organizacionais e pessoais dos seus membros. Para além disso, facilita a análise e standardização dos processos internos e externos à organização, tornando os mecanismos de recrutamento e sistemas compensatórios mais justos e transparentes. No entanto, a informação relacionada com as competências é propensa a tornar-se obsoleta devido às mudanças organizacionais, podendo-se tornar bastante dispendioso mantê-la atualizada. Os sistemas de suporte à gestão de competências desempenham um importante papel nas mais diversas atividades organizacionais, tais como a descoberta de especialistas, recrutamento e gestão de projetos. Por norma, estas atividades envolvem julgamento humano para classificar as *skills* dos trabalhadores, avaliar as competências e manter os perfis atualizados. É no sentido de facilitar a gestão das competências e minimizar a subjetividade da avaliação humana que surgem os modelos de competências.

Para que se consiga acrescentar valor de acordo com os objetivos de negócio, os macroprocessos devem organizar os recursos de forma a garantir que as competências organizacionais dão resposta às mais diversas situações (MALTA; SOUSA, 2011).

2.6 Ontology Construction: Portuguese Air Force Headquarters Domain

A ontologia de uma empresa consiste num conjunto de termos e definições relevantes para modelação do negócio da organização, podendo servir de base para o processo de tomada de decisão (PÁSCOA et al, 2011).

Páscoa et al (2011) apresentam uma ontologia para o EMFA com o objetivo de facilitar o acesso a todo o conhecimento tático e organizacional da Força Aérea. Os autores procuraram separar as Posições Organizacionais dos indivíduos que as ocupam, de forma a representar as vistas da organização e providenciar uma resposta para a questão da substituição de competências.

Segundo o documento, a organização divide-se em duas áreas distintas: Entidades Organizacionais e Posições Organizacionais. As primeiras dizem respeito a órgãos de alto nível e as últimas estão relacionadas com entidades mais específicas.

A Entidade Organizacional tem os seguintes atributos:

- **Designação** – Nome da Entidade Organizacional;
- **Missão** – Refere a missão da Entidade Organizacional;
- **Competências** – Conjunto de responsabilidades da Entidade Organizacional dentro da organização;
- **Estrutura** – Composição da Entidade Organizacional;

- **Quadro Orgânico** – Identificação do total de pessoal militar e civil, pertencente à Entidade Organizacional;
- **Dependência** – Dependência hierárquica;
- **Posição Organizacional** – Entidades com um conjunto de atributos que preenchem uma certa posição da organização.

Relativamente à Posição Organizacional, os atributos que a identificam são os seguintes:

- **Qualificações** – Dividem-se em **Línguas**, que são as línguas em que a pessoa deve ser proficiente; **Qualificações Essenciais**, que evidenciam as qualificações que são exigidas para cumprirem com a Posição Organizacional; **Qualificações Desejáveis**, que demonstram as qualificações que são desejáveis de ter para cumprirem com a Posição Organizacional;
- **Funções** – Referem todas as responsabilidades que são atribuídas para cumprir com a Posição Organizacional;
- **Designação** – Representa a descrição da Posição Organizacional.

3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

No presente parágrafo é apresentado o modelo desenvolvido, que pretende dar resposta ao problema inicial levantado, seguindo-se a validação.

3.1 Ontologia de Competências

De acordo com Páscoa et al (2011), uma ontologia consiste numa especificação explícita de um conceito. Assim, o autor propõe uma ontologia de competências para a Organização, de forma a explicitar o conceito transversal de competência proposto ao longo desta investigação, através da representação dos diferentes elementos que compõem este conceito e das relações que se estabelecem entre eles. A figura 1 ilustra a Ontologia de Competências para a FA proposta pelo autor.

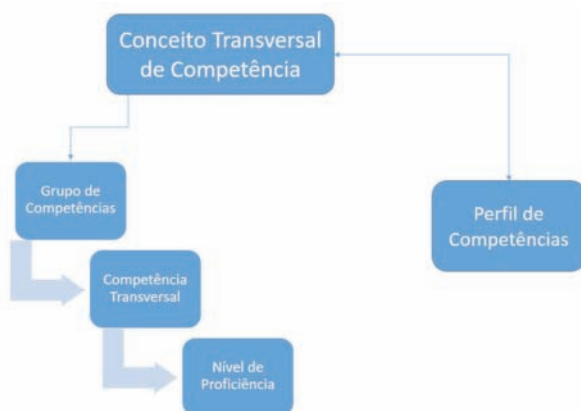


Figura 1 – Ontologia de Competências para a Força Aérea (fonte: Quintas, 2016)

A ontologia de competências tem os seguintes atributos:

- Grupo de Competências: Fator crítico de sucesso definido pelas competências que abrange;

- Competência Transversal: Comportamento observável associado a todo e qualquer indivíduo pertencente à Organização, intrínseca ou desenvolvida nos diversos contextos organizacionais e com utilidade para a Força Aérea;
- Nível de Proficiência: Grau de mestria evidenciado pelo detentor de uma determinada competência;
- Perfil de Competências: Matriz individual que parametriza as competências transversais de cada elemento da Organização e que tem em vista a orientação dos recursos humanos para as diversas Posições Organizacionais.

Na ótica do autor, a introdução do conceito transversal de competência implica a criação de uma nova aplicação informática na Organização, uma vez que se considera que a sua implementação implicará um aumento de complexidade na caracterização das Posições Organizacionais. O autor propõe que essa aplicação contenha, por um lado, toda a informação associada às competências transversais de todo e cada indivíduo pertencente à FA e, por outro lado, os perfis de competências necessários para ocupar as diferentes Posições Organizacionais, para que seja possível fazer convenientemente a gestão de e por competências. Assim, garante-se a alocação dos recursos humanos mais competentes para cada cargo de forma automatizada, o que contribui para o cumprimento mais eficiente da missão da Organização.

3.2 Definição de Competência Transversal para a Força Aérea

O problema inicial identificado prende-se com o facto de não existir um conceito transversal de competência para a FA. Por essa razão, o presente trabalho procura dar resposta a essa lacuna existente na Organização.

De forma a cumprir esse desiderato, o autor propõe uma definição de competência transversal que sirva de linha orientadora para a elaboração do modelo. Assim, e no seguimento do contributo de Ribeiro (2015) para o conceito de competência, a proposta de definição de competência transversal para a FA é a seguinte:

Competência transversal consiste num comportamento observável associado a todo e qualquer indivíduo pertencente à Organização, intrínseco ou desenvolvido nos diversos contextos organizacionais e com utilidade para a Força Aérea.

3.3 Roda de Competências Transversais para a Força Aérea

A partir da definição de competência transversal apresentada, procurou-se desenvolver a Roda de Competências Transversais para a Força Aérea. Para isso, foram analisados vários modelos e conceitos de competência, maioritariamente com aplicação em organizações civis. Optou-se por utilizar a *Education Competency Wheel* (2006) da organização norte-americana Microsoft, que tem por base a *Leadership Architect Library*, e o modelo de competências para a avaliação do talento da empresa britânica SHL, fazendo os ajustes e adaptações necessários de acordo com a cultura organizacional da FA expressa nos manuais da organização e com o EMFAR.

O modelo proposto traduz-se numa roda constituída por 45 competências, agrupadas em seis diferentes grupos: Excelência Individual, *Skills* Militares, *Skills* Operacionais, *Skills* Estratégicas, Resultados e Coragem. As várias competências representam diferentes atributos, comportamentos, áreas de conhecimento e habilidades que se consideram transversais ao perfil de um militar da Força Aérea.

Apresenta-se a Roda de Competências na figura 2.



Figura 2 – Roda de Competências Transversais para a Força Aérea (fonte: Quintas, 2016).

3.4 Perfil de Competências Transversais para a Força Aérea

Para além do Conceito de Competência Transversal e da Roda de Competências Transversais para a FA, o autor propõe ainda a criação de um Perfil de Competências Transversais para a Organização.

Este perfil tem por objetivo parametrizar a carreira do militar ao nível das competências transversais e estabelecer os requisitos necessários para ocupar as várias Posições Organizacionais da FA.

O autor considera o Perfil de Competências como sendo uma boa ferramenta para facilitar a rotação de indivíduos nas várias Posições Organizacionais, garantindo que se escolhe a pessoa mais competente para o cargo em questão.

O Perfil de Competências consubstancia-se num esquema que apresenta, por um lado, os níveis de proficiência, de N_0 até N_4 , e por outro, as competências transversais, de C_1 até C_{45} , tal como se encontra ilustrado na tabela 1.

Tabela 1 – Exemplo de um Perfil de Competências Resumido (fonte: Quintas, 2016).

N_0		Níveis de Proficiência				
		N_1	N_2	N_3	N_4	
Competências Transversais	C_1			X		
	C_2		X			
	C_3					X
	C_4				X	
	C_5	X				
	...					
	C_{44}				X	
	C_{45}					
		$\sum_{n=1}^{45} C_n N_0$	$\sum_{n=1}^{45} C_m N_1$	$\sum_{n=1}^{45} C_x N_2$	$\sum_{n=1}^{45} C_y N_3$	$\sum_{n=1}^{45} C_z N_4$

Dessa forma, o Perfil de Competências Transversais para um elemento da FA traduzir-se-á na seguinte expressão:

Analisando a expressão anterior, o autor considera que os militares que se encontram em formação ou numa fase inicial de carreira tenderão a possuir um perfil essencialmente voltado para as parcelas $C_n N_0$ e $C_m N_1$, ao passo que o perfil de indivíduos que se encontram no topo de carreira, com posições de chefia atribuídas, tenderá para as parcelas $C_x N_2$, $C_y N_3$ e $C_z N_4$ com maior frequência.

3.5 Validação

Para validação, o modelo foi aplicado a uma Posição Organizacional concreta, de forma a verificar as implicações associadas à introdução do conceito transversal de competências na FA, em detrimento do conceito de qualificações vigente.

Inicialmente, foi analisada a documentação existente que contém a descrição do cargo e que engloba as qualificações necessária para assumir aquela Posição Organizacional.

Posteriormente, foi dissecado o cargo em questão à luz do conceito transversal de competência desenvolvido ao longo desta investigação. Foram analisadas as 45 competências elencadas na Roda de Competências e instanciadas segundo os níveis de proficiência.

Por fim, foi obtido o perfil de competências para aquele cargo e comparado o grau de complexidade com o conceito em vigor na Organização.

4. CONCLUSÃO

O facto de a Força Aérea, devido ao seu cariz militar, estar estruturada de forma muito hierarquizada e especializada não facilita a integração do conceito e consequente gestão de competências. Uma eventual forma de facilitar a integração do conceito e sua gestão na Organização passará pela alteração da estrutura de especialidades vigente, unificando-se os atuais quadros de especialidade em grupos de especialidades mais abrangentes.

As competências são tidas na comunidade científica como um fator crítico de sucesso na gestão de recursos humanos para as Organizações do século XXI e, por essa razão, é desejável que esse conceito assuma uma maior relevância na FA. Tal como se verificou no caso de estudo apresentado no parágrafo 3, o perfil de competências transversais assume-se como quadro de referência para a nomeação de elementos para a Posição Organizacional estudada e revelou-se mais exigente do que as qualificações no estabelecimento dos requisitos necessários para aquele cargo, o que contribui para garantir a nomeação dos militares mais aptos.

A introdução do conceito transversal de competência aumenta a complexidade associada à gestão de recursos humanos na Organização. Por essa razão, é fundamental que exista um alinhamento entre todas as componentes da Estrutura Organizacional, para que seja possível aplicar em pleno o conceito estudado. Para além da revisão dos manuais da Organização, o autor considera necessária a criação de uma aplicação informática, que lide com o aumento de complexidade na caracterização das Posições Organizacionais e possibilite a implementação da gestão de e por competências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LILES; Donald; PRESLEY, Adrien - **Enterprise Modeling within an Enterprise Engineering Framework**; dezembro 1996.
2. MACEDO, Patrícia; ZACARIAS, Marielba; TRIBOLET, José - **Técnicas e Métodos de Investigação em Engenharia Organizacional: Projeto de Investigação em Modelação de Processos de Produção**. 6ª Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, Outubro 2005.
3. ERIKSSON, Hans-Erik; PENKER, Magnus - **Business Modeling with UML: Business Patterns at Work**. 1st Edition. Wiley, 2000. ISBN 047-129-551-5.
4. VICENTE, David - **Towards Organizational Self-Awareness: A Methodological Approach to Capture and Represent Individual and Inter-Personal Work Practices**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2007. Dissertação de Mestrado.
5. COUTINHO, Clara; LISBÔA, Elina - Sociedade da Informação, do Conhecimento e da Aprendizagem: Desafios para Educação no Século XXI. Revista de Educação [Em linha]. Vol. XVIII, nº 1 (2011), p. 5-22. [Consult. 22 Mar. 2016]. Disponível em WWW: <URL:https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/14854/1/Revista_Educa%C3%A7%C3%A3o_VolXVIII,n%C2%BA1_5-22.pdf>.
6. CEITIL, Mário - **Gestão e Desenvolvimento de Competências**. 1ª ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2010. ISBN 978-972-618-409-6.
7. NOE, Raymond A. - **Employee Training and Development: International Edition**. Third Edition. McGraw-Hill, 2005. ISBN 007-287550-X.

8. FRANCO, João – O Produto da Força Aérea. Sintra: Academia da Força Aérea, 2014. Dissertação de Mestrado.
9. ZACARIAS, M. [et al] – Towards Organizational Self-Awareness: An Initial Architecture and Ontology. In RITTGEN, Peter – **Handbook of Ontologies for Business Interaction**. 1ª ed. Information Science Reference, 2007. ISBN 1599046601.
10. TRIBOLET, José – **The Elementary Physics of Enterprises**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2012.
11. CASCÃO, Ferreira – **Gestão de competências, do conhecimento e do talento: O estado da arte da teoria e as melhores práticas na gestão das pessoas**. 1ª ed. Lisboa: Edições Sílabo, 2014. ISBN 978-972-618-755-4.
12. RIBEIRO, Nélson – **Representação do Conceito de Qualificações nos Processos de Negócio**. Sintra: Academia da Força Aérea, 2015. Dissertação de Mestrado.
13. Telha, A., Ribeiro, N., Páscoa, C., Tribolet, J. (2015): Representing of the “Qualification” concept in Business Processes, *Procedia Computer Science* Volume 64, 2015, Pages 180–187. Conference on ENTERprise Information Systems, CENTERIS/ProjMAN / HCist 2015 October 7-9, 2015, doi:10.1016/j.procs.2015.08.568.
13. DRAGANIDIS, Fotis [et al] – An Ontology Based Tool for Competency Management and Learning Paths [Em linha]. 2006. [Consult. 8 Dez. 2015]. Disponível em WWW: <URL:<http://imu.ntua.gr/sites/default/files/biblio/Papers/an-ontology-based-tool-for-competency-management-and-learning-paths.pdf>>.
14. CAETANO, Artur; POMBINHO, João; TRIBOLET, José – Representing organizational competencies. In SAC '07 - **2007 ACM symposium on Applied computing**. New York, NY: ACM, 2007. ISBN 1-59593-480-4. p. 1257-1262.
15. MALTA, Pedro; SOUSA, Rui – The Organizational Competences Model: A Contribution for Business-IT Alignment. [Em linha]. 2011. [Consult. 10 Dez. 2015]. Disponível em WWW: <URL: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/15624/1/Pedro%20Malta%20%26%20Rui%20Dinis%20IBIMA%202011%20Organizational%20Competences%20Model.pdf>>.
16. Páscoa, C.; Pinto, S.; Tribolet, J. (2011): Ontology construction: Portuguese Air Force Headquarters Domain, *Springer Lecture Notes in Business Information Processing (LNPIB) Series* Volume 89, 2011, pp 83-109, Practice-driven Research on Enterprise Transformation (PRET) Third Working Conference,.
17. Telha, A.; Franco, J.; Páscoa, C.; Tribolet, J. (2014): The Product of Portuguese Air Force, Extended Abstract and Poster on Minutes of the CENTERIS 2014 Conference on ENTERprise and Information Systems, Portugal, October 2014.

A integração de instrumentos de avaliação de desempenho: O caso da Força Aérea Portuguesa



Autor: Joana Inês Pereira Gaio, Tenente aluna do mestrado integrado
na especialidade de Administração Aeronáutica
Academia da Força Aérea.

Orientador: Professora Doutora Rita Raminhos Coelho Fuentes Henriques
Departamento de Sistemas de Controlo e Gestão, Instituto Superior de Economia e Gestão,
Universidade Técnica de Lisboa.

Coorientador: Doutor Carlos Jorge Ramos Páscoa, Coronel Navegador
Divisão de Operações, Estado-Maior da Força Aérea.

Resumo: Atualmente é possível avaliar o desempenho na Força Aérea tanto ao nível da organização como dos seus colaboradores, mas de forma dissociada. Face à inexistência de um elemento de conexão entre as duas avaliações, será determinante integrar as ferramentas existentes, tornando possível medir o contributo de cada indivíduo na prossecução dos objetivos da organização e orientando o processo de avaliação para a gestão por objetivos. O principal contributo resultante deste trabalho assenta na criação de um modelo integrado de gestão de desempenho com potencial de difusão pelos diferentes níveis hierárquicos da Força Aérea.

Com o estudo realizado, foi possível concluir que, ao integrarmos as ferramentas de gestão estratégica, será possível acompanhar em tempo real e alinhar de forma transversal a avaliação na sua componente individual e organizacional, dando resposta às exigências no âmbito do Sistema de Avaliação da Administração Pública (SIADAP). Com a difusão da gestão de desempenho por toda a organização, será possível avaliar não só o indivíduo, mas também o serviço em que está inserido, facilitando o processo de avaliação e garantindo a responsabilização individual.

Palavras-Chave: Avaliação de desempenho, Gestão de desempenho, Gestão por objetivos, QUAR, *Balanced Scorecard*, Administração Pública, Força Aérea.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação de desempenho (AD) tem recolhido cada vez mais o interesse dos estudiosos desde o século XIX. Nessa altura, defendia-se que devia estar ligada aos aspetos financeiros da organização, como o lucro, a rentabilidade do investimento e a produtividade [1]. Atualmente, tem-se verificado que existem outros instrumentos que permitem aferir o desempenho da organização, tendo a contabilidade de gestão um papel ativo na informação para as decisões estratégicas, bem como na implementação e sucesso dos planos estratégicos [2], estando a avaliação de desempenho integrada num conceito mais abrangente, designado por gestão de desempenho (GD).

Com o presente estudo, o nosso interesse passa por fomentar o acompanhamento por parte da Força Aérea (FA) das evoluções orientadas para a gestão de desempenho na Administração Pública (AP), numa cultura de avaliação e responsabilização, através da ligação dos objetivos da organização aos resultados obtidos no ciclo de gestão, sabendo que um bom desempenho dos serviços públicos é crucial para o desenvolvimento económico e social de longo prazo.

Recorrendo a ferramentas que já estão em desenvolvimento na Força Aérea Portuguesa, será possível iniciar um caminho orientado para a Gestão por Objetivos?

Q1: Será suficiente que a gestão de desempenho na Força Aérea seja suportada pelo QUAR?

Q2: A combinação de ferramentas de gestão de desempenho possibilitará uma gestão por objetivos em tempo real?

Q3: A combinação de ferramentas de gestão de desempenho possibilitará uma gestão por objetivos orientada para a responsabilização individual?

Q4: Será possível a difusão deste modelo integrado de gestão de desempenho por toda a organização, partindo do nível Estratégico (Macro) até ao nível Operacional (Micro)?

2. PROBLEMÁTICA E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

O processo de avaliação de desempenho da Força Aérea aplica-se tanto ao nível organizacional como individual. Contudo, não existe um elo de ligação entre ambos que permita compreender o contributo de cada indivíduo para o desempenho da organização. E a grande maioria das atividades que constituem os processos são realizadas por pessoas que desempenham papéis específicos na organização. A gestão por objetivos, enquanto parte integrante da gestão de desempenho, representa uma medida da contribuição de cada colaborador para o sucesso estratégico. Assim sendo, será importante colocar a seguinte questão como ponto de partida deste estudo:

Para além desta questão inicial, será importante formularmos as restantes questões orientadoras. Assim sendo, tendo em conta a questão de partida, poderemos destacar as seguintes questões de investigação:

3. REVISÃO DE LITERATURA

a. Avaliação e Gestão de Desempenho

Apesar de se utilizarem as expressões avaliação de desempenho (AD) e gestão de desempenho (GD) como sinónimos, na verdade trata-se de conceitos diferentes. Vários autores referem que a AD espelha ações do passado, constituindo um momento pontual e não tendo em conta a estratégia da empresa, enquanto a GD extrapola os dados para fornecer informações sobre o futuro, garantindo melhorias na performance da organização [3]. Nas últimas décadas, o conceito de AD tem resultado numa abordagem mais ampla, de forma a integrar as estratégias de gestão inerentes à GD.

A GD pode ser orientada para os comportamentos, colocando ênfase em processos, como por exemplo sistemas orientados para as competências, pode ser orientada para os resultados, como por exemplo a gestão por objetivos, ou poderá ser orientada para ambos [3]. Os sistemas de GD são parte vital do desempenho de uma organização, permitindo aos gestores, ao captarem a informação essencial às atividades de gestão, apurar até que ponto as ações planeadas estão a ser implementadas e identificar eventuais áreas problemáticas [4].

b. Gestão por Objetivos

A eficácia da gestão por objetivos (GPO) para a GD das organizações tem sido estudada, destacando-se a sua influência no desempenho organizacional [5]. A GPO consiste num processo de gestão assente na definição dos objetivos estratégicos da organização e no estabelecimento dos objetivos ao nível de cada departamento, avaliando o contributo que cada colaborador tem para o sucesso estratégico da organização [6], devendo ser apoiado por uma clara operacionalização dos objetivos e práticas de gestão que promovam a motivação relativamente aos mesmos [7]. As vantagens da GPO assentam em três componentes: definição de metas, participação na tomada de decisão e *feedbacks* objetivos [5]. Assim, serão garantidas medidas de apoio objetivas da GD, através do envolvimento dos próprios subordinados na definição (e aceitação) dos objetivos de trabalho e na análise comparativa dos resultados obtidos, alinhando objetivos individuais com organizacionais. Por seu lado, o gestor mede o desempenho e fornece *feedback* essencial para a realização das tarefas atribuídas [8].

c. *Balanced Scorecard*

O *Balanced Scorecard* (BSC) pode ser definido como uma *framework* que permite a integração de indicadores derivados da estratégia, tanto financeiros como não financeiros, organizados em diferentes perspetivas que habilitam o gestor para a visão global quanto ao desempenho da organização [9]. A metodologia concebida no BSC desdobra a missão da organização e a sua estratégia em objetivos concretos, devidamente quantificáveis, associando um conjunto de instrumentos de medida que possibilita o acompanhamento e a verificação do seu grau de concretização.

Um instrumento que permite dar apoio ao BSC é o Mapa Estratégico (ME), que permite a representação visual da estratégia, mostrando como esta se encontra articulada para criar valor, bem como os objetivos e suas relações de causa-efeito, constituindo o elo de ligação entre formulação e execução da estratégia. A criação do ME deve seguir uma abordagem *top-down*, definindo-se primeiro a missão (razão da existência da organização) e traçando-se, posteriormente, o caminho para o cumprimento dessa missão (estratégia). Para traduzir a estratégia em termos operacionais e incorporá-la no trabalho diário dentro da organização, os indicadores de performance deverão refletir e quantificar os objetivos da organização para cada perspetiva, permitindo monitorizar a performance da organização [10]. O ME e o BSC estabelecem uma ligação entre o nível estratégico e os níveis táticos e operacionais, completando uma relação que vai desde a razão de ser da organização (missão) até ao nível do colaborador, verificando-se a sua contribuição para o sucesso da organização.

4. METODOLOGIA

A presente investigação empírica assenta numa metodologia de estudo de caso [11], sendo que os dados analisados são referentes a uma única organização – a Força Aérea. Numa primeira fase, o processo de recolha de dados envolveu o recurso a fontes documentais, nomeadamente o Plano Anual de Atividades (PAA), o Relatório Anual de Atividades (RAA), o Relatório de Gestão, o Regulamento das Publicações da Força Aérea (RFA), a Ficha de Avaliação individual (FAI) e legislação associada. Adicionalmente, foram analisadas as ferramentas de gestão estratégica associadas ao *Cockpit* Organizacional (ME, BSC e o *Flight Plan*).

Numa segunda fase deste estudo, o método de recolha de dados assentou na realização de duas entrevistas, que assumiram um cariz exploratório [12], por forma a compreender o contexto e fenómeno em estudo. Assim, foi levada a cabo uma entrevista junto da Direção de Serviços de Ensino e das Escolas Portuguesas no Estrangeiro (DSEEPE), com o objetivo de compreender os mecanismos e processos de planeamento e gestão inerentes à avaliação dos serviços na Administração Pública, destacando-se as componentes positivas e negativas associadas ao SIADAP 1 (Serviços). Adicionalmente, realizou-se uma outra entrevista exploratória junto da Direção de Pessoal (DP), unidade gestora de todo o processo de avaliação na Força Aérea, com o objetivo de compreender a avaliação de desempenho naquela organização.

Numa fase posterior, foram realizadas entrevistas junto da Divisão de Planeamento (DivPlan) e da Divisão de Operações (DivOps), com a finalidade de recolher mais dados [12], relativos às potencialidades dos instrumentos de gestão de desempenho.

5. O CASO DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA

a. A Estrutura da Força Aérea

A Força Aérea, tendo por base a Lei Orgânica da Força Aérea (LOFA), e em concordância com a Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA), organiza-se numa estrutura vertical e hierarquizada. Em termos gerais, a estrutura organizacional da Força Aérea encontra-se sob o comando do Chefe de Estado-Maior da Força Aérea (CEMFA), do qual dependem diretamente três Comandos Funcionais – Comando da Logística da Força Aérea (CLAFA); Comando Aéreo (CA); Comando de Pessoal da Força Aérea (CPESFA).

Na Força Aérea existem dois níveis de decisão: 1º Nível – Estratégico e 2º Nível – Operacional (Figura 1). O 1º Nível de gestão, ou gestão estratégica, é da responsabilidade do CEMFA, representando a gestão de topo. É neste nível que se decidem as linhas gerais do planeamento da atividade da organização. A gestão operacional da organização, ou 2º nível, é da responsabilidade dos órgãos do nível operacional. Estes representam a gestão mais específica das diversas áreas que compõem a Força Aérea e estão na dependência direta do nível estratégico, isto é, respondem diretamente às orientações estabelecidas por este. No que concerne ao nível tático, este destina-se a suportar as bases aéreas e as unidades aéreas que operam os sistemas de armas.



Figura 1 - Organograma dos níveis de decisão na estrutura organizacional da Força Aérea

b. A Avaliação na Força Aérea

No que respeita à avaliação individual, a Força Aérea implementou desde cedo o SIADAP aos trabalhadores civis que nela prestam serviço. No entanto, pela especificidade desta organização, os trabalhadores civis não ocupam lugares de chefia, sendo que apenas se tem aplicado o subsistema SIADAP 3, independentemente da modalidade de constituição da relação jurídica de emprego público.

No âmbito da avaliação dos militares da Força Aérea, não foi aplicado o SIADAP, incidindo o foco da sua avaliação, sobretudo, na avaliação do mérito, a qual é obtida através da apreciação do currículo. O enfoque recai, portanto, na avaliação individual, com vista a uma correta gestão de pessoal. O Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR) desenvolve a Lei de Defesa Nacional (LDN) e a Lei do Serviço Militar (LSM), que dão suporte a todo o processo de avaliação na Força Aérea, que utiliza como instrumento uma Ficha de Avaliação Individual (FAI). Por sua vez, o Regulamento de Avaliação do Mérito dos Militares da Força Aérea (REAMMFA) estabelece as instruções para a execução do Sistema de Avaliação do Mérito dos Militares da Força Aérea (SIAMMFA).

Por outro lado, a Força Aérea já desenvolveu um conjunto de ferramentas adaptadas às particularidades da organização e validadas pelas chefias, que permitem a gestão estratégica [15, 16]. Este conjunto de ferramentas denomina-se internamente de *Cockpit* Organizacional da Força Aérea, sendo

composto pelo ME, o BSC e o *Flight Plan*, traduzindo-se num *dashboard* de performance em que é possível a medição em tempo real dos resultados, disponibilizados através dos *Key Performance Indicators* (KPI's). Esta medição pretende determinar o grau de cumprimento dos objetivos da organização face ao planeamento.

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Um dos objetivos deste estudo passou por compreender a situação atual da avaliação de desempenho, o processo de planeamento e o ciclo de gestão estratégica da Força Aérea e as ferramentas de gestão estratégica inerentes, para que fosse possível determinar as valências e limitações das ferramentas existentes e a sua aplicabilidade à gestão de desempenho. Observando todas as ferramentas disponíveis e procedendo a uma análise das entrevistas realizadas, foi possível criar um modelo integrado de gestão de desempenho com potencial de difusão pelos diferentes níveis hierárquicos da Força Aérea.

a. O QUAR da Força Aérea

Tendo em conta que a gestão de desempenho na Administração Pública é suportada pelo QUAR, fomos verificar até que ponto seria possível recorrer às valências desta ferramenta para a gestão de desempenho na Força Aérea, numa tentativa de responder à primeira questão de investigação:

Uma das componentes negativas associadas ao QUAR, referidas transversalmente nas entrevistas realizadas, prende-se com o facto de conduzir, frequentemente, a taxas de realização muito elevadas, sem conteúdo informativo. Esta problemática chega a ser reforçada na legislação que dá suporte ao SIADAP, onde é referido que a avaliação dos serviços obtém “Desempenho Bom” sempre que se superem alguns dos objetivos. O facto de estarmos a mobilizar recursos para um objetivo que já foi alcançado, quando estes mesmos recursos poderiam ser direcionados para objetivos ainda por alcançar, resulta, a nosso ver, numa gestão de recursos que tem espaço para melhorar.

De momento, não existe obrigatoriedade da aplicação do QUAR nas Forças Armadas. Contudo, no caso concreto da FA, já existe um modelo em vigor e a intenção é explorar as valências desta ferramenta para a gestão de desempenho. O *Cockpit* da Força Aérea, enquanto instrumento de apoio à gestão estratégica, e sendo o BSC parte integrante deste, terá informação pertinente para o QUAR. No entanto, o QUAR não tem por objetivo abranger todos os campos de atividade da instituição, devendo limitar-se ao essencial, importando distinguir de entre os objetivos do BSC aqueles que podem ser usados na avaliação.

Outro dado comum retirado das entrevistas prende-se com a insuficiência da ferramenta QUAR para avaliar os serviços, sendo necessário integrar outras ferramentas de apoio, tais como o BSC. O QUAR deverá agregar a informação importante, fornecendo um relatório final simples que evidencie a estratégia do serviço, tornando visível a comparação entre meios e resultados.

b. Integração de Ferramentas orientadas para a Gestão de Desempenho

Atualmente na Força Aérea, a nível Macro, já se encontram validadas pelas chefias as ferramentas

que possibilitam a gestão estratégica⁽¹⁾. O ME da FA explica visualmente a estratégia da organização, integrando os objetivos estratégicos a atingir, desenvolvendo os objetivos operacionais em função desses, e promovendo, assim, o alinhamento entre os colaboradores da organização. Por seu lado, no BSC são incorporadas as perspetivas utilizadas no ME, adicionando-se indicadores de performance para os objetivos operacionais, sendo possível explicar o nível de execução das diferentes atividades e ações, de forma a acompanhar e concretizar os objetivos delineados.

Relativamente ao QUAR, e tal como foi referido anteriormente, o cálculo da taxa de realização dos objetivos apresenta algumas limitações, conduzindo frequentemente a taxas de realização muito elevadas. Ao nível da FA, foi possível apurar com a entrevista realizada à DivPlan que o BSC permite que se contemple uma margem de tolerância na definição das metas a atingir (definição de metas por intervalo), conferindo *“maior segurança para os serviços cumprirem os seus objetivos e evitando o surgimento de taxas de realização anormalmente elevadas”*.

Para quantificar de forma mais coerente a concretização das metas no BSC, foram definidas percentagens de desvio, garantindo, segundo a DivPlan, *“maior precisão na avaliação de desempenho e uma gestão estratégica mais eficiente”*.⁽²⁾ Mais concretamente, para o cumprimento dos objetivos do BSC da FA foram criados 3 cenários (Tabela I,II,III), conforme o objetivo de gestão seja “exceder a meta”, “não exceder a meta” ou “estar num intervalo entre a meta”.

Tabela I - Cálculos para o 1º caso referente a metas e indicadores

1º Caso - O Objetivo de Gestão é Exceder a Meta				Exemplo			
Planeado		Executado		Planeado	Executado	Percentagem	Resultado
A	≥	B	Resultado= B/A	100	37	37%	
A	<	B	Resultado= 1				

				Exemplo			
Planeado		Executado		Planeado	Executado	Percentagem	Resultado
A	≥	B	Resultado=1	10	11	110%	
A	<	B	Resultado = 1- (B/A-1)				

Tabela II - Cálculos para o 2º caso referente a metas e indicadores

3º Caso - O Objetivo de Gestão deve estar num intervalo da Meta			Exemplo	
Indicador	Planeado	Desvio Meta Executado	Mínimo entre os 2 valores	Resultado

Tabela III - Cálculos para o 3º caso referente a metas e indicadores

(1) Na procura de uma imagem integrada, controlando-se a execução da estratégia de 3 em 3 meses, sendo apresentado ao CEMFA o *Cockpit* e uma tabela retirada do BSC, onde se mostram os indicadores com mais desvios e se explica o racional do desvio.

(2) Até então não existia a preocupação de verificar se existiam “desperdícios” na execução, dado que mesmo ultrapassando a meta definida o resultado era sempre 100%.

No primeiro cenário sempre que se ultrapasse a meta atingimos 100%. Contudo, nos restantes cenários sempre que excedermos a meta planeada é aplicado um algoritmo que reduz, de forma linear, a percentagem de concretização desse indicador, até atingir os 200% de desvio face ao planeado, altura em que se considera 0% de concretização. Para efeitos de aferição dos resultados, considera-se, segundo a DivPlan, que acima de 200% de execução face à meta definida *“estamos perante uma execução ineficiente, desperdiçando recursos acima do necessário para alcançar os efeitos pretendidos ou, em alternativa, a meta estará incorretamente estabelecida ou será pouco ambiciosa”*.

Apesar dos seus benefícios no equilíbrio entre indicadores de curto e longo prazo, o BSC não permite fornecer informação precisa a qualquer momento, acabando, segundo a DivOps, *“por constituir uma fotografia num determinado período da situação organizacional”*.

Para suprimir a falta desta importante característica e permitir a GPO em tempo real recorremos ao *Flight Plan*. Trata-se de um plano de ação que discrimina as atividades e iniciativas segundo o seu período de início e término, bem como o seu grau de concretização, exibindo não só o seu contributo para o cumprimento de determinado objetivo, como também o seu peso orçamental (caso tenha algum) e os recursos envolvidos. Este conceito, adaptado ao contexto organizacional, permite a qualquer momento discriminar quais as atividades que se encontram atrasadas e qual o grau de execução de cada uma e, consequentemente, determinar o grau de concretização dos objetivos.

Assim sendo, toda a informação carregada no *Flight Plan*, BSC e ME permite visualizar no *Cockpit* Organizacional o cumprimento dos objetivos estratégicos da organização e, segundo a DivPlan, *“poupar tempo, promovendo a produtividade e a análise do alinhamento da estratégia com os objetivos da organização”*. Como resultado obtemos aquilo que foi o primeiro contributo do estudo realizado, materializado no modelo integrado de nível geral de GD para a FA, que, tal como sugere a Figura 2, agrega mediante as suas funcionalidades um conjunto de ferramentas que dão vida ao *Cockpit*, permitindo monitorizar o desempenho da organização. Por sua vez, o QUAR permitirá fornecer à organização a informação sumária dos desvios apurados no fim de ciclo de gestão.



Figura 2 - Modelo Integrado de Nível Geral de Ferramentas de Gestão de Desempenho

c. Relação entre a Avaliação Individual e Avaliação da Organização

Sendo que o novo EMFAR prevê um sistema unificado de avaliação de mérito para as Forças Armadas, a nosso ver, parece ser o momento ideal para que as reformulações ao nível da avaliação ocorram, colocando a terceira questão de investigação:

O *Flight Plan* da FA agrega o fator tempo e responsabiliza quem está afeto a determinada ação. Na DivPlan, os utilizadores da ferramenta são da opinião que esta permite, através da cadeia de informação, a ligação entre OEs e OBs, atividades, ações e elementos de ação, com a identificação das janelas de tempo e dos indivíduos responsáveis. Estas ações, segundo a opinião da DivPlan, “*para estarem associadas aos indivíduos responsáveis terão de estar em consonância com os critérios dos regulamentos e manuais de avaliação*” No *Flight Plan* são carregados os objetivos individuais de cada indivíduo, tendo em conta a informação do Regulamento das Publicações da Força Aérea (RFA), que descreve toda a estrutura hierárquica da U/O/S em causa, incluindo as funções atribuídas a cada pessoa que trabalha no serviço e as respetivas qualificações necessárias. A forma como se atualizam os parâmetros da responsabilização individual terá de estar, segundo a DivPlan, alinhada com a avaliação contínua materializada na ficha de avaliação individual correspondente.

Como consequência deste processo, é garantida a tomada de consciência por parte de cada indivíduo do seu contributo para a organização. Por seu lado, a organização também conseguirá apurar o contributo de cada um na prossecução dos objetivos. As pessoas sentem que contribuem para os objetivos da organização, o que gera mais motivação e integração. A nível Macro, passa a ser possível acompanhar a evolução dos objetivos da organização e saber quem são os responsáveis.

d. A Difusão da Gestão de Desempenho por toda a estrutura da Força Aérea

As U/O/S carregam o seu PAA e enviam para a DivPlan, sendo o *Cockpit* da FA alimentado através do carregamento de um conjunto de indicadores. Contudo, tal só sucede a nível Macro e, segundo a DivPlan, o “único mecanismo de controlo que as U/O/S têm é o RAA, sendo realizado no fim de todo o processo e permitindo apenas identificar os desvios face ao planeamento quando a realidade já não pode se alterar”. Assim, será importante responder à quarta questão de investigação:

Segundo a opinião da DivOps, o ideal seria “*as U/O/S disporem de Cockpits setoriais que permitam acompanhar o desenvolvimento das suas atividades, e por outro lado, garantir que as suas atividades estão alinhadas com o Cockpit de nível superior*”. Partindo do nível estratégico e ramificando para as suas unidades operacionais dependentes, será possível assegurar o alinhamento vertical e horizontal da gestão de desempenho na FA. Assim, o *Cockpit* Organizacional da FA estabelece uma ligação entre o nível estratégico, operacional e tático, completando uma cadeia de relações, desde a razão de ser da organização até ao nível do colaborador.

A nível estratégico, é apenas possível chegar até ao responsável pelo reporte (EPR), visto que temos várias U/O/S a contribuir para cada OBs, com indicadores específicos. Sempre que, por exemplo, houver atrasos no cumprimento de determinado objetivo, a DivPlan contacta o EPR respetivo e, posteriormente, ao nível operacional, será analisado o seu próprio *Flight Plan* para apurar os responsáveis (POC – Person of Contact) por determinada ação/atividade. Se este POC tem uma série de ações atribuídas, no *Flight Plan*

é possível ver em que atividades e objetivos se insere, observando o seu contributo para a organização.

A nível operacional, o processo passa por serem englobados no seu PAA os OEs comuns a toda a FA, sendo apenas selecionados os OBs para os quais a U/O/S contribui. As atividades e métricas inerentes são também comuns ao *Cockpit* geral da FA. A especificidade surge depois ao nível das ações desenvolvidas que serão baseadas no RFA correspondente, onde se tem também a Missão, Valores e Visão da U/O/S. Assim, é possível partir da estratégia até à tarefa, obtendo o *Cockpit* operacional de cada segmento da FA, chegando ao segundo contributo dado com o estudo realizado, através da criação de um modelo integrado de nível detalhado de GD para a Força Aérea (Figura 3).



Figura 3 - Modelo Integrado de Nível Detalhado de Ferramentas de Gestão de Desempenho

e. O Modelo Integrado de Gestão de Desempenho Proposto

O modelo cuja utilidade pretendemos demonstrar aplicou-se ao EMFA, representando o nível estratégico da FA. Num 1º nível destacamos a DivPlan, responsável pela gestão estratégica ao nível da FA. Para o 2º nível, e numa perspetiva de considerar a entidade como uma unidade organizacional aplicável a qualquer nível, seleccionámos uma das divisões que compõe o EMFA, a DivOps. A nosso ver, o modelo permitirá compreender a sua implementação numa pequena escala, podendo ser explicado e implementado no futuro com a mesma validade para toda a organização.

1º NÍVEL (EMFA)

O ME identifica o contributo de cada OBs para cada um dos OEs. Por ex: OB1 tem um peso de 40% para o OE1, 10% para o OE2 e 10% para o OE3. O peso do OB1 na perspetiva de gestão é de 80% e o grau de cumprimento do OB1, à data de consulta, é de 94%.

Força Aérea - Mapa de Estratégia

2º PONTO DE REPORTE 2015 (JAN-JUN)

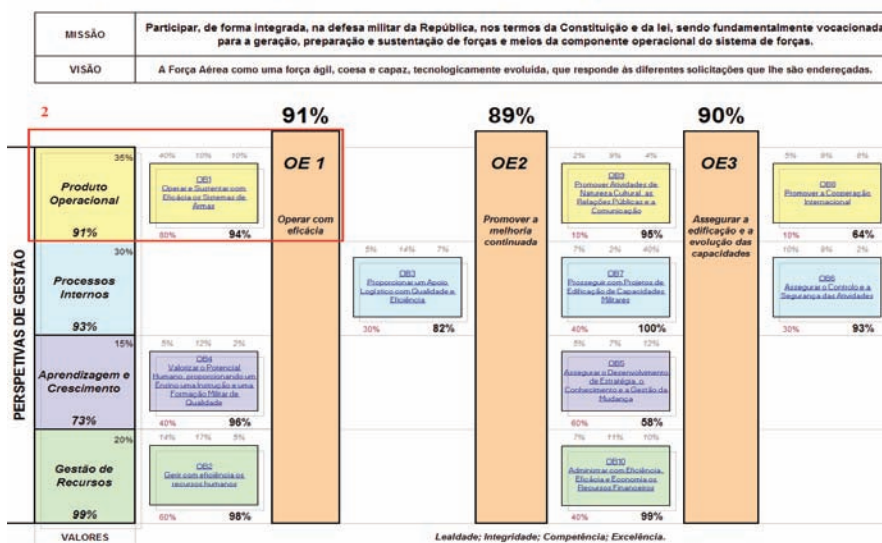


Figura 1 - Mapa Estratégia da Força Aérea

Ao consultarmos o BSC, identificamos o conjunto de atividades que refletem o desempenho do OB, à data da consulta. Dentro do OB1, temos as atividades que se segmentam em ações. Por ex: dentro do OB1 temos a atividade A1.1, que se ramifica na ação A.1.1.1, pelo que conseguimos facilmente perceber que só foi executado em 98.5%, existindo um desvio negativo (-9179:50) face à meta planeada.

Tabela IV - Balanced Scorecard da Força Aérea

Legenda											
Progresso											
≥ 100% 70%-99,9% 1%-69,9% 0%											
30jun											
OBJETIVO	ATIVIDADE	RE-ACÇÃO	AÇÃO	RE-INDICADOR	META PADRÃO	VALOR META PADRÃO	VALOR META PADRÃO	VALOR META PADRÃO	VALOR META PADRÃO	VALOR META PADRÃO	VALOR META PADRÃO
OB1 Operar e Sustentar com Eficácia os Sistemas de Armas	A1.1 Operação dos Sistemas de Armas	ALL1	Assegurar o cumprimento do Regime de Escoamento (RE), realizando entre 99% a 101% das horas de voo previstas no plano de voo, nos limites de voo.	Rácio de execução do RE (HV)	HV previstas no RE inicialmente acordado (LHO)	18835.00	99% a 101% da meta padrão	18835.00	9655.10	-9179.50	98,5%
		ALL2	Assegurar o cumprimento do RE previsto globalmente por Modalidade de Ação Operacional, Qualificação e Instrução, realizando entre 99% a 101% das horas de voo previstas no plano de voo, nos limites de voo.	Instrução	HV previstas no RE por Modalidade de Ação Operacional	4790.00	99% a 101% da meta padrão	4790.00	2634.30	-2155.30	98,3%
		ALL3	Proteger com a realização de Exercícios e Operações Militares, atingindo um rácio de horas de voo.	Qualificação	Rácio de HV em Exercícios e Operações	8113.00	99% a 101% da meta padrão	8113.00	4680.45	-3432.15	100,0%
		ALL4	Proteger o cumprimento de Missões de Interesse Público, atingindo um rácio global de horas de voo realizadas igual.	Qualificação	Rácio de HV em Missões de Interesse Público	5932.00	99% a 101% da meta padrão	5932.00	2957.00	-2975.00	100,0%
		ALL5	Contribuir para a manutenção das qualificações do pessoal tripulante, realizando pelo menos 90% das Horas	Qualificação	Atividade planeada (com horas)	2512.00	99% a 101% da meta padrão	2512.00	1633.45	-1023.03	100,0%
											0,94

Se se pretender acompanhar de uma forma mais próxima e identificar os responsáveis e prazos dessas mesmas atividades, será possível recorrer ao *Flight Plan*. Por ex: Ao nível da ação A.1.1.1 existem ramificações e na ação A1.1.1.6 sabemos que o prazo de concretização da tarefa será entre 01/01/2015 e 30/06/2015, estando executado em 98.9%. A pessoa responsável é neste caso o EPR3 (que pertence ao Comando Aéreo – CA). Caso existisse necessidade de apurar os responsáveis pela execução de determinada atividade/ação, ao nível da DivPlan, contactar-se-ia o ERP3 e, posteriormente, ao nível do CA, consultando o seu próprio *Cockpit* e recorrendo ao seu *Flight Plan*, seria possível chegar rapidamente ao POC associado.

Tabela V - Flight Plan da Força Aérea

FAP - Plano de Voo Organizacional					VALORES REFERENTES AO PONTO DE REPORTE				2	
Dados a Reportar	Descrição	Período	Data Início	Data Término	Plan Anual	Meta Reporte	Exec.	% Conclusão	EPR	Órgão que Reporta (Plano de)
Acumulado de HV elevatório / HV previstas no RE, por UA e Global FA, face ao RE aprovado em janeiro	Assurar o cumprimento do Regime de Esforço (RE), realizando entre 99% a 101% das horas de voo previstas no início do ano, por Unidade Aérea e Global FAP.		01/01/2015	30/06/2015	18026.00	5417.30	9655.10	98.43%	CA	EPR 1
	Realizar entre 99% a 101% das horas de voo previstas no Regime de Esforço, UA 101.		01/01/2015	30/06/2015		1500.00	1771.20	118.1%	CA	EPR 2
41.1.1.1	HV UA101	1º Reporte	01/01/2015	31/03/2015		750.00	949.20	126.4%	CA	
41.1.1.2	HV UA101	2º Reporte	01/01/2015	30/06/2015		1500.00	1771.20	118.1%	CA	
41.1.1.3	HV UA101	3º Reporte	01/01/2015	30/09/2015		2250.00		0.0%	CA	
41.1.1.4	HV UA101	4º Reporte	01/01/2015	31/12/2015		3000.00		0.0%	CA	
	Realizar entre 99% a 101% das horas de voo previstas no Regime de Esforço, UA 103.		01/01/2015	31/03/2015		300.00	296.40	98.8%	CA	EPR 3
41.1.1.5	HV UA103	1º Reporte	01/01/2015	31/03/2015		150.00	162.00	108.0%	CA	
41.1.1.6	HV UA103	2º Reporte	01/01/2015	30/06/2015		300.00	296.40	98.8%	CA	TET Santos
41.1.1.7	HV UA103	3º Reporte	01/01/2015	30/09/2015		450.00		0.0%	CA	

O QUAR surge como relatório final do ciclo. Visto que o ciclo de gestão estratégica de 2015 ainda não terminou, apresentamos parte do QUAR, relatando o ponto da situação face ao momento em que foi feito o estudo.

Tabela VI - QUAR da Força Aérea

Legenda															
Progresso QP															
2100%															
70%-90.9%															
0.1%-6.9%															
0%															
2100%															
OBJETIVO	ATIVIDADE	MR. AÇÃO	AÇÃO	INDICADORES	META PADRÃO	VALOR META PADRÃO	META DESEJADA	META MÍN. E M. MÁX.	EXECUTADO	DIFERENÇA	PESO DO INDICADOR	RESULTADO	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	
EFICIÊNCIA 35%															
OB1	A1.1	401	Descrição Ação A1.1.1	Descrição KPI A1.1.1	Descrição Meta Padrão A1.1.1	9750.00	90% a 100% do valor padrão	1000.00	9750.00	700.00	4750.00	0.0%	10.0%	Não Alinhado	🔴 0.0%
		402	Descrição Ação A1.1.2	Descrição KPI A1.1.2	Descrição Meta Padrão A1.1.2	9750.00	90% a 100% do valor padrão	1750.00	9750.00	2700.00	4750.00	0.022	10.0%	Não Alinhado	🔴 0.0%
		403	Descrição Ação A1.1.3	Descrição KPI A1.1.3	Descrição Meta Padrão A1.1.3	9750.00	90% a 100% do valor padrão	700.00	9750.00	4000.00	9750.00	0.025	10.0%	Alinhado	🟢 0.0%
		404	Descrição Ação A1.1.4	Descrição KPI A1.1.4	Descrição Meta Padrão A1.1.4	9750.00	90% a 100% do valor padrão	2000.00	9750.00	4700.00	9750.00	0.025	10.0%	Alinhado	🟢 0.0%
		405	Descrição Ação A1.1.5	Descrição KPI A1.1.5	Descrição Meta Padrão A1.1.5	9750.00	90% a 100% do valor padrão	2000.00	9750.00	4700.00	9750.00	0.025	10.0%	Alinhado	🟢 0.0%

2º NÍVEL (DIVOPS)

Ao percorrermos todas as ferramentas do 1º nível do *Cockpit* estratégico chegamos ao EPR, isto é, à pessoa responsável pelo reporte dos PAA da Unidade a que está afeto. Depois, num 2º nível, recorrendo ao *Cockpit* setorial de cada divisão, percorremos de novo todas as ferramentas, filtrando as vantagens de cada uma para a gestão de desempenho.

Conseguimos, assim, perceber quais os OBs da FA a que, neste caso, a DivOps está associada. Por ex: Para a DivOps, o OB1 tem um peso de 76% para o OE1, 2% para o OE2 e 4% para o OE3. O peso do OB1 na perspetiva de gestão é de 80% e o grau de cumprimento do OB1 à data de consulta é de 40%.

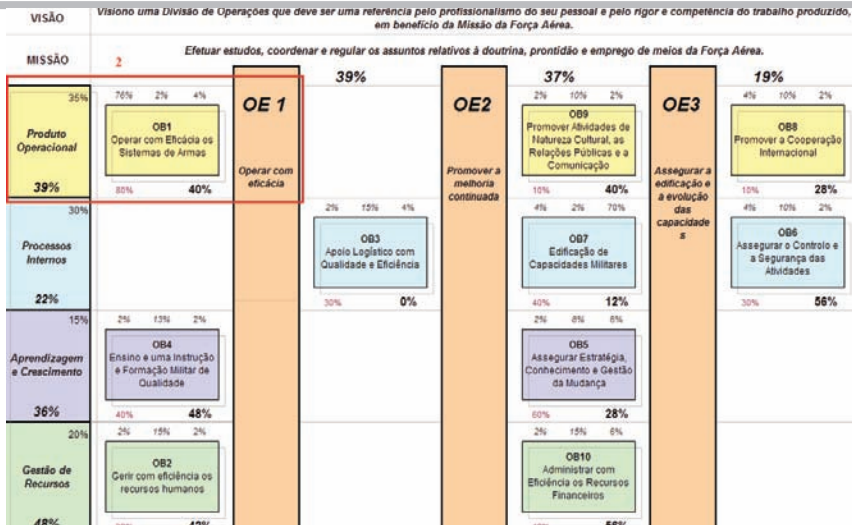


Figura 2 - Mapa Estratégia da Divisão de Operações

Ao olhar para o BSC da DivOps percebemos como está o seu desempenho tendo em conta os OBs para os quais dá o seu contributo. Por ex: no caso do OB1, percebemos que a DivOps ainda só está a 40% de execução da ação A.1.1.1 da atividade A.1.1., verificando-se um atraso de 6 face ao planeado.

Tabela VII - Balanced Scorecard da Divisão de Operações

DivOPS - Plano de Atividades 2015										Today		24/07/2015	
3	OBJETIVO	ATIVIDADE	VS KR KR4	AÇÃO	KPI	PLANEADO	EXECUTADO	ATRASADO	PROGRESSO KR	Eficácia atual (desempenho)	Eficácia planeada (desempenho)	VALOR (Objetivo)	
OB1	Operar com Eficácia os Sistemas de Armas	A1.1 Operação dos Sistemas de Armas	AL1.1	Cumprimento de Atividade Aérea	Número de ações	10	4	1	40%	0,4	1	0,4	
				Controlar Preenchimento das Avaliações Individuais	Número de ações	6	6		100%	1,0	1	0,2	
		A2.1 Gestão de Eletivos, Censuras, Promoções e Movimentos de Pessoal	AL2.1	Secretariado e Arquivo	Porcentagem de documentos e processos tratados	7			0%	0,0	1	0,0	
				Gestão das Instalações	Número de ações de melhoria	1					1	0,2	
OB2	Gerir com eficiência os recursos humanos	A2.3 Gestão Administrativa	AL2.2									0,4	

Torna-se possível perceber em tempo real quais as atividades em atraso, bem como os responsáveis por cada atividade e ação diretamente associada. No que respeita a ação A.1.1.1.2, por exemplo, percebemos que foi executada dentro do tempo estipulado, sendo o responsável por esta ação o cRAM (Chefe da Repartição de Análise e Métodos). Recorrendo ao *Flight Plan* garantir-se-á a responsabilização individual, na medida em que os objetivos individuais serão carregados tendo em conta as funções e competências descritas no RFA, sendo posteriormente monitorizados no âmbito da avaliação da organização e apoiando o processo de avaliação individual. Assim, o *Flight Plan* deverá estar interligado e em consonância com as fichas de avaliação individual (FAI ou SIADAP 3)

Tabela VIII - Flight Plan da Divisão de Operações

DivOps - Plano de Voo Organizacional										Today	24/07/2015
Descrição	Data Início	Data Término	% Concretização	Número de Dias	Deavie	POC	Oficial	Planeado	Realizado	Por Fazer	Atrasado
A1.1.1 Cumprimento de Atividade Aérea	01/01/2015	31/12/2015	40	1815	773			10	4	5	1
AL1.1.1 Atividade de Voo cumprindo Semestre 1	01/01/2015	30/06/2015	100	180		RPD	ADJ DOUT				
AL1.1.2 Atividade de Voo cumprindo Semestre 1	01/01/2015	30/06/2015	100	180		RAM	cRAM	4			
AL1.1.3 Atividade de Voo cumprindo Semestre 1 (ADJ SA1) incluindo a instrução de SIM em Sevilha	01/01/2015	30/06/2015	100	180		ROPS	ADJ SA1				

Cada U/O/S deverá ter o seu próprio QUAR, que permite compreender no fim do ciclo de gestão de desempenho os resultados alcançados por cada divisão da Força Aérea.

Tabela IX - QUAR da Divisão de Operações

OBJETIVO	ATIVIDADE	NR. AÇÃO	AÇÃO	INDICADORES	META DO ANO N-1	META DO ANO N	PESO DO INDICADOR	RESULTADO	CLASSIFICAÇÃO	DESVIOS
Objetivo 1										
O01	A1.1	AL1.1	Descrição Ação A1.1.1	Descrição KPI A1.1.1	10	10	1	40%	Não Atingida	-60%
	Objetivo 2									
O02	A2.1	AL2.1	Descrição Ação A2.1.1	Descrição KPI A2.1.1	8	8	0.2	100%	Atingida	0%
	A2.3	AL2.3	Descrição Ação A2.3.1	Descrição KPI A2.3.1	2	7	0.2	10%	Não Atingida	-90%
	A2.3	AL2.3	Descrição Ação A2.3.2	Descrição KPI A2.3.2	1	1	0.2	1%	Não Atingida	-99%
	A2.4	AL2.4	Descrição Ação A2.4.1	Descrição KPI A2.4.1	1	1	0.2	0%	Não Atingida	-100%
	A2.7	AL2.7	Descrição Ação A2.7.1	Descrição KPI A2.7.1	6	6	0.2	10%	Não Atingida	-90%

7. CONCLUSÕES

Com o presente estudo foi possível concluir, em primeiro lugar, que o QUAR, enquanto ferramenta legalmente aprovada para a gestão de desempenho, parece ser insuficiente, na medida em que não permite um acompanhamento contínuo da gestão do desempenho da organização, traduzindo-se apenas num relatório final. Além do mais, não permite o apuramento da responsabilização individual e não reflete, por isso, o contributo dos colaboradores para o desempenho da organização. Propõe-se, portanto, que o QUAR seja sempre apoiado por outras ferramentas, de modo a assegurar a eficácia na avaliação dos serviços.

Concluiu-se que através do modelo integrado criado, assente na conjugação de ferramentas de gestão estratégica, se torna possível realizar a gestão do desempenho na Força Aérea, dando vida ao *Cockpit Organizacional*. Prevê-se que a Força Aérea, enquanto organização militar com características tão específicas, beneficie deste modelo, tornando-se mais adaptável na reação a diferentes cenários, mais flexível no alcance dos seus objetivos e mais ágil na resposta às alterações do meio envolvente.

Ao carregar os objetivos individuais no *Flight Plan* é possível, pois, acompanhar em tempo real todas as atividades e ações condutoras do processo estratégico, identificando os desvios entre a implementação de uma iniciativa estratégica e a sua conclusão com sucesso. Por outro lado, torna-se possível identificar os indivíduos que estão afetos a cada uma das atividades e ações, permitindo a sua avaliação e desenvolvimento e garantindo o alinhamento do respetivo desempenho com os objetivos estratégicos da organização, o que constitui um elemento chave no processo de planeamento estratégico [15].

Por fim, foi possível concluir também que, recorrendo ao modelo integrado de gestão de desempenho criado, tornámos possível que o *Cockpit Organizacional* atualize a gestão de desempenho a todos os níveis da organização, assegurando, assim, o alinhamento vertical e horizontal da estratégia da organização. Só assim se clarifica, para todos os níveis da organização, a visão, a missão e a estratégia, assegurando que todos compreendem o impacto das suas ações no desempenho organizacional.

BIBLIOGRAFIA

- [1] A. M. Ghalayini e J. S. Noble, "The changing basis of performance measurement," *International Journal of Operations and Management*, vol. 16 (8), pp. 63-80, 1996.
- [2] C. D. Ittner e D. F. Larcker, "Assessing empirical research in managerial accounting: a value-based management perspective," *Journal of Accounting and Economics*, vol. 32 (1), p. 349-410, 2001.
- [3] H. Aguinis e C. Pierce, "Enhancing the relevance of organizational behavior by embracing performance management research," *Journal of Organizational Behavior*, vol. 29, p. 139 – 145, 2008.
- [4] K. Euske, M. Lebas e C. McNair, "Performance management in an international setting," *Management Accounting Research*, vol. 4(4), pp. 275-299, 1993.
- [5] R. Rodgers e J. E. Hunter, "A foundation of good management practice in government: Management by objectives," *Public Administration Review*, vol. 52, p. 27-89, 1992.
- [6] R. C. Greenwood, "Management by objectives: As developed by Peter Drucker, assisted by Harold Smiddy," *Academy of Management Review*, vol. 6, p. 225-230, 1981.
- [7] F. Dahlsten, A. Styhre e M. Willander, "The Unintended Consequences of Management by Objectives: the Volume Grow Target at Volvo Cars," *Leadership and Organization Development Journal*, vol. 26 (7), pp. 529-541, 2005.
- [8] A. Kluger e A. DeNisi, "Evaluation of feedback intervention on performance: A historical review, a meta-analysis, and a preliminary feedback intervention theory," *Psychological Bulletin*, vol. 119 (2), pp. 254-284, 1996.
- [9] Kaplan e Norton, "The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance.," *Harvard Business Review*, vol. Vol. 70, p. 71-79, 1992.
- [10] Kaplan e Norton, *The Balanced Scorecard – Translating Strategy Into Action*, Boston, Massachusetts: Harvard Business School Press, 1996a.
- [11] R. Yin, *Case Study Research: Design and Methods.*, 4th ed. ed., vol. 5 , SAGE Publications, Inc, 2009.
- [12] R. Quivy e L. V. Campenhoudt, *Manual de Investigação em Ciências Sociais*, 4ª ed., Gradiva Publicações, Lda, 2005.
- [13] C. Páscoa, P. Guedes e J. Tribolet, "Near Real Time Steering: the Organizational Cockpit at the Strategic Level," *Procedia Technology*, vol. 9, p. 260-265, 2013.
- [14] C. Páscoa, R. Horta e J. Tribolet, "Near Real Time Steering: The Organizational Cockpit," *Procedia Technology*, vol. 9, pp. 266-271, 2013.
- [15] H. Aguinis, *Performance management* (3rd ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 2013.
- [16] N. Rasmussen, C. Y. Chen e M. Bansal, *Business Dashboards*, New Jersey: John Wiley & Sons, 2009.

Diplomas Legais

Governo de Portugal, 2014: Lei Orgânica de Bases da Organização das Forças Armadas (LOBOFA), Lei Orgânica n.º6-A/2014 de 1 de setembro.

Governo de Portugal, 2014: Lei Orgânica da Força Aérea (LOFA), Decreto-Lei n.º 187/2014 de 29 de dezembro.

Governo de Portugal, 2015: Estatuto dos Militares das Forças Armadas (EMFAR), Decreto-Lei n.º 34/2008 de 23 de julho e Decreto-Lei n.º 90/2015 de 29 de maio.

Governo de Portugal, 2014: Lei da Defesa Nacional (LDN), Lei Orgânica n.º5/2014 de 29 de agosto.

Governo de Portugal, 1999: Lei do Serviço Militar (LSM), Lei n.º 174/99, de 21 de setembro.

Força Aérea, 1994: Ficha de Avaliação Individual (FAI); Portaria nº 21/94 de 8 de janeiro.

Força Aérea, 2004: Regulamento de Avaliação do Mérito dos Militares da Força Aérea (REAMMFA), Portaria n.º 976/2004 de 3 de agosto.

Força Aérea, 1982: Regulamento das Publicações da Força Aérea (RFA), Estado Maior da Força Aérea, RFA 303-1 Organização da Força Aérea VOL I – Organização Geral, Alfragide, agosto 1982.

Força Aérea, 2009: Plano Anual de Atividade (PAA), Diretiva 02/2009 de 20 de março de 2009.

Força Aérea, 2008: Ciclo Anual de Planeamento (CAPO), Despacho N.º52/08 de 30 de setembro

Força Aérea, 2012: Objetivos de Nível Estratégico da Força Aérea (Triénio 2014/2016), Despacho N.º87/12 de 28 de dezembro.

Força Aérea, 2013: Planeamento da Força Aérea (Triénio 2014/2016), Diretiva N.º04/13 de 20 de fevereiro.

Força Aérea, 2015: Objetivos e Indicadores de Gestão para 2015, Diretiva CEMFA n.º 02/2015, de 16 de fevereiro.

Governo de Portugal, 2012: Lei 64-A/2008, de 31 de dezembro, 55-A/2010, de 31 de dezembro, e 66-B/2012, de 31 de dezembro.

Motivação para ser Militar: Ingresso na Academia da Força Aérea



Autor: Bernardo Manuel Mendonça Martinez
Aspirante Aluno no Mestrado Integrado na Especialidade de Pilotagem Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientadora: Professora Doutora Patrícia Jardim da Palma
Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Universidade de Lisboa

Coorientadora: Tenente-Coronel Ana Paula Jorge
Força Aérea Portuguesa, Gabinete Nacional de Segurança, Lisboa

Colaboração: Tenente Ana Patrícia Gomes Farinha

RESUMO: Esta investigação tem como objetivo compreender o que motiva um indivíduo a concorrer à Academia da Força Aérea. Paralelamente, foram estudadas as diferenças motivacionais entre os candidatos que finalizam o processo de seleção e os candidatos eliminados durante a frequência deste. A amostra consiste em 278 indivíduos, com a idade máxima de 24 anos, perfazendo o total do universo de candidatos no ano de 2015. Os resultados mostram que os candidatos à Academia da Força Aérea apresentam elevados níveis de “Motivação Institucional” e “Motivação Intrínseca”, sendo o fator “Servir a minha Pátria” apresentado como a principal razão para ingressar na vida militar. Adicionalmente constatou-se que os candidatos com aproveitamento no processo de seleção apresentam níveis significativamente inferiores de “Motivação Extrínseca” em relação aos restantes, relacionando negativamente este tipo de motivação com o desempenho. Uma das limitações do estudo remete para a grande discrepância entre o número de candidatos masculinos e femininos, típica em instituições militares, que levou a que não se tivessem encontrado diferenças, ao nível motivacional, entre os dois géneros.

Palavras-chave: Motivação, Academia da Força Aérea, Contexto Militar.

INTRODUÇÃO

O fim do Serviço Militar Obrigatório (SMO) em Portugal deu origem ao processo de profissionalização das Forças Armadas. Este processo teve o seu início em 1999, tendo ficado concluído em Setembro de 2004. Com esta mudança as instituições militares tornaram-se inteiramente dependentes de um efetivo voluntário. Atrair e reter jovens numa carreira militar tornou-se desta forma essencial para a sobrevivência destas instituições. Esta nova realidade exigiu uma abordagem diferente no processo de atração e recrutamento dos candidatos. Assim, foi criado um sistema de incentivos que visa o aumento da atratividade de uma carreira militar e a divulgação das características e valores da vida militar, bem como as vantagens em relação às restantes entidades empregadoras existentes no mercado.

Para além da criação destes incentivos, torna-se também essencial perceber o que atrai jovens para o exercício destas funções, sendo que este objetivo exige a compreensão das motivações que cada indivíduo possui quando se apresenta nos centros de recrutamento.

O presente trabalho de investigação intitulado “Motivação para ser Militar: Ingresso na Academia da Força Aérea” tem como pergunta de partida: “O que motiva um indivíduo a concorrer à Academia da Força Aérea?” e surgiu da necessidade de continuação do estudo da motivação no contexto militar, porém inserida numa área em que a escassez de estudos é notória: O ingresso numa Instituição Militar de Ensino Superior (IMES), particularmente na Academia da Força de Aéreo (AFA). Desta forma, este estudo propõe-se contribuir para aprofundamento do conhecimento desta temática, bem como, melhorar o processo de seleção e atração da AFA.

A crise económica que se verifica em Portugal teve como consequência o aumento das restrições financeiras. Estas originaram uma diminuição do número das vagas existentes para o ingresso nas forças armadas, bem como a diminuição de verbas atribuídas a cada instituição. Desta forma, torna-se essencial a escolha correta dos candidatos que ingressam numa IMES, controlando também os custos para a sua

seleção. Devido a esta necessidade, o estudo proposto visa também compreender a influência do nível de motivação dos candidatos no seu desempenho durante o processo de seleção, podendo desta forma ser possível prever, ainda na fase inicial, o desempenho de um candidato ao longo do processo de seleção.

Desta forma, os objetivos desta investigação são:

- I. Compreender o que motiva um indivíduo a concorrer à AFA;
- II. Identificar as motivações exibidas pelos candidatos que finalizam o processo de seleção da AFA;
- III. Averiguar a relação entre a especialidade a que o candidato concorre e as suas motivações.

1 REVISÃO DE LITERATURA

A decisão para ingressar numa instituição militar pode ser motivada por diversos fatores, tais como a necessidade de uma remuneração estável, acesso à educação ou a vontade de servir a pátria (Ginexi, Miller e Tarver, 1994). Estes fatores são normalmente divididos em valores institucionais ou ocupacionais. Os primeiros referem-se aos fatores intrínsecos, bem como ao dever cívico sentido pelo indivíduo. Os segundos consistem em valores extrínsecos como a remuneração ou benefícios adquiridos (Eighmey, 2006). Esta distinção foi inicialmente proposta por Charles Moskos (1977) no seu modelo Institucional/Ocupacional (I/O) no qual defende a existência destas duas orientações profissionais dentro das forças armadas.

Woodruff, Kelty e Segal (2006) referem que a presença de valores institucionais, como o sentimento de patriotismo e o dever cívico, em finalistas do ensino secundário, aumentam a probabilidade destes concorrerem a uma instituição militar. No entanto, a maioria dos candidatos à vida militar apresentam uma junção de valores institucionais e ocupacionais para justificar a sua escolha (Woodruff, Kelty e Segal, 2006; Eighmey, 2006) contribuindo, desta forma, para a ideia de que estes valores não são oponentes, mas que se complementam e que contribuem para a melhor compreensão desta temática (Stahl, McNichols e Manley, 1980).

Apesar de um indivíduo ser motivado por ambos os fatores, Stahl, McNichols e Manley (1980) referem uma correlação positiva entre a satisfação no trabalho e a orientação de carreira com a motivação institucional em militares da Força Aérea dos EUA. Esta motivação também se encontra relacionada com um maior comprometimento com a instituição, maior preparação para o combate e uma probabilidade elevada de prolongação do contrato de trabalho (Griffith, 2008).

Os motivos para concorrer a uma instituição militar podem variar devido à função, ao ramo ou mesmo ao género do candidato (Eighmey, 2006). Relacionado com esta situação, verificamos que, no caso das Forças Armadas dos EUA, os motivos de entrada dos oficiais do Exército revelam-se menos ocupacionais em comparação com os pilotos da Força Aérea. Esta situação poderá dever-se a uma maior variedade de oportunidades mais lucrativas na aviação civil em comparação com as opções dos oficiais do Exército no mundo civil (Mastroianni, 2005). Burland e Lundquist (2011) demonstram uma maior predominância de fatores ocupacionais em funções de apoio, enquanto funções operacionais e de combate apresentam sobretudo valores de motivação institucional.

Um estudo desenvolvido em 2011 no contexto da Força Aérea, intitulado “O regime de incentivos como forma de atração: *Um instrumento de recrutamento para a Força Aérea*” procurou, em parte, perceber o que motivava jovens a concorrer em Regime de Contrato (RC). Verificou-se que o principal motivo foi a “*Atração pela vida militar*”, tendo os candidatos demonstrado uma valorização dos valores inerente à condição militar. Os fatores referentes aos “*Benefícios inerentes à condição militar*”, associados à motivação

extrínseca, apresentam-se num segundo plano, tendo os autores concluído que “no momento de concorrer, os candidatos preferem o prestígio da instituição ao salário que esta poderá pagar-lhes” (Lourenço e Vítor, 2011, p. 39).

As conclusões encontradas estão de acordo com os resultados de um estudo realizado pela Direcção-Geral de Pessoal e Recrutamento Militar (DGPRM), em Fevereiro de 2008, que tinha como objetivo averiguar as motivações na candidatura em Regime de Voluntariado (RV) e em Regime de Contrato (RC) dos militares da Marinha, Exército e Força Aérea. Esta investigação realçou como principais motivos de candidatura a “*Atração pela atividade e missões das Forças Armadas*”, “*Servir o País*” e “*Participar na defesa e representação do País*”.

“*Multiple types of motives don’t multiply the motivation of West Point cadets*” desenvolvido por Wrzesniewski et al (2014), acompanhou o percurso académico e profissional dos cadetes da instituição de West Point nos EUA desde a sua entrada até aos primeiros anos como Oficiais. Este estudo, aplicado a 11320 cadetes durante um período de 9 anos, teve como objetivo verificar o impacto da motivação intrínseca e extrínseca no desenvolvimento profissional, ao nível do desempenho, tempo de serviço e probabilidade de promoção antecipada. O “*desejo interno de ser um oficial do Exército*” e os “*benefícios decorrentes de frequentar West Point*” foram identificados como os motivos principais para a candidatura por parte dos cadetes. O primeiro motivo foi considerado pelos autores como o resultado de uma motivação intrínseca e institucional sentida pelo candidato. Foram encontradas correlações positivas entre a motivação intrínseca e todas as dimensões em estudo. Contudo, esta é afetada pelo aparecimento de fatores extrínsecos de motivação que originam uma deterioração no desempenho geral do cadete. Desta forma, depreende-se que o uso de fatores extrínsecos nas técnicas de recrutamento é “compreensível mas terá poucos resultados, sendo mesmo contraproducente” (Wrzesniewski, et al., 2014, p. 6).

Decorrente dos estudos enumerados e do estado da arte, constatamos que um candidato a uma instituição militar apresenta motivações maioritariamente institucionais e intrínsecas para justificar a sua escolha. No entanto, os benefícios de frequentar um estabelecimento de ensino superior militar, como por exemplo as facilidades na continuação dos estudos, servem igualmente como meio de atração a esta instituição, fazendo com que os candidatos apresentem também valores de motivação extrínseca.

Na revisão do estado da arte não foi encontrada literatura sobre os efeitos da motivação por conveniência na opção por concorrer a uma instituição militar, concluindo-se, desta forma, que este tipo de motivação exerce pouca influência nos indivíduos que desejam integrar as Forças Armadas. Deste modo, podemos formular as hipóteses referentes às motivações dos candidatos que concorrem à AFA:

Hipótese 1: Os candidatos que concorrem à AFA apresentam motivações institucionais superiores às motivações extrínsecas.

Hipótese 2: Os candidatos que concorrem à AFA apresentam motivações intrínsecas superiores às motivações extrínsecas.

Hipótese 3: Os candidatos que concorrem à AFA apresentam níveis similares de motivação institucional e motivação intrínseca.

Hipótese 4: Os candidatos que concorrem à AFA apresentam motivações extrínsecas superiores às motivações por conveniência.

De seguida, são apresentados os estudos e as hipóteses referentes às motivações que os candidatos apresentam no término do processo de seleção.

No contexto de entrada na Academia da Força Aérea, foi desenvolvido um estudo por Rocha, Cândido e Ferreira (2004), durante o processo de seleção de 2004, intitulado *“Motivação Intrínseca e Extrínseca: o seu papel na seleção de candidatos para a Academia da Força Aérea”*. Este trabalho procurou identificar o tipo de orientação motivacional apresentada pelos candidatos que, após avaliação psicológica, ficaram aptos para a AFA, tendo-se chegado à conclusão que estes apresentavam níveis elevados de motivação intrínseca, principalmente na dimensão *“desafio”*. Esta investigação reforçou a importância do teste da motivação na seleção de candidatos, bem como o papel preditor da motivação intrínseca de um candidato para o seu sucesso na entrada para a AFA. Esta investigação, aliada à literatura que relaciona a motivação intrínseca com o aumento de desempenho e satisfação, bem como os estudos que indicam uma ligação entre a motivação extrínseca e o insucesso no recrutamento e seleção de candidatos (Wrzesniewski, et al., 2014), definiu as hipóteses a seguir apresentadas referentes às motivações exibidas pelos candidatos que finalizam o processo de seleção com aproveitamento:

Hipótese 5: Os candidatos que finalizam o processo de seleção com aproveitamento apresentam motivações intrínsecas superiores ao total dos candidatos.

Hipótese 6: Os candidatos que finalizam o processo de seleção com aproveitamento apresentam motivações extrínsecas inferiores ao total dos candidatos.

Relativamente às funções desempenhadas nas Forças Armadas, elas serão divididas, no âmbito deste trabalho, em duas categorias distintas - as operacionais/combate e as de apoio. As primeiras consistem em atividades que, desenrolando-se em teatros operacionais, podem envolver riscos físicos e psicológicos elevados. As segundas referem-se às funções desenvolvidas, essencialmente, nas áreas logística e administrativa, e que visam assegurar o correto funcionamento das instituições militares quer em situações de conflito quer de paz.

Devido a esta diversidade de funções, tornou-se necessário perceber as motivações dos militares nestas categorias, bem como compreender as potenciais diferenças encontradas. Estudos efetuados por Stahl, McNichols, e Manley (1980), Harries-Jenkins (2000) e Sasson-Levy (2002) demonstram que a função exercida por um militar dentro da organização desempenha um papel fulcral na previsão das suas motivações e orientações profissionais. Nestes estudos observa-se uma clara predominância de motivações ocupacionais, como os benefícios e a remuneração, em funções de apoio e uma valorização dos valores institucionais, como a vontade de servir a pátria, nas funções operacionais. Estes resultados estão em concordância com as conclusões de Burland e Lundquist (2011), que referem uma predominância de valores institucionais em novos recrutas para funções operacionais e, pelo contrário, os recrutas que desempenharam funções de apoio exibem maiores motivações ocupacionais. Estes referem que a razão mais significativa dos indivíduos na primeira situação para ingressar seria a *“vontade de servir a pátria”*, enquanto os segundos referem uma necessidade de obter *“dinheiro para a faculdade, benefícios educacionais e oportunidades”*. No caso da AFA, a especialidade Piloto-Aviador (PILAV) encontra-se na categoria operacional/ combate, enquanto as especialidades Engenharia Aeronáutica (ENGAER), Engenharia Eletrotécnica (ENGEL) e Administração Aeronáutica (ADMAER) inserem-se na categoria de apoio. Decorrente da análise dos estudos referidos formula-se as seguintes hipóteses:

Hipótese 7: Os candidatos à especialidade operacional apresentam motivações intrínsecas superiores aos candidatos às especialidades de apoio.

Hipótese 8: Os candidatos à especialidade operacional apresentam motivações extrínsecas inferiores aos candidatos às especialidades de apoio.

2 METODOLOGIA.

O objetivo principal deste trabalho de investigação foca-se na compreensão dos fatores que motivam um indivíduo a concorrer à AFA. De acordo com as características que este estudo apresentou, optou-se por uma metodologia quantitativa de recolha e análise de dados, utilizando o Inquérito por Questionário como fonte para a obtenção dos dados. O objetivo de compreender as motivações dos candidatos antes e após as provas de seleção ditou a necessidade do estudo ser longitudinal, tendo existido dois momentos distintos de recolha de dados.

2.1 Amostra

Neste estudo participaram 278 candidatos à AFA. Na 1ª fase (n=278), 87.4% dos inquiridos são do género masculino (n=243) e 12.6% do género feminino (n=35). Na 2ª fase (n=29) verifica-se que 93.1% são do género masculino (n=27) e 6.9% são do género feminino (n=2), com idades distribuídas entre os 17 e os 24 anos. No que concerne à vinda dos inquiridos diretamente do ensino secundário, na 1ª fase 80.2% (n=223) referem que “sim” e 19.1% (n=53) que “não”, sendo que 2 dos participantes não responderam a esta questão. Relativamente à 2ª fase, 69% (n=20) reponderam que “sim” e 27.6% (n=8) que “não”, com 1 participante que não respondeu à questão.

No que concerne aos cursos para os quais os sujeitos se encontravam a concorrer, a Tabela 1 resume a distribuição das preferências. Embora na fase de candidatura os candidatos à AFA possam indicar três opções relativamente às especialidades a que concorrem, para este trabalho de investigação, as análises estatísticas têm como referência a resposta à 1ª opção. Segundo o nosso entender, este item demonstra a preferência real dos candidatos quanto à especialidade na qual pretendem ingressar na Força Aérea.

Tabela 1 - Amostra por especialidades

	1ª Opção	2ª Opção	3ª Opção
PILAV	220	10	7
ENGAER	35	107	29
ENGEL	7	40	65
ADMAER	16	33	17

2.2 Procedimento

A aplicação dos questionários foi efetuada em duas fases: a primeira fase decorreu no período de 20 a 30 de julho de 2015, durante a apresentação inicial aos candidatos, no primeiro dia de provas na AFA. Os inquéritos foram preenchidos antes de qualquer contacto com os testes de recrutamento, para que os candidatos não fossem influenciados pelos resultados destes. A segunda fase ocorreu no dia 16 de setembro de 2015 na AFA, após o término da Prova de Aptidão Militar, tendo sido aplicados aos candidatos que superaram esta última fase de provas para o ingresso na AFA.

2.3 Instrumento

O instrumento utilizado baseia-se no Work Values Questionnaire (WVQ) de Furnham et al. (2005), tendo sido adaptado ao contexto da Força Aérea por Costa (2012) que, após diversas entrevistas a militares, propôs a inclusão de dez aspetos de motivação específicos ao contexto militar. Desta forma, foi incluído o fator relativo à “Motivação Institucional” dado que os itens são relativos a valores institucionais também característicos da Força Aérea (e.g., “Servir a minha Pátria” ou “Usar um uniforme de que me orgulho”) (Costa, 2012). O Instrumento é composto por 47 itens medidos numa escala tipo likert de 6 pontos, em que o 1 corresponde a “De importância nula” e o 6 a “De extrema importância”.

2.4 Procedimentos estatísticos

Decorrente da execução da análise fatorial, verificou-se que alguns itens demonstravam pouca relevância, apresentando uma saturação <0.40 , sendo por isso excluídos. Verificou-se também um agrupamento dos itens em diferentes fatores, criando desta forma novas dimensões. Apesar do aparecimento destas novas dimensões, para o efeito deste trabalho de investigação, foram utilizados os fatores obtidos por Costa (2012) no questionário inicial.

Procedeu-se a uma análise de sensibilidade, tendo constatado que os resultados não seguem uma distribuição normal. Posteriormente, procedeu-se à análise de fiabilidade de cada sub-escala de Motivação, através dos *Alphas de Cronbach*, sendo que todos os resultados obtiveram valores superiores a 0.7 sendo, por isso, indicadores de uma boa consistência interna. De seguida, efetuou-se a análise descritiva de modo a traçar o perfil da amostra, recorrendo-se às frequências e médias. A diferença de médias entre os grupos foi apurada através do teste *t-student*, para verificar que variáveis influenciam os resultados.

Para terminar a análise estatística, efetuou-se a verificação do nível de associação entre os quatro fatores da motivação através do teste de correlação de Pearson. O teste ANOVA foi utilizado para a análise de comparação das médias entre os vários grupos, nomeadamente, entre as especialidades a que os candidatos concorrem.

3 RESULTADOS

3.1 Estatística descritiva

Após a verificação das propriedades psicométricas das escalas em estudo, procedeu-se à análise das médias e desvios-padrão das diferentes escalas.

Na 1ª fase observou-se uma média de $M = 4.088$ para a “Motivação Extrínseca”, $M = 4.829$ para a “Motivação Institucional”, $M = 4.643$ para a “Motivação Intrínseca” e $M = 2.846$ para a “Motivação por conveniência”. Na 2ª fase de recolha de dados as médias encontradas foram: $M = 3.816$ para a “Motivação Extrínseca”, $M = 4.854$ para a “Motivação Institucional”, $M = 4.547$ para a “Motivação Intrínseca” e $M = 2.310$ para a “Motivação por conveniência”. Em ambas as fases as médias encontradas são superiores ao ponto médio de 3.5 (escala de 6 pontos), à exceção das médias da “Motivação por conveniência”.

Analisando os resultados, apresentados na Tabela 2, verifica-se que a “Motivação Institucional” e a “Motivação Intrínseca” são consideradas pelos participantes como as mais importantes, sendo que a “Motivação por conveniência” pouco influencia a decisão de concorrer à AFA.

Tabela 2 - Médias em ambas as fases

	1ª Fase			2ª Fase		
	N	Média	Desvio Padrão	N	Média	Desvio Padrão
Motivação Extrínseca	278	4,088	0,772	29	3,816	0,596
Motivação Institucional	278	4,829	0,612	29	4,854	0,570
Motivação Intrínseca	278	4,644	0,559	29	4,548	0,542
Motivação por conveniência	278	2,846	1,018	29	2,310	0,654

3.2 Diferenças significativas

Através da realização de teste *t-student* e da ANOVA, procedemos à análise das diferenças significativas entre os sub-grupos da amostra (género, idade, frequência do ensino secundário, concorrer a outra IMES e especialidade a concorrer).

Será utilizado o princípio referido por Maroco (2007), de acordo com o qual existem diferenças significativas quando $p \leq 0.05$:

Relativamente ao **género**, não existem diferenças significativas, verificando-se poucas alterações nas médias masculinas e femininas.

Em relação ao facto do um indivíduo **concorrer à AFA oriundo diretamente do Ensino Secundário**, verificamos, novamente, que este facto não influencia os resultados, não havendo diferenças significativas.

Relativamente às diferenças de média entre a **especialidade operacional** (PILAV) e as **especialidades de apoio** (ENGAER, ENGEL e ADMAER) verificam-se diferenças significativas nas variáveis “Motivação Extrínseca” ($p=0.01$), “Motivação Intrínseca” ($p=0.035$) e “Motivação por conveniência” ($p=0.005$), como se pode verificar pela Tabela 3.

Tabela 3 - Diferenças entre especialidades operacionais e de apoio

	Especialidade	N	Média	Desvio padrão	p
Motivação Extrínseca	Operacional	220	4,013	0,782	0,01
	Apoio	58	4,374	0,664	
Motivação Institucional	Operacional	220	4,807	0,639	0,238
	Apoio	58	4,914	0,490	
Motivação Intrínseca	Operacional	220	4,608	0,581	0,035
	Apoio	58	4,782	0,443	
Motivação por conveniência	Operacional	220	2,758	1,026	0,005
	Apoio	58	3,179	0,920	

A análise *post-hoc* refere que na “Motivação Extrínseca” a média da especialidade operacional ($M = 4.013$) é significativamente inferior ao conjunto das especialidades de apoio ($M = 4.374$). Quanto à “Motivação Intrínseca” a média da especialidade operacional ($M = 4.608$) é significativamente inferior ao conjunto das especialidades de apoio ($M = 4.782$). Relativamente à “Motivação por conveniência” a média da especialidade operacional ($M = 2.758$) é significativamente inferior ao conjunto das especialidades de apoio ($M = 3.179$).

Em relação aos inquiridos que estão a **concorrer a outra IMES**, não se encontram diferenças significativas para $p \leq 0.05$. No entanto, é de realçar a diferença ($p=0.091$) na componente da “Motivação Extrínseca” da média dos indivíduos que responderam “sim” ($M = 4.182$) em relação aos que responderam “não” ($M = 4.022$).

3.3 Diferenças entre as fases de recolha de dados

Com o propósito de analisar as diferenças entre os resultados das duas fases de recolha de dados, procedeu-se a um teste *t-student*. Este permitiu constatar que existem diferenças significativas a nível da “Motivação Extrínseca” ($p=0,029$) e da “Motivação por conveniência” ($p=0,0$) (Tabela 4).

Os indivíduos inquiridos na 1ª fase mostram níveis significativamente superiores ($p\leq 0,05$) de “Motivação Extrínseca” e “Motivação por conveniência” do que os participantes da 2ª fase. Nos restantes fatores não se encontram diferenças significativas entre as duas fases.

Tabela 4 - Diferenças entre as fases

	Fase	N	Média	Desvio padrão	p
Motivação Extrínseca	1ª Fase	278	4,088	0,772	0,029
	2ª Fase	29	3,816	0,596	
Motivação Institucional	1ª Fase	278	4,829	0,612	0,824
	2ª Fase	29	4,854	0,570	
Motivação Intrínseca	1ª Fase	278	4,644	0,559	0,372
	2ª Fase	29	4,548	0,542	
Motivação por conveniência	1ª Fase	278	2,846	1,018	0,000
	2ª Fase	29	2,310	0,654	

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Através da revisão de literatura, tivemos contacto com um espectro de estudos e investigações que ajudaram a definir e orientar este trabalho. Apresentados os resultados, é importante fazer o paralelismo destes com os estudos que serviram de apoio para a criação das hipóteses.

Nos estudos encontrados sobre o ingresso em instituições militares (Ginexi, Miller, & Tarver, 1994; DGPRM, 2008; Lourenço & Vitor, 2011; Wrzesniewski, *et al.*, 2014), constatou-se que os fatores relativos à motivação institucional e intrínseca são considerados como razão predominante para seguir uma carreira militar. Aos fatores relacionados com a componente extrínseca, como os benefícios salariais, é atribuído um papel influenciador na decisão de concorrer, embora a sua importância seja suplantada pelas componentes anteriores. Estas conclusões encontram-se em concordância com os resultados obtidos neste trabalho de investigação, sendo interessante a constatação que aspetos como o ano da investigação ou as diferenças culturais dos participantes pouco influenciaram os resultados tendo-se, por isso, obtido resultados similares. Esta situação poderá dever-se às características das instituições militares que, sendo dominadas pelas tradições e costumes, dificilmente se modificam ao longo do tempo e pelo facto de serem pouco influenciadas pela cultura do seu país de origem, visto possuírem uma função única e constante de defesa da pátria, criando a sua própria cultura e modo de operar (Halvorson, 2016).

As primeiras quatro hipóteses tentaram prever quais as motivações de um indivíduo para concorrer à AFA. Verificou-se que os candidatos mostram uma predominância de motivações do tipo Intrínseca (Motivação Institucional e Intrínseca), sendo as motivações Extrínsecas (Motivação Extrínseca e por conveniência) remetidas para o segundo plano.

As instituições militares caracterizam-se por um conjunto de normas e valores, diferentes das restantes instituições públicas e privadas (Halvorson, 2016). Desta forma, um indivíduo que tenha como objetivo ser militar precisa de possuir um conjunto de características únicas que os difere dos restantes cidadãos. O desejo de servir a Pátria, usar um uniforme do qual se orgulha e servir uma instituição respeitada são apenas algumas das características que os indivíduos necessitam de possuir para concorrer a uma IMES. Portanto, os resultados obtidos comprovam que os indivíduos que concorrem à AFA possuem estas características, sendo a Motivação Institucional a componente com maior média.

Relativamente às diferenças motivacionais entre os candidatos que finalizaram o processo de seleção com aproveitamento e o total dos candidatos, previu-se que os primeiros apresentariam valores superiores na componente Intrínseca (H5) e valores inferiores na componente Extrínseca (H6).

Através da análise dos resultados, verificamos que não existem diferenças significativas, na componente Intrínseca, entre os diferentes grupos amostrais. Desta forma, a H5 foi rejeitada, podendo esta investigação concluir que a “Motivação Intrínseca” não influencia o desempenho de um candidato no processo de seleção da AFA. Rocha, Cândido e Ferreira (2004) num estudo em que analisaram as diferenças entre as motivações dos candidatos à AFA que ficavam aptos nas provas psicotécnicas e das dos que ficaram inaptos, concluíram que os primeiros apresentavam valores superiores de motivação intrínseca, mas apenas na dimensão “desafio”. Este estudo, tendo servido como base para a criação da H5, apresenta, no entanto, uma limitação que poderá ter originado as diferenças entre os resultados, sendo esta o facto de apenas se ter analisado as motivações dos candidatos em apenas uma das cinco provas de seleção para a AFA. Este facto realça a importância de analisar os participantes após a passagem por cada prova, para perceber o impacto individual que cada teste tem num candidato.

Os resultados referentes às diferenças na componente extrínseca, entre o total dos candidatos e os que finalizaram o processo de seleção com aproveitamento, mostram que os primeiros apresentam níveis significativamente superiores desta componente. A correspondência entre a diminuição da motivação extrínseca e o aumento de desempenho, tendo sido demonstrada na revisão de literatura foi confirmada pelos resultados obtidos. A confirmação da H6 possibilitou o paralelismo deste estudo com as investigações de Wrzesniewski (2014) sobre esta temática. Esta autora após acompanhar a entrada e percurso académico dos cadetes de West Point, conclui que uma dependência em fatores extrínsecos de motivação deteriora o desempenho geral dos cadetes e, inclusive, a sua motivação intrínseca. A constatação deste paralelismo reforça os resultados obtidos e a contribuição desta investigação para o enriquecimento do estado da arte nesta área.

Relativamente às últimas hipóteses do estudo (H7 e H8), que tratam as diferenças motivacionais entre os candidatos às diferentes especialidades, constatamos que os resultados referentes à “Motivação Intrínseca” são contrários à literatura (Stahl, McNichols, & Manley, 1980; Harries-Jenkins, 2000; Sasson-Levy, 2002), especificamente na área do recrutamento militar (Burland e Lundquist, 2011). Estes resultados mostram que os candidatos às especialidades de apoio apresentam valores significativamente superiores nesta categoria. As discrepâncias encontradas que levaram à rejeição da H7 podem refletir as diferenças motivacionais entre as Forças Armadas de diferentes países. Esta situação poderá ter origem no facto de algumas destas Forças Armadas possuírem um efetivo elevado de militares em teatros de operações, o que poderá, eventualmente, afetar as motivações dos seus intervenientes. Os candidatos à especialidade operacional/ combate sendo originários de um país com um número reduzido de militares em cenários de guerra, poderão possuir diferentes motivações das dos candidatos a funções similares em países com essa realidade. Esta situação revela a necessidade de um estudo comparativo, que analise as motivações de entrada em Forças Armadas com realidades militares distintas.

Através dos resultados verificou-se que os candidatos às especialidades de apoio apresentam maiores motivações extrínsecas dos que os candidatos à especialidade operacional, tendo-se confirmado a H8. Uma possível explicação para esta diferença, cinge-se ao facto das especialidades de apoio estarem associados a cursos que igualmente podem ser facultados em instituições públicas ou privadas de ensino superior. Neste caso, para além de não terem de pagar propinas, os candidatos encontram-se também a concorrer a uma instituição que garante um emprego após finalizar o curso. Pelo contrário, os candidatos à especialidade operacional (PILAV) concorrem a uma função única no mundo empregador, que apenas a Força Aérea pode providenciar. Apesar de haver uma grande oferta para o curso de piloto civil, as funções que ambos desempenham são de tal modo díspares, que não podem ser comparadas. Desta forma, compreende-se a maior predominância de fatores extrínsecos nas especialidades de apoio em comparação à especialidade operacional.

5 CONCLUSÃO

Iniciou-se este trabalho de investigação com a pergunta “O que motiva um jovem a concorrer à Academia da Força Aérea?”. Partindo da revisão da literatura (Ginexi, Miller, & Tarver, 1994; DGPRM, 2008; Lourenço & Vítor, 2011; Wrzesniewski, *et al.*, 2014) e dos resultados encontrados concluímos que um jovem é principalmente influenciado por uma motivação institucional e intrínseca quando decide concorrer. As suas razões envolvem motivos ideológicos como “vontade de servir a pátria” ou “contribuir para uma boa causa” e motivos mais pessoais como a necessidade de “ter um trabalho interessante” e “ter oportunidades de autodesenvolvimento”. A motivação Extrínseca apesar de não exercer tanta influência como as restantes componentes, apresenta, no entanto, resultados que justificam a sua inclusão nos motivos que levam um jovem a concorrer à AFA. Desta componente retira-se a necessidade destes indivíduos terem “boas perspetivas de carreira”, situação expectável visto estarem a concorrer a uma carreira como Oficial do Quadro Permanente na Força Aérea, e a importância de um “bom ambiente de trabalho” como razões para concorrerem. Face ao exposto, considera-se ter-se atingido o objetivo principal desta investigação.

Relativamente ao segundo objetivo deste trabalho de investigação, de acordo com o qual se pretendia identificar as motivações exibidas pelos candidatos que finalizam o processo de seleção da AFA, verificamos que, em relação aos candidatos iniciais, as motivações destes indivíduos apenas diferem nas componentes extrínseca e por conveniência, sendo significativamente inferiores em ambas. Concluímos então que, uma excessiva dependência em motivações extrínsecas poderá estar associada ao insucesso no processo de seleção da AFA.

Relativamente ao terceiro objetivo, com o qual se pretendia averiguar a relação entre a especialidade a que o candidato concorre e as suas motivações, foi possível verificar através dos resultados obtidos que os candidatos às especialidades de apoio apresentam maiores níveis de motivação, em todas as componentes, quando comparados aos candidatos à especialidade operacional. A partir destes resultados podemos concluir que os candidatos às especialidades de apoio, para além da escolha vocacional, também diferem a nível motivacional dos restantes candidatos. É interessante verificar que as conclusões referentes às diferenças motivacionais entre as várias especialidades não corroboram as conclusões da revisão de literatura nesta temática. Esta situação poderá dever-se às distintas realidades das Forças Armadas mundiais nomeadamente ao nível da sua presença em conflitos armados.

Algumas limitações do estudo remetem para a grande discrepância entre o número de candidatos masculinos e femininos, típica em instituições militares, que levou a que não se tivessem encontrado

diferenças, ao nível motivacional, entre os dois géneros. Outra limitação foi a não atribuição de códigos a cada candidato na 1ª fase de recolha de dados. Desta forma, as motivações dos participantes da 2ª fase de recolha de dados podem ter sofrido alterações durante as provas do processo de seleção, não sendo idêntica às motivações iniciais. Esta situação poderá ter afetado os resultados decorrentes da comparação entre as duas fases.

Conhecidas as motivações que levam um indivíduo a concorrer à AFA, propomos que este estudo se estenda a todos os anos académicos da AFA. Desta forma, será possível analisar a evolução das motivações dos cadetes durante a permanência no seu curso e perceber que impactos tem a vida militar num futuro oficial da Força Aérea.

Para melhor compreender as motivações de um indivíduo ao concorrer a uma IMES, recomendamos que esta temática seja alvo de investigação nos outros ramos das Forças Armadas, designadamente na Escola Naval e na Academia Militar. Desta forma, será possível perceber se o ramo escolhido tem alguma influência nas motivações dos candidatos.

Adicionalmente, para melhorar a compreensão das realidades militares das Forças Armadas mundiais, propomos a realização de um estudo comparativo, que analise o impacto que a envolvimento num conflito armado tem nas motivações dos candidatos a uma carreira militar. Esta investigação procuraria comparar as motivações entre jovens originários de países em guerra e em paz, para serem militares.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURLAND, Daniel; LUNDQUIST, Jennifer - The Dynamic Lives and Static Institutions of the "Two Armies": Data from the Survey of Active Duty Personnel. *Armed Forces*. (2011), p. 1-24.

COSTA, Marta - Motivação e Satisfação na Força Aérea Portuguesa. Lisboa: Instituto Superior de Economia e Gestão, 2012.

GINEXI, Elizabeth; MILLER, Alison; TARVER, Steve - Qualitative Evaluation of Reasons for Enlisting in the Military: Interviews with New Active Duty Recruits. Arlington: Defense Manpower Data Center, 1994.

DGPRM - Militares RV/RC – Estudo de Caracterização. (2008)

EIGHMEY, John - Why do Youth Enlist?: Identification of Underlying Themes. *Armed Forces & Society*, Vol. 32, nº 2 (2006), p. 307-328.

GRIFFITH, James - Institutional Motives for Serving in the U.S. Army National Guard: Implications for Recruitment, Retention, and Readiness. *Armed Forces & Society*. Vol. 34, nº. 2 (2008), p. 230-258.

HARRIES-JENKINS, Gwyn – Leadership for change. U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Science. Alexandria, 2000

MOSKOS, Charles - From Institution to Occupation: Trends in Military Organization. *Armed Forces & Society*, Vol. 4, nº 1 (1977), p. 41-50.

WOODRUFF, Todd; KELTY, Ryan; SEGAL, David - Propensity to Serve and Motivation to enlist Among American Combat Soldiers. *Armed Forces & Society*. Vol. 32, nº 3 (2006), p. 353-366.

STAHL, Michael; MCNICHOLS, Charles; MANLEY, T.Roger - An Empirical Examination of Moskos Institutional-Occupational Model. *Armed Forces & Society*. Vol. 6, nº 2 (1980), p. 257-269.

LOURENÇO, Daniela; ALMEIDA, Vítor - O regime de incentivos como forma de atração: Um instrumento de recrutamento para a Força Aérea. Granja do Marquês. Academia da Força Aérea, 2011.

MASTROIANNI, George - Occupations, Cultures, and Leadership in the Army and Air Force. *Parameters*, Vol 35, nº 4 (2005), p. 76-90.

ROCHA, Paula; CÂNDIDO, Nelson; FERREIRA, Ana - Motivação Intrínseca e Extrínseca: o seu papel na seleção de candidatos para a academia da Força Aérea. *Revista de Psicologia militar*. nº15 (2004), p. 231-248.

SASSON-LEVY, Orna - Constructing identities at the margins: Masculinities and citizenship in the Israeli Army. *Sociological Quarterly*. Vol. 43, nº 3 (2002).

WRZESNIEWSKIA, Amy; SCHWARTZ, Barry; CONG, Xiangyu; KANE, Michael; OMAR, Audrey; KOLDITZ, Thomas - Multiple types of motives don't multiply the motivation of West Point cadets. *PNAS*. Vol. 111, nº 30 (2014).

HALVORSON, Angela - Understanding the Military: The Institution, the Culture, and the People. [Em linha]. [Consult. 15 Abr. 20106] Disponível em http://www.samhsa.gov/sites/default/files/military_white_paper_final.pdf

A NATO no Século XXI: Perspetivas Políticas na Era da Globalização



Autor: Miguel Cândido, Aspirante Aluno do Mestrado
Integrado na especialidade de Pilotagem Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientadora: Professora Doutora Maria Francisca Alves Ramos de Gil Saraiva
Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Universidade de Lisboa

Coorientador: Tenente-Coronel Luís Manuel Pinto de Almeida da Rocha
Força Aérea Portuguesa
Sintra, Junho de 2016

RESUMO: Num mundo definido pela Globalização, Estados e Organizações Internacionais vêm-se confrontados com um novo conjunto de ameaças e desafios caracterizado pela sua crescente volatilidade e complexidade.

A multidimensionalidade característica deste fenómeno reuniu as condições ideais para fomentar a prosperidade económica, o desenvolvimento tecnológico e a promoção da paz. Contudo, simultaneamente às esperanças de progresso juntaram-se diversas ameaças de carácter global e com importantes implicações securitárias.

A 4 de Abril de 1949, quando os membros fundadores da NATO assinaram o Tratado do Atlântico Norte, os mesmos declaram-se determinados a unir esforços para a defesa coletiva assim como para a preservação da paz e da segurança. No entanto, enquanto na altura a principal preocupação consistia num ataque por parte de uma potência hostil, atualmente as ameaças que se apresentam alteraram-se profundamente.

Nos dias de hoje, os muitos e distintos aspetos da Globalização combinam-se de forma a aumentar a perigosidade das ameaças transnacionais, que variam do terrorismo à proliferação de armas de destruição maciça, passando por ciberataques, conflitos regionais com consequências à escala global, entre outros.

Por outro lado, as ameaças de natureza externa são muitas vezes acompanhadas por desafios de carácter interno. Neste contexto, o alargamento da NATO constitui um fenómeno que desperta diversos sentimentos, constituindo um dos alvos de estudo da presente dissertação académica. Em adição, reconhecem-se as discrepâncias relativamente aos contributos individuais de cada membro da Aliança, sendo que as desigualdades observadas neste âmbito constituem desafios urgentes e com potencial para debilitar a coesão e a solidariedade dos Estados membros.

Ao longo da presente investigação são identificados diversas ameaças, riscos e desafios num cenário de Globalização para o século XXI. No entanto, o carácter transnacional deste fenómeno não permite a limitação da atuação da NATO na região Euro-Atlântica, ao mesmo tempo que torna oportuno a adoção de políticas promotoras da união e da indivisibilidade dos seus membros.

Neste sentido, constituindo a maior e mais duradoura aliança político-militar do mundo, a Aliança Atlântica encontra-se perante um cenário onde a combinação de ameaças externas e divergências internas ameaçam a segurança dos seus membros e o seu futuro, revestindo-se de importância manter um olhar crítico sobre a NATO e o mundo.

Palavras-chave: NATO; Globalização; Ameaças; Desafios; Política Internacional; Relações Internacionais.

1. INTRODUÇÃO

A Aliança Atlântica, enquanto organização de relevo a nível internacional, encontra-se no centro de um intenso debate à medida que novos acontecimentos alteram o ambiente internacional e condicionam os seus agentes.

Ao longo dos tempos, e apesar de muito ter mudado desde a sua fundação em 1949, a Aliança provou ser capaz de permanecer uma fonte de estabilidade num ambiente geopolítico caracterizado pela imprevisibilidade. Contudo, é possível afirmar que, atualmente, os Estados membros enfrentam um espetro mais

alargado de desafios - ao contrário daqueles observados no passado – colocando a Aliança Atlântica num impasse.

No início do século, os ataques terroristas de 9 de Setembro vieram demonstrar a letal combinação entre a tecnologia e o terror; por outro lado, é indiscutível que os esforços para a não-proliferação nuclear encontram-se sob crescente stress; mais recentemente, os incidentes e a instabilidade ao largo das fronteiras europeias levaram ao reacendimento de tensões históricas; a crescente dependência tecnológica dos Estados e organizações trazem à superfície novas vulnerabilidades; e a crise económica e financeira ameaça relegar as questões securitárias para segundo plano.

Se por um lado a Aliança é confrontada com situações de natureza externa, por outro, é também desafiada pelas divergências internas sobre a interpretação daqueles que devem ser o seu nível de ambição e o seu core business.

Em conjunto, a crescente complexidade do ambiente político internacional e o prejudicial desequilíbrio entre as contribuições militares de uns e outros, constituem uma mistura volátil e perigosa, com potencial para debilitar a coesão dos Aliados, dividir os seus líderes, e enfraquecer a capacidade de resolução coletiva.

Perante o carácter híbrido de muitas das novas ameaças, é evidente que o core task original da NATO - patente no artigo 5.º e reafirmado durante a cimeira de Gales - é questionado quanto ao valor puramente militar da sua

resposta, nomeadamente através da adoção do Readiness Action Plan (RAP) e da consequente criação de uma Very High Readiness Joint Task Force (VJTF).

Em complemento, é ainda possível afirmar que o Conceito Estratégico de 2010 teve origem perante um contexto diferente do atual. O Norte de África e o Médio Oriente não consistiam perigos significativos para a segurança da Aliança, a NATO e a Rússia trabalhavam em conjunto numa parceria estratégica efetiva baseada na cooperação, e a comunidade Euro-Atlântica era considerada firme e em paz (NATO, 2015).

Consequentemente, numa altura em que a mais importante aliança política e militar do mundo enfrenta um número crescente de desafios, a sua postura, empenhamento político e visão, mostram-se insuficientes para manter a força, a credibilidade, e a coesão necessárias para ultrapassar os mesmos (NATO, 2014a).

Dito isto, para uma melhor compreensão dos fenómenos referidos, este trabalho académico pretende analisar as perspetivas da Aliança Atlântica face à conjuntura internacional e sua evolução, tendo em consideração as diversas envolventes.

2. A GLOBALIZAÇÃO E O AMBIENTE SECURITÁRIO

A análise da Globalização pretende a descrição e o reconhecimento da multidimensionalidade deste fenómeno, assim como a exposição dos seus vetores de influência na esfera da segurança internacional, e, consequentemente, as suas implicações na segurança da região Euro-Atlântica e na atuação da NATO, enquanto objeto de estudo.

Atualmente, muitos dos desafios enfrentados pela Aliança estão longe do carácter convencional daqueles originalmente contemplados em 1949, aquando da assinatura do Tratado do Atlântico Norte.

Assim sendo, passemos a analisar alguns fenómenos, motivados ou intensificados pela Globalização.

2.1. O Terrorismo Transnacional

Enquanto ameaça direta à segurança dos cidadãos, o terrorismo continua a ser um tópico constante na agenda da NATO. A dimensão global que tem vindo a adquirir nos últimos anos fazem deste uma das principais fontes de instabilidade atuais, que Estados e organizações não têm conseguido remover da cena internacional.

A própria NATO, na declaração da cimeira de Gales (2014b), assim como noutros documentos anteriores, identifica este fenómeno como uma ameaça direta à segurança dos cidadãos atlânticos, e para a estabilidade e prosperidade globais. Por sua vez, a adaptação do terrorismo às novas tecnologias e à globalização, ilustram a crescente hibridade que este fenómeno tem vindo a adquirir. De fato, podemos afirmar que a transnacionalização do terrorismo não é um fenómeno novo, e os acontecimentos de 11 de Setembro de 2001 vieram alertar a comunidade internacional para esta nova abordagem dos grupos terroristas.

Fruto do desenvolvimento tecnológico, da abertura económica e da crescente “permeabilidade” das fronteiras, grupos terroristas com base num determinado território tendem a “transnacionalizar” parte das suas operações, sejam estas relacionadas com a logística, angariação de fundos, propaganda e/ou planeamento. Da mesma forma, a crescente hibridade das táticas utilizadas por estes grupos traz consigo complicações no que diz respeito à resposta dos Estados e das organizações internacionais.

É neste contexto que a Aliança deve continuar a colocar esforços num vasto leque de iniciativas – políticas, operacionais, concetuais, militares, tecnológicas, científicas e económicas – por forma a lidar com esta ameaça multifacetada.

2.2. Proliferação de Armamento de Destruição Maciça

Durante a Guerra Fria, as forças nucleares da NATO desempenharam um papel proeminente na estratégia de resposta flexível da Aliança, adotando um papel de dissuasão política e militar que permitiu a manutenção do status-quo do conflito, impedindo a escalada das hostilidades.

Mais recentemente, além das tentativas e dos esforços realizados para travar a proliferação de WMDs (Weapons of Mass Destruction), discussões acerca do desarmamento têm surgido na cena internacional.

Mais concretamente, durante o seu discurso a 5 de Abril de 2009, na cidade de Praga, Barack Obama refere a importância de um mundo livre de armas nucleares, expondo o carácter urgente desta problemática e reafirmando a importância do “exemplo moral” dos EUA enquanto potência nuclear (The White House, 2009). No entanto, quer Barack Obama no seu discurso em Praga, quer a própria NATO recentemente em Gales (2014), realçam que enquanto existirem armas nucleares ambos permanecerão potências nucleares.

Atualmente, as preocupações em relação aos programas nucleares de Estados como a Coreia do Norte e o Irão, levaram a NATO a iniciar o desenvolvimento do projeto BMD. Contudo, apesar deste projeto estabelecer uma possível resposta no que toca à preservação da segurança e integridade dos países aliados, este encontra objeções por parte da Rússia, que o considera uma ameaça nacional.

Por outro lado, observa-se que, atualmente, as ameaças nucleares convencionais deixaram de ser o foco das atenções da NATO. Neste contexto, a preocupação internacional sobre o potencial risco destas capacidades virem parar à posse de entidades não estatais, fazem desta problemática uma ameaça real à segurança Atlântica e internacional.

Em suma, apesar das preocupações relativamente aos programas nucleares do Irão e da Coreia do Norte, é inquestionável que, atualmente, o maior desafio reside na utilização destas capacidades por parte entidades não estatais, que elevam a complexidade e a dificuldade de resposta por parte dos Estados e organizações internacionais.

2.3. Ciber-Ameaças

A crescente dependência tecnológica dos Estados e organizações, fruto da Globalização e do exponencial desenvolvimento tecnológico, traz consigo desafios que acrescentam uma nova dimensão ao complexo campo de batalha atual - a dimensão virtual.

Hoje em dia, pessoas, empresas, organizações e governos encontram-se permanentemente ligados entre si e dependentes de uma rede de informação que se tem tornado cada vez mais móvel e disponível através da Internet. Paralelamente, existem diversas formas de aceder a esta rede, permitindo a partilha de informação de forma praticamente instantânea e acessos remotos a diversos sistemas.

Em Abril de 2007, o Estado báltico da Estónia foi vítima de sucessivos ataques virtuais com a duração de três semanas, tendo como alvo diversas organizações - incluindo bancos, ministérios, jornais e ainda o próprio parlamento - e tendo enfraquecido as infraestruturas tecnológicas e de informação do país.

Face a este acontecimento, torna-se pertinente analisar a resposta da NATO face a este ataque à segurança de um Estado membro. Isto porque, apesar da cláusula da defesa coletiva patente no artigo 5.º do Tratado de Washington, as agressões desta natureza ainda não são identificadas enquanto ações militares com potencial para originar uma resposta coletiva, apesar de, na declaração da cimeira de Gales, estar patente que a invocação do artigo 5.º perante estes ataques será considerada caso-a-caso. Por outro lado, as dúvidas jurídicas em relação à origem do ataque - a responsabilidade é de um Estado, grupo terrorista ou grupo criminoso? - e as dúvidas sobre a gravidade do ataque que pode dar origem a uma resposta em legítima defesa tornam a posição da NATO cautelosa.

Em suma, a defesa dos sistemas informáticos das organizações enfrenta desafios renovados e cada vez mais complexos. Desafios, estes, decorrentes da diluição das fronteiras alcançada através da Globalização, da instantaneidade, e da imaterialidade característicos dos processos digitais que propiciam uma maior grau de anonimato.

2.4. Tensões e Conflitos Regionais

Nos dias de hoje, podemos afirmar que a inclusão dos conflitos regionais na lista de ameaças à segurança Euro-Atlântica é um exercício natural e racional. Nos últimos anos, conflitos ao longo das fronteiras europeias ameaçaram a estabilidade regional - direta ou indiretamente - chegando mesmo a originar a intervenção Aliada em alguns casos.

Atualmente, fruto do processo da Globalização, a crescente permeabilidade das fronteiras e a interdependência dos Estados e organizações constituem fatores agravantes das consequências globais dos conflitos regionais.

Anteriormente a 1989, a bipolaridade da ordem internacional e a influência das duas únicas potências mundiais - os EUA e a URSS - inibiam a existência de grandes conflitos locais, ao mesmo tempo que restringiam os seus efeitos a uma região limitada do espaço. A nova ordem multipolar é mais um fator que vem desequilibrar a balança de poderes e a forma como as novas potências se relacionam entre si.

A ascensão da China e as tensões na região Ásia-Pacífico, apesar de não constituírem ameaças iminentes à segurança dos EUA e da NATO, constituem desafios de índole diplomática com potencial desestabilizador, caso não se proceda a uma abordagem correta e em consideração à nova ordem mundial que se desenvolve. Entretanto, no outro lado do mundo, uma outra potência (r)emergente tem exposto as suas próprias ambições em termos de política externa.

De fato, a própria Rússia parece ter reconhecido que o ambiente internacional contemporâneo encontra-se limitado pelas suas próprias regras, fazendo uso de uma intervenção híbrida com a intenção de alcançar os seus objetivos.

Por último, e apesar da sua pertinência ao nível da análise do terrorismo internacional, podemos afirmar que o conflito na Síria constitui, ainda, o epicentro de uma batalha que envolve outros fatores.

Se por um lado o ISIS materializa o inimigo comum às diversas partes do conflito, por outro, é inquestionável que o conflito sírio tem uma importância geoestratégica diferente para cada um dos seus agentes.

Em suma, são muitos os desafios que se colocam à NATO num século caracterizado pela Globalização. Seja o terrorismo e a sua ligação à tecnologia; as vulnerabilidades do mundo virtual; a emergência de novos atores com voz cada vez mais assertiva; ou o surgimento de tensões e conflitos regionais; este e outros desafios tornam imperativo uma revisão do papel da NATO no sistema internacional.

3. A ADAPTAÇÃO DA ALIANÇA

Nos dias de hoje, após mais de 60 anos da assinatura do Tratado de Washington, as ameaças que os membros da NATO enfrentam alteraram-se profundamente. Um ataque convencional ao território da América do Norte ou Europeu é extremamente improvável. No entanto, conforme observado no capítulo anterior, a Aliança enfrenta um espectro de ameaças cada vez mais complexas e difusas, variando do terrorismo, à proliferação de WMDs, ciberataques, tensões e conflitos à escala regional com consequências globais, entre outras.

A 11 de Setembro de 2001, a invocação do artigo 5.º pela primeira vez na história - em resposta aos ataques terroristas nos EUA - veio demonstrar o quanto a NATO mudou desde a queda do comunismo soviético. Além de alargar a Aliança para a Europa Central e Oriental, a NATO reuniu esforços para construir uma nova relação de cooperação com a Rússia, o seu anterior adversário. Por outro lado, os Aliados procuraram reorientar-se face a novas ameaças além-fronteiras e decidiram intervir no conflito dos Balcãs de modo a travar as hostilidades e o genocídio na Bósnia e no Kosovo.

No entanto, podemos afirmar que a adaptação da Aliança Atlântica não foi um processo simples. Sendo uma aliança política e militar formada por diversos membros - de diversas regiões geográficas e com diferentes necessidades - a sua história é acompanhada por desacordos e desafios de natureza interna, em adição às de natureza externa analisados anteriormente.

3.1. A Ordem Internacional e as Relações Transatlânticas

Em modo de complemento ao complexo ambiente internacional e às ameaças inerentes, podemos afirmar que a NATO enfrenta, também, desafios de carácter interno, sendo que, um dos fenómenos mais estudados e analisados pela esfera académica seja aquele que muitos analistas identificam como “continental drift”.

O “continental drift” refere-se ao “afastamento” aparente entre os EUA e os aliados europeus da Aliança Atlântica. Entre outros motivos, este fenómeno é apontado como consequência do fim do conflito bipolar, do desequilíbrio entre as contribuições dos aliados, e pela alteração do ambiente geopolítico global.

Segundo Jennifer Medcalf (2005), o debate acerca do elo transatlântico tem-se concentrado em dois

aspectos interrelacionados: a extensão, durabilidade, e a confiabilidade do envolvimento americano na segurança europeia; e a relação entre os EUA e os aliados europeus no que toca ao peso de cada um nos assuntos de segurança da Europa.

Numa altura em que a nova ordem internacional motiva a reorganização dos interesses norte-americanos, parece ser imperativo um maior esforço europeu na tentativa de preencher as lacunas que se arrastam desde a Guerra Fria na tentativa de convencer os EUA de que a manutenção da Aliança Atlântica é necessária e benéfica para ambas as partes. Desta forma, podemos afirmar que o desafio da Europa consiste em agir como um parceiro credível.

Devido às diferenças de tamanho e das economias de cada membro, assim como dos interesses e prioridades nacionais de cada um, o Secretário-Geral Jens Stoltenberg afirma que é expectável que o investimento na NATO não seja efetuado de forma igual. No entanto, o mesmo realça a tendência negativa que se tem vindo a desenvolver desde o fim da Guerra Fria e que coloca a maior fatia do investimento na defesa sobre os EUA.

Em suma, podemos concluir que a NATO encontra-se num processo de redefinição com potencial para afetar os seus objetivos, as suas missões, e a relação transatlântica.

3.2. A Reforma do Processo de Decisão

Desde a formação da NATO em 1949, o ambiente estratégico no qual se insere tem sofrido alterações dramáticas e muitas vezes inesperadas. O fim da Guerra Fria; a dissolução da ameaça fundadora; o fim da bipolaridade; e o aparecimento de ameaças híbridas; são apenas algumas das novas variáveis que caracterizam o contexto global pós-1989.

Neste contexto, tendo em consideração as alterações do ambiente internacional e as suas implicações, reveste-se de pertinência a revisão dos procedimentos internos da Aliança Atlântica e da sua adequabilidade para encarar as ameaças contemporâneas.

Conforme Uwe Benecke (2007), a Aliança Atlântica contribuiu para a união de nações muito diferentes entre si: desde superpotências a pequenos países; com ou sem armas nucleares; Estados com ambições globais ou com pequenas esferas de interesses; com heranças coloniais; iniciadores de guerras mundiais ou vítimas das mesmas; vencedores e perdedores; velhas e novas democracias. Esta apreciação de Benecke descreve na perfeição os diferentes interesses e backgrounds entre os diversos membros da Aliança.

No entanto, o exponencial crescimento da NATO ao longo dos anos – começando com 12, passando para 16, para 26, e finalmente para 28 membros – trouxe consigo não só expectativas de uma aliança maior e mais forte, mas também contribuiu para o aumento da complexidade das suas estruturas.

Apesar de não se encontrar delimitado no Tratado de Washington, o consenso tem sido utilizado ao longo dos anos como prática comum aquando da tomada de decisão dos membros da Aliança. Conforme afirmou Benecke (2007) “it is an informal working procedure that has developed over the years of NATO’s existence and is commonly agreed practice”. Contudo, o crescimento da Aliança Atlântica perspetiva maiores dificuldades na obtenção do consenso.

Em suma, podemos concluir que os novos desafios, aliados à diversificação dos interesses dos seus membros, tornam pertinente uma revisão dos procedimentos internos da Aliança, por forma a agilizar o processo de decisão e impedir a paralisação e a irrelevância institucional.

3.3. O Alargamento e as Parcerias Estratégicas

Desde a assinatura do Tratado do Atlântico Norte, foi possível assistir a um processo de transformação da Aliança que foi acompanhado, não só, por adaptações doutrinárias face ao ambiente securitário pós Guerra Fria, mas também ao aumento dos seus membros constituintes, originando o alargamento da Aliança.

O culminar dos primeiros passos no sentido de abrir as portas da Aliança aos antigos países da URSS deu-se a 12 de Março de 1999, data em que a República Checa, a Hungria, e a Polónia se juntaram aos 12 membros fundadores da NATO numa cerimónia que, na opinião de Ronald Asmus (2004), materializou a renovação do comprometimento norte-americano para com a Europa.

Por outro lado, desde o início dos anos 90 que a Aliança tem procurado desenvolver novas parcerias, quer sejam a nível bilateral, regional ou global.

Segundo Gjoreski e Petrovski (2015, p. 81-92), estas parcerias têm um enorme potencial para constituírem contribuições concretas para a segurança internacional, assim como para a defesa dos valores fundamentais da Aliança e das suas operações. Do mesmo modo, e conforme afirmou Rasmussen: “Partnership is not a choice between staying at home or going global. It is not peripheral to our business – it is part of NATO’s core business” (2012, apud. Gjoreski; Petrovski, 2015, p. 81-92).

Desta forma, podemos afirmar que face às ameaças, riscos, e desafios inerentes ao ambiente securitário internacional atual, missões como a prevenção de crises – onde se incluem operações fora da área euro-atlântica – serão certamente dificultadas sem a cooperação com parceiros globais. De fato, de acordo com Jamie Shea (2012), um dos principais desafios da NATO para o século XXI será o de preservar as parcerias existentes e oferecer benefícios para novos parceiros se juntarem ao “clube” da segurança global.

4. O NOVO ATIVISMO RUSSO E AS RELAÇÕES NATO-RÚSSIA

De acordo com Aurel Braun (2008, p.1-8), o alargamento da NATO ao leste europeu motivou preocupações no seio de um segmento significativo da elite política russa. Segundo o mesmo, apesar da criação do Concelho NATO-Rússia, existiam receios de que o processo de alargamento tivesse como objetivo enfraquecer a posição de Moscovo, pelo que alguns afirmavam existir uma relação direta (e para muitos, uma relação causal) entre o alargamento da NATO e a recessão da esfera de influência russa.

Dito isto, é possível afirmar que os níveis de desconfiança russos em relação às iniciativas da comunidade atlântica originaram o desenvolvimento de uma política externa mais assertiva por parte do Kremlin.

Assim como na Geórgia em 2008, o papel da Rússia na Ucrânia tem sido multifacetada e altamente adaptável às rápidas mudanças de contexto. O interesse de Moscovo consiste em manter a região numa “situação híbrida”, com o objetivo de impedir a mesma de se tornar capaz de estreitar relações com a NATO e com a UE.

Desta forma, a utilização da “soft force” como instrumento do Kremlin na materialização da sua política externa, revela o caráter híbrido da sua atuação, dificultando a capacidade de resposta por parte do Ocidente.

Resumidamente, podemos afirmar que são diversos e complexos os acontecimentos que têm tido lugar nos últimos anos e que comprometem as relações entre a NATO e a Rússia. O alargamento da Aliança Atlântica ameaça diminuir a esfera de influência de Moscovo na sua vizinhança; o projeto antimíssil é identificado como uma ameaça ao Kremlin e utilizado como justificação para a proliferação; o incentivo ocidental às revoluções coloridas compromete os interesses russos na Síria e o seu próprio regime; e a procura europeia por fornecedores energéticos alternativos compromete a sua estabilidade económica. Em suma, podemos

concluir que as relações NATO-Rússia encontram-se perante a pior situação desde a Guerra Fria, sendo necessária uma aproximação ativa e construtiva de ambas as partes.

5. CONCLUSÕES

Desde o início do século XXI, a rápida mudança do contexto global tem colocado desafios cada vez mais complexos e de ordem diversa aos atores internacionais. As ameaças à segurança internacional, típicas deste milénio, têm originado o aumento de entropia no ambiente securitário ao mesmo tempo que a multipolaridade e a instabilidade tendem a aumentar as incertezas acerca do mesmo.

O processo de Globalização, identificado nesta investigação como o principal influenciador da situação securitária atual, reuniu as condições ideais para o desenvolvimento das ameaças identificadas ao longo da dissertação. Por sua vez, estas obrigaram os Estados e as organizações a rever as suas estratégias de segurança por forma a adaptarem-se à fluidez do ambiente securitário dos dias de hoje. Consequentemente, as muitas dimensões da Globalização chamam por uma nova aproximação à segurança nos próximos anos, uma vez que as ameaças transnacionais que se elevam colocam demasiados riscos para serem ignoradas.

Em primeiro lugar, a crescente utilização de métodos irregulares por parte dos agentes hostis, em complemento aos métodos convencionais, permite-nos identificar o aumento da natureza híbrida das ameaças com que a Aliança Atlântica se depara. Neste sentido, os atores hostis procuram explorar as vulnerabilidades dos Estados e das organizações internacionais relativamente à falta de políticas e procedimentos para enfrentar as mesmas, atrasando ou paralisando a resposta por parte destes. Desta forma, revela-se pertinente a revisão da doutrina e dos procedimentos por forma a contemplar a hibridade das ameaças contemporâneas. Por outro lado, surge a dúvida relativamente às ameaças que devem ser incluídas no âmbito do artigo 5.º.

Em segundo lugar, apesar das ameaças à segurança da NATO serem de origem externa, concluímos que o vigor da organização pode ser facilmente destabilizado internamente. Deste modo, concluímos que as divergências relativamente ao espetro de ação da Aliança e à partilha de esforços revelam a necessidade de avançar numa direção que resulte na convergência das vontades dos diversos membros.

Em terceiro lugar, observámos que o crescimento da NATO trouxe consigo o aumento da complexidade das suas estruturas, nomeadamente no que diz respeito ao processo de decisão. Uma vez que a dificuldade em atingir o consenso num universo de 28 membros pode comprometer a eficácia da missão, podemos concluir que o processo de decisão carece de uma revisão no sentido de ser agilizado.

Relativamente à nova ordem internacional multipolar que se tem vindo a desenvolver, observa-se que apesar das intenções da NATO em posicionar-se enquanto ator global, é importante ter em consideração os países emergentes também procuram a sua posição no complexo tabuleiro de xadrez geopolítico internacional. Neste sentido, o carácter comum de muitas das ameaças identificadas anteriormente tendem a tornar a cooperação entre a NATO e as potências emergentes numa iniciativa promotora da paz e segurança internacional.

Claramente, podemos afirmar que é tempo de a NATO se debruçar sobre as suas missões, procedimentos, e planos. A política para o século XXI deve adaptar-se às novas dinâmicas por forma a garantir a segurança e a defesa nos novos tempos, sendo que as perspetivas da cimeira de Varsóvia – a ocorrer em Julho de 2016 – devem conduzir a um reforço da coesão e solidariedade iniciada em 1949, com a assinatura do Tratado de Washington.

BIBLIOGRAFIA

ASMUS, Ronald – Opening NATO's Door: How The Alliance Remade Itself For a New Era. Nova Iorque: Columbia University Press, 2004. ISBN 978-0231127776.

BENECKE, Uwe – Reconsidering NATO's Decision Making Process. Pennsylvania: U.S. Army War College, 2007.

BRAUN, Aurel – Introduction. In BRAUN, Aurel – NATO-Russia Relations in the Twenty-First Century. Oxford: Routledge, 2008. ISBN 978-0-203-92901-8. p.1-8.

GJORESKI, Igor; PETROVSKI, Dimche – NATO's Partnership Policy and its Perspectives. International Scientific Journal. Vol. 15, nº28 (2015), p. 81-92.

MEDCALF, Jennifer – NATO: a beginner's guide. Oxford: Oneworld, 2005. ISBN 1-85168-353-4.

NATO - NATO at a Crossroads, Enhancing NATO's Credibility, Cohesion, and Capabilities for the Next Generation. [Em linha]. (2014a). [Consult. 9 Nov. 2015]. Disponível em WWW:

URL:http://www.nato.int/nato_static/assets/pdf/pdf_2014_06/20140606_140601-nelwg-enhancing-nato-credibility.pdf

NATO – Wales Summit Declaration. [Em linha]. Gales: 2014b. [Consult. 9 Nov. 2015]. Disponível em WWW:

<URL: http://www.nato.int/cps/ic/natohq/official_texts_112964.htm>

NATO – Next Steps in NATO's Transformation: To the Warsaw Summit and Beyond. [Em linha]. (2015). [Consult. 9 Nov. 2015]. Disponível em WWW: URL:http://www.atlanticcouncil.org/images/files/publication_pdfs/NATO_NTS_2015_White_Paper_Final.pdf

NATO - The Secretary General's Annual Report 2015. (2016).

SHEA, Jamie – Keeping NATO Relevant [Em linha]. Carnegie Endowment for International Peace: Policy Outlook, 2012. [Consult. 20 Fev. 2016]. Disponível em WWW: <URL:

http://carnegieendowment.org/files/keeping_nato_relevant.pdf>

THE WHITE HOUSE – Remarks by President Barack Obama In Prague as Delivered. Office of the Press Secretary [Em linha]. (5 Abr. 2009). [Consult. 15 Dez. 2015]. Disponível em WWW: <URL:<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/remarks-president-barack-obama-prague-delivered>>

A NATO no Século XXI: Perspetivas Políticas na Era da Globalização



Autor: Miguel Cândido, Aspirante Aluno do Mestrado
Integrado na especialidade de Pilotagem Aeronáutica
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientadora: Professora Doutora Maria Francisca Alves Ramos de Gil Saraiva
Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Universidade de Lisboa

Coorientador: Tenente-Coronel Luís Manuel Pinto de Almeida da Rocha
Força Aérea Portuguesa
Sintra, Junho de 2016

RESUMO: Num mundo definido pela Globalização, Estados e Organizações Internacionais vêm-se confrontados com um novo conjunto de ameaças e desafios caracterizado pela sua crescente volatilidade e complexidade.

A multidimensionalidade característica deste fenómeno reuniu as condições ideais para fomentar a prosperidade económica, o desenvolvimento tecnológico e a promoção da paz. Contudo, simultaneamente às esperanças de progresso juntaram-se diversas ameaças de carácter global e com importantes implicações securitárias.

A 4 de Abril de 1949, quando os membros fundadores da NATO assinaram o Tratado do Atlântico Norte, os mesmos declaram-se determinados a unir esforços para a defesa coletiva assim como para a preservação da paz e da segurança. No entanto, enquanto na altura a principal preocupação consistia num ataque por parte de uma potência hostil, atualmente as ameaças que se apresentam alteraram-se profundamente.

Nos dias de hoje, os muitos e distintos aspetos da Globalização combinam-se de forma a aumentar a perigosidade das ameaças transnacionais, que variam do terrorismo à proliferação de armas de destruição maciça, passando por ciberataques, conflitos regionais com consequências à escala global, entre outros.

Por outro lado, as ameaças de natureza externa são muitas vezes acompanhadas por desafios de carácter interno. Neste contexto, o alargamento da NATO constitui um fenómeno que desperta diversos sentimentos, constituindo um dos alvos de estudo da presente dissertação académica. Em adição, reconhecem-se as discrepâncias relativamente aos contributos individuais de cada membro da Aliança, sendo que as desigualdades observadas neste âmbito constituem desafios urgentes e com potencial para debilitar a coesão e a solidariedade dos Estados membros.

Ao longo da presente investigação são identificados diversas ameaças, riscos e desafios num cenário de Globalização para o século XXI. No entanto, o carácter transnacional deste fenómeno não permite a limitação da atuação da NATO na região Euro-Atlântica, ao mesmo tempo que torna oportuno a adoção de políticas promotoras da união e da indivisibilidade dos seus membros.

Neste sentido, constituindo a maior e mais duradoura aliança político-militar do mundo, a Aliança Atlântica encontra-se perante um cenário onde a combinação de ameaças externas e divergências internas ameaçam a segurança dos seus membros e o seu futuro, revestindo-se de importância manter um olhar crítico sobre a NATO e o mundo.

Palavras-chave: NATO; Globalização; Ameaças; Desafios; Política Internacional; Relações Internacionais.

1. INTRODUÇÃO

A Aliança Atlântica, enquanto organização de relevo a nível internacional, encontra-se no centro de um intenso debate à medida que novos acontecimentos alteram o ambiente internacional e condicionam os seus agentes.

Ao longo dos tempos, e apesar de muito ter mudado desde a sua fundação em 1949, a Aliança provou ser capaz de permanecer uma fonte de estabilidade num ambiente geopolítico caracterizado pela imprevisibilidade. Contudo, é possível afirmar que, atualmente, os Estados membros enfrentam um espectro mais

alargado de desafios - ao contrário daqueles observados no passado – colocando a Aliança Atlântica num impasse.

No início do século, os ataques terroristas de 9 de Setembro vieram demonstrar a letal combinação entre a tecnologia e o terror; por outro lado, é indiscutível que os esforços para a não-proliferação nuclear encontram-se sob crescente stress; mais recentemente, os incidentes e a instabilidade ao largo das fronteiras europeias levaram ao reacendimento de tensões históricas; a crescente dependência tecnológica dos Estados e organizações trazem à superfície novas vulnerabilidades; e a crise económica e financeira ameaça relegar as questões securitárias para segundo plano.

Se por um lado a Aliança é confrontada com situações de natureza externa, por outro, é também desafiada pelas divergências internas sobre a interpretação daqueles que devem ser o seu nível de ambição e o seu core business.

Em conjunto, a crescente complexidade do ambiente político internacional e o prejudicial desequilíbrio entre as contribuições militares de uns e outros, constituem uma mistura volátil e perigosa, com potencial para debilitar a coesão dos Aliados, dividir os seus líderes, e enfraquecer a capacidade de resolução coletiva.

Perante o carácter híbrido de muitas das novas ameaças, é evidente que o core task original da NATO - patente no artigo 5.º e reafirmado durante a cimeira de Gales - é questionado quanto ao valor puramente militar da sua

resposta, nomeadamente através da adoção do Readiness Action Plan (RAP) e da consequente criação de uma Very High Readiness Joint Task Force (VJTF).

Em complemento, é ainda possível afirmar que o Conceito Estratégico de 2010 teve origem perante um contexto diferente do atual. O Norte de África e o Médio Oriente não consistiam perigos significativos para a segurança da Aliança, a NATO e a Rússia trabalhavam em conjunto numa parceria estratégica efetiva baseada na cooperação, e a comunidade Euro-Atlântica era considerada firme e em paz (NATO, 2015).

Consequentemente, numa altura em que a mais importante aliança política e militar do mundo enfrenta um número crescente de desafios, a sua postura, empenhamento político e visão, mostram-se insuficientes para manter a força, a credibilidade, e a coesão necessárias para ultrapassar os mesmos (NATO, 2014a).

Dito isto, para uma melhor compreensão dos fenómenos referidos, este trabalho académico pretende analisar as perspetivas da Aliança Atlântica face à conjuntura internacional e sua evolução, tendo em consideração as diversas envolventes.

2. A GLOBALIZAÇÃO E O AMBIENTE SECURITÁRIO

A análise da Globalização pretende a descrição e o reconhecimento da multidimensionalidade deste fenómeno, assim como a exposição dos seus vetores de influência na esfera da segurança internacional, e, consequentemente, as suas implicações na segurança da região Euro-Atlântica e na atuação da NATO, enquanto objeto de estudo.

Atualmente, muitos dos desafios enfrentados pela Aliança estão longe do carácter convencional daqueles originalmente contemplados em 1949, aquando da assinatura do Tratado do Atlântico Norte.

Assim sendo, passemos a analisar alguns fenómenos, motivados ou intensificados pela Globalização.

2.1. O Terrorismo Transnacional

Enquanto ameaça direta à segurança dos cidadãos, o terrorismo continua a ser um tópico constante na agenda da NATO. A dimensão global que tem vindo a adquirir nos últimos anos faz deste uma das principais fontes de instabilidade atuais, que Estados e organizações não têm conseguido remover da cena internacional.

A própria NATO, na declaração da cimeira de Gales (2014b), assim como noutros documentos anteriores, identifica este fenómeno como uma ameaça direta à segurança dos cidadãos atlânticos, e para a estabilidade e prosperidade globais. Por sua vez, a adaptação do terrorismo às novas tecnologias e à globalização, ilustram a crescente hibridade que este fenómeno tem vindo a adquirir. De fato, podemos afirmar que a transnacionalização do terrorismo não é um fenómeno novo, e os acontecimentos de 11 de Setembro de 2001 vieram alertar a comunidade internacional para esta nova abordagem dos grupos terroristas.

Fruto do desenvolvimento tecnológico, da abertura económica e da crescente “permeabilidade” das fronteiras, grupos terroristas com base num determinado território tendem a “transnacionalizar” parte das suas operações, sejam estas relacionadas com a logística, angariação de fundos, propaganda e/ou planeamento. Da mesma forma, a crescente hibridade das táticas utilizadas por estes grupos traz consigo complicações no que diz respeito à resposta dos Estados e das organizações internacionais.

É neste contexto que a Aliança deve continuar a colocar esforços num vasto leque de iniciativas – políticas, operacionais, concetuais, militares, tecnológicas, científicas e económicas – por forma a lidar com esta ameaça multifacetada.

2.2. Proliferação de Armamento de Destruição Maciça

Durante a Guerra Fria, as forças nucleares da NATO desempenharam um papel proeminente na estratégia de resposta flexível da Aliança, adotando um papel de dissuasão política e militar que permitiu a manutenção do status-quo do conflito, impedindo a escalada das hostilidades.

Mais recentemente, além das tentativas e dos esforços realizados para travar a proliferação de WMDs (Weapons of Mass Destruction), discussões acerca do desarmamento têm surgido na cena internacional.

Mais concretamente, durante o seu discurso a 5 de Abril de 2009, na cidade de Praga, Barack Obama refere a importância de um mundo livre de armas nucleares, expondo o carácter urgente desta problemática e reafirmando a importância do “exemplo moral” dos EUA enquanto potência nuclear (The White House, 2009). No entanto, quer Barack Obama no seu discurso em Praga, quer a própria NATO recentemente em Gales (2014), realçam que enquanto existirem armas nucleares ambos permanecerão potências nucleares.

Atualmente, as preocupações em relação aos programas nucleares de Estados como a Coreia do Norte e o Irão, levaram a NATO a iniciar o desenvolvimento do projeto BMD. Contudo, apesar deste projeto estabelecer uma possível resposta no que toca à preservação da segurança e integridade dos países aliados, este encontra objeções por parte da Rússia, que o considera uma ameaça nacional.

Por outro lado, observa-se que, atualmente, as ameaças nucleares convencionais deixaram de ser o foco das atenções da NATO. Neste contexto, a preocupação internacional sobre o potencial risco destas capacidades virem parar à posse de entidades não estatais, faz desta problemática uma ameaça real à segurança Atlântica e internacional.

Em suma, apesar das preocupações relativamente aos programas nucleares do Irão e da Coreia do Norte, é inquestionável que, atualmente, o maior desafio reside na utilização destas capacidades por parte entidades não estatais, que elevam a complexidade e a dificuldade de resposta por parte dos Estados e organizações internacionais.

2.3. Cíber-Ameaças

A crescente dependência tecnológica dos Estados e organizações, fruto da Globalização e do exponencial desenvolvimento tecnológico, traz consigo desafios que acrescentam uma nova dimensão ao complexo campo de batalha atual - a dimensão virtual.

Hoje em dia, pessoas, empresas, organizações e governos encontram-se permanentemente ligados entre si e dependentes de uma rede de informação que se tem tornado cada vez mais móvel e disponível através da Internet. Paralelamente, existem diversas formas de aceder a esta rede, permitindo a partilha de informação de forma praticamente instantânea e acessos remotos a diversos sistemas.

Em Abril de 2007, o Estado báltico da Estónia foi vítima de sucessivos ataques virtuais com a duração de três semanas, tendo como alvo diversas organizações - incluindo bancos, ministérios, jornais e ainda o próprio parlamento – e tendo enfraquecido as infraestruturas tecnológicas e de informação do país.

Face a este acontecimento, torna-se pertinente analisar a resposta da NATO face a este ataque à segurança de um Estado membro. Isto porque, apesar da cláusula da defesa coletiva patente no artigo 5.º do Tratado de Washington, as agressões desta natureza ainda não são identificadas enquanto ações militares com potencial para originar uma resposta coletiva, apesar de, na declaração da cimeira de Gales, estar patente que a invocação do artigo 5.º perante estes ataques será considerada caso-a-caso. Por outro lado, as dúvidas jurídicas em relação à origem do ataque – a responsabilidade é de um Estado, grupo terrorista ou grupo criminoso? – e as dúvidas sobre a gravidade do ataque que pode dar origem a uma resposta em legítima defesa tornam a posição da NATO cautelosa.

Em suma, a defesa dos sistemas informáticos das organizações enfrenta desafios renovados e cada vez mais complexos. Desafios, estes, decorrentes da diluição das fronteiras alcançada através da Globalização, da instantaneidade, e da imaterialidade característicos dos processos digitais que propiciam uma maior grau de anonimato.

2.4. Tensões e Conflitos Regionais

Nos dias de hoje, podemos afirmar que a inclusão dos conflitos regionais na lista de ameaças à segurança Euro-Atlântica é um exercício natural e racional. Nos últimos anos, conflitos ao longo das fronteiras europeias ameaçaram a estabilidade regional – direta ou indiretamente – chegando mesmo a originar a intervenção Aliada em alguns casos.

Atualmente, fruto do processo da Globalização, a crescente permeabilidade das fronteiras e a interdependência dos Estados e organizações constituem fatores agravantes das consequências globais dos conflitos regionais.

Anteriormente a 1989, a bipolaridade da ordem internacional e a influência das duas únicas potências mundiais – os EUA e a URSS - inibiam a existência de grandes conflitos locais, ao mesmo tempo que restringiam os seus efeitos a uma região limitada do espaço. A nova ordem multipolar é mais um fator que vem desequilibrar a balança de poderes e a forma como as novas potências se relacionam entre si.

A ascensão da China e as tensões na região Ásia-Pacífico, apesar de não constituírem ameaças iminentes à segurança dos EUA e da NATO, constituem desafios de índole diplomática com potencial destabilizador, caso não se proceda a uma abordagem correta e em consideração à nova ordem mundial que se desenvolve. Entretanto, no outro lado do mundo, uma outra potência (r)emergente tem exposto as suas próprias ambições em termos de política externa.

De fato, a própria Rússia parece ter reconhecido que o ambiente internacional contemporâneo encontra-se limitado pelas suas próprias regras, fazendo uso de uma intervenção híbrida com a intenção de alcançar os seus objetivos.

Por último, e apesar da sua pertinência ao nível da análise do terrorismo internacional, podemos afirmar que o conflito na Síria constitui, ainda, o epicentro de uma batalha que envolve outros fatores.

Se por um lado o ISIS materializa o inimigo comum às diversas partes do conflito, por outro, é inquestionável que o conflito sírio tem uma importância geoestratégica diferente para cada um dos seus agentes.

Em suma, são muitos os desafios que se colocam à NATO num século caracterizado pela Globalização. Seja o terrorismo e a sua ligação à tecnologia; as vulnerabilidades do mundo virtual; a emergência de novos atores com voz cada vez mais assertiva; ou o surgimento de tensões e conflitos regionais; este e outros desafios tornam imperativo uma revisão do papel da NATO no sistema internacional.

3. A ADAPTAÇÃO DA ALIANÇA

Nos dias de hoje, após mais de 60 anos da assinatura do Tratado de Washington, as ameaças que os membros da NATO enfrentam alteraram-se profundamente. Um ataque convencional ao território da América do Norte ou Europeu é extremamente improvável. No entanto, conforme observado no capítulo anterior, a Aliança enfrenta um espectro de ameaças cada vez mais complexas e difusas, variando do terrorismo, à proliferação de WMDs, ciberataques, tensões e conflitos à escala regional com consequências globais, entre outras.

A 11 de Setembro de 2001, a invocação do artigo 5.º pela primeira vez na história - em resposta aos ataques terroristas nos EUA - veio demonstrar o quanto a NATO mudou desde a queda do comunismo soviético. Além de alargar a Aliança para a Europa Central e Oriental, a NATO reuniu esforços para construir uma nova relação de cooperação com a Rússia, o seu anterior adversário. Por outro lado, os Aliados procuraram reorientar-se face a novas ameaças além-fronteiras e decidiram intervir no conflito dos Balcãs de modo a travar as hostilidades e o genocídio na Bósnia e no Kosovo.

No entanto, podemos afirmar que a adaptação da Aliança Atlântica não foi um processo simples. Sendo uma aliança política e militar formada por diversos membros - de diversas regiões geográficas e com diferentes necessidades - a sua história é acompanhada por desacordos e desafios de natureza interna, em adição às de natureza externa analisados anteriormente.

3.1. A Ordem Internacional e as Relações Transatlânticas

Em modo de complemento ao complexo ambiente internacional e às ameaças inerentes, podemos afirmar que a NATO enfrenta, também, desafios de carácter interno, sendo que, um dos fenómenos mais estudados e analisados pela esfera académica seja aquele que muitos analistas identificam como “continental drift”.

O “continental drift” refere-se ao “afastamento” aparente entre os EUA e os aliados europeus da Aliança Atlântica. Entre outros motivos, este fenómeno é apontado como consequência do fim do conflito bipolar, do desequilíbrio entre as contribuições dos aliados, e pela alteração do ambiente geopolítico global.

Segundo Jennifer Medcalf (2005), o debate acerca do elo transatlântico tem-se concentrado em dois aspetos interrelacionados: a extensão, durabilidade, e a confiabilidade do envolvimento americano na se-

gurança europeia; e a relação entre os EUA e os aliados europeus no que toca ao peso de cada um nos assuntos de segurança da Europa.

Numa altura em que a nova ordem internacional motiva a reorganização dos interesses norte-americanos, parece ser imperativo um maior esforço europeu na tentativa de preencher as lacunas que se arrastam desde a Guerra Fria na tentativa de convencer os EUA de que a manutenção da Aliança Atlântica é necessária e benéfica para ambas as partes. Desta forma, podemos afirmar que o desafio da Europa consiste em agir como um parceiro credível.

Devido às diferenças de tamanho e das economias de cada membro, assim como dos interesses e prioridades nacionais de cada um, o Secretário-Geral Jens Stoltenberg afirma que é expectável que o investimento na NATO não seja efetuado de forma igual. No entanto, o mesmo realça a tendência negativa que se tem vindo a desenvolver desde o fim da Guerra Fria e que coloca a maior fatia do investimento na defesa sobre os EUA.

Em suma, podemos concluir que a NATO encontra-se num processo de redefinição com potencial para afetar os seus objetivos, as suas missões, e a relação transatlântica.

3.2. A Reforma do Processo de Decisão

Desde a formação da NATO em 1949, o ambiente estratégico no qual se insere tem sofrido alterações dramáticas e muitas vezes inesperadas. O fim da Guerra Fria; a dissolução da ameaça fundadora; o fim da bipolaridade; e o aparecimento de ameaças híbridas; são apenas algumas das novas variáveis que caracterizam o contexto global pós-1989.

Neste contexto, tendo em consideração as alterações do ambiente internacional e as suas implicações, reveste-se de pertinência a revisão dos procedimentos internos da Aliança Atlântica e da sua adequabilidade para encarar as ameaças contemporâneas.

Conforme Uwe Benecke (2007), a Aliança Atlântica contribuiu para a união de nações muito diferentes entre si: desde superpotências a pequenos países; com ou sem armas nucleares; Estados com ambições globais ou com pequenas esferas de interesses; com heranças coloniais; iniciadores de guerras mundiais ou vítimas das mesmas; vencedores e perdedores; velhas e novas democracias. Esta apreciação de Benecke descreve na perfeição os diferentes interesses e backgrounds entre os diversos membros da Aliança.

No entanto, o exponencial crescimento da NATO ao longo dos anos – começando com 12, passando para 16, para 26, e finalmente para 28 membros – trouxe consigo não só expectativas de uma aliança maior e mais forte, mas também contribuiu para o aumento da complexidade das suas estruturas.

Apesar de não se encontrar delimitado no Tratado de Washington, o consenso tem sido utilizado ao longo dos anos como prática comum aquando da tomada de decisão dos membros da Aliança. Conforme afirmou Benecke (2007) “it is an informal working procedure that has developed over the years of NATO’s existence and is commonly agreed practice”. Contudo, o crescimento da Aliança Atlântica perspetiva maiores dificuldades na obtenção do consenso.

Em suma, podemos concluir que os novos desafios, aliados à diversificação dos interesses dos seus membros, tornam pertinente uma revisão dos procedimentos internos da Aliança, por forma a agilizar o processo de decisão e impedir a paralisação e a irrelevância institucional.

3.3. O Alargamento e as Parcerias Estratégicas

Desde a assinatura do Tratado do Atlântico Norte, foi possível assistir a um processo de transformação

da Aliança que foi acompanhado, não só, por adaptações doutrinárias face ao ambiente securitário pós Guerra Fria, mas também ao aumento dos seus membros constituintes, originando o alargamento da Aliança.

O culminar dos primeiros passos no sentido de abrir as portas da Aliança aos antigos países da URSS deu-se a 12 de Março de 1999, data em que a República Checa, a Hungria, e a Polónia se juntaram aos 12 membros fundadores da NATO numa cerimónia que, na opinião de Ronald Asmus (2004), materializou a renovação do comprometimento norte-americano para com a Europa.

Por outro lado, desde o início dos anos 90 que a Aliança tem procurado desenvolver novas parcerias, quer sejam a nível bilateral, regional ou global.

Segundo Gjoreski e Petrovski (2015, p. 81-92), estas parcerias têm um enorme potencial para constituírem contribuições concretas para a segurança internacional, assim como para a defesa dos valores fundamentais da Aliança e das suas operações. Do mesmo modo, e conforme afirmou Rasmussen: “Partnership is not a choice between staying at home or going global. It is not peripheral to our business – it is part of NATO’s core business” (2012, apud. Gjoreski; Petrovski, 2015, p. 81-92).

Desta forma, podemos afirmar que face às ameaças, riscos, e desafios inerentes ao ambiente securitário internacional atual, missões como a prevenção de crises – onde se incluem operações fora da área euro-atlântica – serão certamente dificultadas sem a cooperação com parceiros globais. De fato, de acordo com Jamie Shea (2012), um dos principais desafios da NATO para o século XXI será o de preservar as parcerias existentes e oferecer benefícios para novos parceiros se juntarem ao “clube” da segurança global.

4. O NOVO ATIVISMO RUSSO E AS RELAÇÕES NATO-RÚSSIA

De acordo com Aurel Braun (2008, p.1-8), o alargamento da NATO ao leste europeu motivou preocupações no seio de um segmento significativo da elite política russa. Segundo o mesmo, apesar da criação do Conselho NATO-Rússia, existiam receios de que o processo de alargamento tivesse como objetivo enfraquecer a posição de Moscovo, pelo que alguns afirmavam existir uma relação direta (e para muitos, uma relação causal) entre o alargamento da NATO e a recessão da esfera de influência russa.

Dito isto, é possível afirmar que os níveis de desconfiança russos em relação às iniciativas da comunidade atlântica originaram o desenvolvimento de uma política externa mais assertiva por parte do Kremlin.

Assim como na Geórgia em 2008, o papel da Rússia na Ucrânia tem sido multifacetada e altamente adaptável às rápidas mudanças de contexto. O interesse de Moscovo consiste em manter a região numa “situação híbrida”, com o objetivo de impedir a mesma de se tornar capaz de estreitar relações com a NATO e com a UE.

Desta forma, a utilização da “soft force” como instrumento do Kremlin na materialização da sua política externa, revela o carácter híbrido da sua atuação, dificultando a capacidade de resposta por parte do Ocidente.

Resumidamente, podemos afirmar que são diversos e complexos os acontecimentos que têm tido lugar nos últimos anos e que comprometem as relações entre a NATO e a Rússia. O alargamento da Aliança Atlântica ameaça diminuir a esfera de influência de Moscovo na sua vizinhança; o projeto antimíssil é identificado como uma ameaça ao Kremlin e utilizado como justificação para a proliferação; o incentivo ocidental às revoluções coloridas compromete os interesses russos na Síria e o seu próprio regime; e a procura europeia por fornecedores energéticos alternativos compromete a sua estabilidade económica. Em suma, podemos concluir que as relações NATO-Rússia encontram-se perante a pior situação desde a Guerra Fria, sendo necessária uma aproximação ativa e construtiva de ambas as partes.

5. CONCLUSÕES

Desde o início do século XXI, a rápida mudança do contexto global tem colocado desafios cada vez mais complexos e de ordem diversa aos atores internacionais. As ameaças à segurança internacional, típicas deste milénio, têm originado o aumento de entropia no ambiente securitário ao mesmo tempo que a multipolaridade e a instabilidade tendem a aumentar as incertezas acerca do mesmo.

O processo de Globalização, identificado nesta investigação como o principal influenciador da situação securitária atual, reuniu as condições ideais para o desenvolvimento das ameaças identificadas ao longo da dissertação. Por sua vez, estas obrigaram os Estados e as organizações a rever as suas estratégias de segurança por forma a adaptarem-se à fluidez do ambiente securitário dos dias de hoje. Consequentemente, as muitas dimensões da Globalização chamam por uma nova aproximação à segurança nos próximos anos, uma vez que as ameaças transnacionais que se elevam colocam demasiados riscos para serem ignoradas.

Em primeiro lugar, a crescente utilização de métodos irregulares por parte dos agentes hostis, em complemento aos métodos convencionais, permite-nos identificar o aumento da natureza híbrida das ameaças com que a Aliança Atlântica se depara. Neste sentido, os atores hostis procuram explorar as vulnerabilidades dos Estados e das organizações internacionais relativamente à falta de políticas e procedimentos para enfrentar as mesmas, atrasando ou paralisando a resposta por parte destes. Desta forma, revela-se pertinente a revisão da doutrina e dos procedimentos por forma a contemplar a hibridade das ameaças contemporâneas. Por outro lado, surge a dúvida relativamente às ameaças que devem ser incluídas no âmbito do artigo 5.º.

Em segundo lugar, apesar das ameaças à segurança da NATO serem de origem externa, concluímos que o vigor da organização pode ser facilmente destabilizado internamente. Deste modo, concluímos que as divergências relativamente ao espetro de ação da Aliança e à partilha de esforços revelam a necessidade de avançar numa direção que resulte na convergência das vontades dos diversos membros.

Em terceiro lugar, observámos que o crescimento da NATO trouxe consigo o aumento da complexidade das suas estruturas, nomeadamente no que diz respeito ao processo de decisão. Uma vez que a dificuldade em atingir o consenso num universo de 28 membros pode comprometer a eficácia da missão, podemos concluir que o processo de decisão carece de uma revisão no sentido de ser agilizado.

Relativamente à nova ordem internacional multipolar que se tem vindo a desenvolver, observa-se que apesar das intenções da NATO em posicionar-se enquanto ator global, é importante ter em consideração os países emergentes também procuram a sua posição no complexo tabuleiro de xadrez geopolítico internacional. Neste sentido, o carácter comum de muitas das ameaças identificadas anteriormente tendem a tornar a cooperação entre a NATO e as potências emergentes numa iniciativa promotora da paz e segurança internacional.

Claramente, podemos afirmar que é tempo de a NATO se debruçar sobre as suas missões, procedimentos, e planos. A política para o século XXI deve adaptar-se às novas dinâmicas por forma a garantir a segurança e a defesa nos novos tempos, sendo que as perspetivas da cimeira de Varsóvia – a ocorrer em Julho de 2016 – devem conduzir a um reforço da coesão e solidariedade iniciada em 1949, com a assinatura do Tratado de Washington.

BIBLIOGRAFIA

ASMUS, Ronald – Opening NATO's Door: How The Alliance Remade Itself For a New Era. Nova Iorque: Columbia University Press, 2004. ISBN 978-0231127776.

BENECKE, Uwe – Reconsidering NATO's Decision Making Process. Pennsylvania: U.S. Army War College, 2007.

BRAUN, Aurel – Introduction. In BRAUN, Aurel – NATO-Russia Relations in the Twenty-First Century. Oxford: Routledge, 2008. ISBN 978-0-203-92901-8. p.1-8.

GJORESKI, Igor; PETROVSKI, Dimche – NATO's Partnership Policy and its Perspectives. International Scientific Journal. Vol. 15, nº28 (2015), p. 81-92.

MEDCALF, Jennifer – NATO: a beginner's guide. Oxford: Oneworld, 2005. ISBN 1-85168-353-4.

NATO - NATO at a Crossroads, Enhancing NATO's Credibility, Cohesion, and Capabilities for the Next Generation. [Em linha]. (2014a). [Consult. 9 Nov. 2015]. Disponível em WWW:

URL:http://www.nato.int/nato_static/assets/pdf/pdf_2014_06/20140606_140601-nelwg-enhancing-nato-credibility.pdf

NATO – Wales Summit Declaration. [Em linha]. Gales: 2014b. [Consult. 9 Nov. 2015]. Disponível em WWW:

<URL: http://www.nato.int/cps/ic/natohq/official_texts_112964.htm>

NATO – Next Steps in NATO's Transformation: To the Warsaw Summit and Beyond. [Em linha]. (2015). [Consult. 9 Nov. 2015]. Disponível em WWW: URL:http://www.atlanticcouncil.org/images/files/publication_pdfs/NATO_NTS_2015_White_Paper_Final.pdf

NATO - The Secretary General's Annual Report 2015. (2016).

SHEA, Jamie – Keeping NATO Relevant [Em linha]. Carnegie Endowment for International Peace: Policy Outlook, 2012. [Consult. 20 Fev. 2016]. Disponível em WWW: <URL:

http://carnegieendowment.org/files/keeping_nato_relevant.pdf>

THE WHITE HOUSE – Remarks by President Barack Obama In Prague as Delivered. Office of the Press Secretary [Em linha]. (5 Abr. 2009). [Consult. 15 Dez. 2015]. Disponível em WWW: <URL:<https://www.whitehouse.gov/the-press-office/remarks-president-barack-obama-prague-delivered>>

Nova gestão pública: Como evitar o estado oco?



RESUMO: A necessidade de tornar a Administração Pública (AP) mais eficiente, eficaz e económica, com vista a proximidade dos cidadãos e a melhoria dos serviços prestados, impulsionou os movimentos de reforma e modernização na AP, em meados da década de 70, centrados na ideia de que os bons gestores têm as mesmas capacidades independentemente de pertencerem ao setor público ou privado – surgimento da Nova Gestão Pública (NGP). Levanta-se a questão da especificidade da AP. A NGP ao tratar de igual forma aquilo que é diferente, as organizações públicas e privadas, poderá estar a minar os valores prezados pela democracia constitucional, porque secundariza a proteção de valores como responsabilização, justiça e representação, poderá estar a contribuir para o enfraquecimento e esvaziamento das instituições administrativas e, conseqüentemente, para um Estado cada vez mais oco.

Com este trabalho pretende-se assim: compreender como as reformas introduzidas na AP, com base no modelo da NGP, podem promover o enfraquecimento e esvaziamento das instituições administrativas; e compreender como o desconhecimento da especificidade do setor público face ao setor privado, nomeadamente a especificidade da sua cultura organizacional, pode estar na origem destes resultados.

Palavras-Chave: Nova Gestão Pública, Reforma da Administração Pública, Instituições Administrativas, Instituição Militar, Estado Oco, Cultura Organizacional.

1. INTRODUÇÃO

Quando se olha para a história, verifica-se que no século XVIII o Estado assumiu o papel desenhado pela ideologia da *mão invisível* de Adam Smith, um Estado Liberal que acreditava que a máquina funcionava naturalmente sozinha, não precisando de qualquer regulação e que a economia por si só tenderia para o equilíbrio.

Mas chegados ao século XX, o papel económico do Estado alterou-se, passou-se de um período abstencionista no século XIX, para um período intervencionista e de inserção na economia (BILHIM, 2008). Assistiu-se, por isso, ao domínio da corrente Keynesiana, defensora da intervenção estatal. A intervenção do Estado na economia foi notória com a crise de 1929, levando a que a maior parte dos países fizesse da economia uma questão essencial para as políticas do governo. O pós II Guerra Mundial ficou marcado pela grande dimensão da intervenção estatal, assistiu-se a uma era de nacionalizações e a um aumento do setor empresarial do Estado. Como refere Bilhim (2008), o Estado Providência promoveu o alargamento dos apoios sociais e o Estado Produtor foi crescendo em nome do serviço público.

Nos finais dos anos 70, ligadas à crise económica resultante do choque petrolífero e à influência ideológica da designada Nova Direita, começaram a surgir novos ideais na forma de governação pública. Ocorreu uma mudança de foco – da *public administration* para a *public management*, as principais medidas relativamente à reforma da AP começaram a desenhar-se baseadas em ideologias neo-liberais, motivadas pelos líderes da época - Reagan e Thatcher.

Entretanto, surgiu também um movimento de reforma e modernização administrativa que teve como objetivo tornar a AP mais eficiente e eficaz, centrada na proximidade dos cidadãos e na melhoria dos serviços prestados. Com este movimento pretendeu-se equacionar as novas missões da AP, intervindo de forma articulada, a nível da estrutura, do processo, do ambiente e da técnica.

A partir dos anos 80, começou a ganhar força a ideia de que os bons gestores possuem as mesmas tarefas e capacidades independentemente de serem do setor público ou privado, desenvolvendo-se a cor-

rente *New Public Management* ou, em português, Nova Gestão Pública (NGP). Mas muitas foram as críticas levantadas a esta corrente, autores como Terry (2005) acusam mesmo este movimento de promover o esvaziamento das instituições administrativas. Importa por isso encontrar soluções para esbater este caminho. Começar por conhecer bem a AP, nomeadamente a especificidade da sua cultura organizacional, será uma das soluções, como se irá verificar nos capítulos seguintes.

2. DA TEORIA DA CRISE-REFORMA À NOVA GESTÃO PÚBLICA

Para promover a introdução de reformas na AP, com base *manageralista*, variadas teorias surgiram. Terry (2005), citando Arjen Eboin e Paul 'T Hart, vem dizer que a crise origina oportunidades de ouro para a reforma das estruturas institucionais e das políticas há muito estabelecidas, acreditando mesmo que há líderes políticos que utilizam e criam crises para introduzirem reformas – tese da crise-reforma. Este autor considera esta tese brilhante, especialmente quando se olha para os últimos 20 anos de reformas governamentais. Exemplo disso foi o que os líderes políticos, Ronald Reagan e Margaret Thatcher, defensores dos mercados liberais, tentaram fazer ao criar um sentimento de crise de modo a levar a cabo uma série de reestruturações no setor público.

Segundo esta tese, estes líderes políticos exploraram a crise culpando o Estado pelo lento crescimento económico, decorrente de pressões da inflação dos salários e uma série de outros problemas económicos e sociais. O objetivo era criar um sentimento de necessidade de uma reforma drástica do setor público através da implementação de uma série de medidas compatíveis com o chamado estado de trabalho de Schumpeter, implicando para isso a substituição da tradicional gestão administrativa de Keynes pelas tecnologias de gestão previstas pela NGP.

A NGP surge assim como um modelo normativo pós-burocrático que visa a estruturação e gestão da AP, com base em valores de eficiência, eficácia e competitividade (SECCHI, 2009).

Para Hood (1991) a emergência desta ideologia foi uma das mais surpreendentes tendências internacionais na AP, nestas últimas décadas, e o seu aparecimento decorreu de quatro grandes tendências:

- Abrandar ou reverter o crescimento do setor administrativo em termos de despesa pública e número de funcionários;
- Privatizar ou quase privatizar e promover o afastamento das instituições governamentais, com uma ênfase renovada na subsidiariedade na provisão de serviços;
- Desenvolver a automação, através da aposta nas tecnologias da informação e na produção e distribuição dos serviços públicos;
- Desenvolver uma agenda internacional centrada nos aspetos gerais da AP, da conceção de políticas, dos estilos de gestão e da cooperação intergovernamental, em vez da velha tradição da especificidade da AP nacional.

Estas tendências, têm por base os conceitos e técnicas do setor privado e, como descreve Bilhim (2008), na referência que faz a Wilson, os pressupostos que a legitimam são:

- A gestão é superior à administração;
- A gestão no setor privado é superior à gestão no setor público;
- A boa gestão é uma solução eficaz para uma vasta variedade de problemas económicos e sociais;
- A gestão consiste num corpo distinto de conhecimentos universalmente aplicáveis.

Em termos práticos, Rocha (2013) desdobra a NGP em três dimensões dominantes:

- Primazia do Mercado: o pressuposto fundamental da NGP é que tudo o que é público é ineficiente, pelo que a privatização de todas as atividades que possam ser desenvolvidas pelo mercado é a melhor de todas as soluções, procura-se introduzir a concorrência e mecanismos de mercado, passa-se a tratar os cidadãos como clientes dos serviços públicos e começa-se a dar importância à gestão da qualidade;
- Estruturas Organizativas: esta dimensão prevê a substituição das estruturas hierárquicas, definidas por Max Weber, por agências, ou seja, por uma unidade que presta serviço ao governo, mas que não é tutelada por esse governo;
- Indicadores de Performance: aposta na medição de resultados, através da construção de indicadores que permitam medir a eficiência e a qualidade, obrigando a uma definição clara dos objetivos da AP, a alterações organizacionais e à criação de sistemas de informação que permitam monitorizar o sistema.

Como refere Mendes (1999), a reforma e privatização passam a andar de mãos dadas, passa-se a ver na privatização uma forma de reduzir os preços dos serviços e de melhorar a qualidade, onde a ideia de “cliente” do serviço público passa a comandar todas as decisões neste campo.

Assim, esta NGP caracteriza-se pela importação dos conceitos e técnicas do setor privado, uma vez que a gestão do setor privado é vista como superior à gestão do setor público, assiste-se à introdução de fatores de concorrência na AP, à ênfase na racionalidade económica e à valorização dos resultados obtidos.

3. DA NOVA GESTÃO PÚBLICA AO CONSENSO DE WASHINGTON

A nível mundial, influenciados por esta nova corrente - NGP, os vetores orientadores das políticas de reforma da AP, das principais instituições internacionais, resumem-se a três: fortes restrições orçamentais, total liberalização dos mercados e privatização dos serviços públicos (MENDES, 1999).

Estes três vetores, traduzem o conjunto de medidas definidas em 1989, no Consenso de Washington (CW), promovidos por Reagan dos EUA e por Thatcher da Inglaterra, expoente máximo do neoliberalismo, e pelas principais instituições financeiras sediadas em Washington, nomeadamente, o Fundo do Monetário Internacional (FMI), o Banco Mundial (BM) e o Departamento do Tesouro dos EUA. Este CW tornou-se a política oficial do FMI em 1990, aplicada para promover o ajustamento macroeconómico dos países em desenvolvimento que passavam por dificuldades.

Stiglitz (2001) também resumiu este CW em três palavras: liberalização, estabilização e privatização. Considerou as políticas neo-liberais nele definidas um verdadeiro falhanço, na medida em que considerava que o Estado não poderia assumir um papel minimalista na economia, pois segundo este autor, cabe aquele o desenvolvimento das infraestruturas institucionais, a promoção das oportunidades económicas através de estratégias de crescimento equitativo, assegurar as atividades essenciais ao funcionamento eficiente do mercado, como por exemplo, a educação, o conhecimento e o bem-estar social.

Recentemente, outros autores, como Rodrik (2006), vieram também questionar os fundamentos intelectuais do CW, porque acreditam que apesar de haver apenas uma economia, existem muitas receitas para assegurar o sucesso do desenvolvimento económico. Acredita este autor que os países se desenvolvem com êxito se seguirem políticas feitas à medida, que respondam a condições locais específicas, em vez de seguirem uma formula universal, como a prevista pelo CW em matéria de privatização, mercados laborais desregulamentados, liberalização financeira, integração económica internacional e estabilidade macroeconómica baseada numa baixa taxa de inflação.

4. DA NOVA GESTÃO PÚBLICA AO ESTADO OCO

É decorrente deste ambiente, que a NGP se instala nos mais variados países e que, desde 1991, esta nova corrente tem vindo a ser debatida mais seriamente.

Algumas críticas começam a ser apontadas à NGP, nomeadamente, quanto à sua aplicabilidade, à possibilidade de se aceitar a universalidade da gestão, ao facto desta ideologia considerar que a aplicação dos conceitos e técnicas é independente do contexto considerado e de se estar perante o setor público ou o setor privado (MOAR, 1999). Questiona-se por isso se existem diferenças entre estes dois setores.

Por exemplo, para Pollitt (1993), existem fatores de diferenciação entre o setor privado e o setor público, que são incontornáveis e irão condicionar, se não mesmo desvirtuar, a aplicação de conceitos e técnicas oriundos do setor privado no setor público. Estes fatores são:

- Responsabilidade perante os representantes eleitos;
- Múltiplos e conflitantes objetivos e prioridades;
- Ausência ou raridade de organizações em competição;
- Relação oferta/rendimento;
- Processos orientados para o cliente/cidadão;
- Gestão do pessoal;
- Enquadramento legal.

Já para Willcocks e Harrow (1992) os serviços públicos diferenciam-se do setor privado. Consideram estes autores que nos serviços públicos predomina a regulamentação, os códigos de conduta, as necessidades proveem da gestão da economia nacional, promove-se a transparência da administração e da tomada de decisão, dá-se foco ao público atento, existem múltiplos valores e objetivos (serviço, interesse público, equidade, profissionalismo, participação do utente, trade-offs complexos), os impostos são a fonte principal de recursos, existe uma ampla responsabilidade, dão resposta a orientações políticas e aos seus horizontes de curto prazo, o objetivo primordial é de carácter social. Em contrapartida, no setor privado o enquadramento é condicionado pelo planeamento da empresa elaborado pelo conselho de administração, as necessidades são ditadas pelos indicadores de mercado, promove-se o secretismo enfatizando a confidencialidade do negócio, dá-se foco aos acionistas e à gestão, os valores e objetivos são relativamente restritos, as receitas operacionais e os empréstimos são a sua principal fonte de recursos, a responsabilidade é restrita, não há uma real sobreposição política nacional/local, o objetivo primordial é o lucro.

Holtham (1992) é outro autor que defende que as organizações públicas não só são diferentes das organizações privadas, como também devem ser diferentes e a gestão deverá estar atenta a essa distinção. Para este autor as características mais marcantes dos serviços públicos são:

- Não podem normalmente escolher os seus clientes;
- Os papéis são limitados pelas leis;
- A política institucionaliza o conflito;
- Responsabilidade complexa;
- Abertura ao escrutínio;
- As ações devem ser justificadas;
- Dificuldade em definir e medir objetivos e resultados.

Já Bilhim (2008) considera que a gestão pública encontra-se, internamente, balizada pela legislação, regulamentos e procedimentos formais e, externamente, limitada pelo tipo de legislatura política que

esteja a ser efetuada. A gestão privada, não está tão circunscrita pelo tipo de legislatura política e não está tão limitada pelos imperativos constitucionais. Devido a estes constrangimentos formais a que AP é obrigada a lidar, ser um bom gestor público prevê-se ser mais exigente do que ser um bom gestor privado.

Mas os defensores do *managerialism*, como Lawton e Rose (1994), argumentam que esta distinção está cada vez mais esbatida, e que se deve, sim, olhar para as suas semelhanças:

- O setor público está a cobrar, cada vez mais, alguns dos seus serviços, por exemplo, através da imposição de taxas;
- O setor privado também opera dentro de um ambiente político, visto que decisões tomadas pelos políticos terão efeitos profundos na existência de algumas empresas, por exemplo, manter taxas de juro elevadas obriga a que as empresas enfrentem crédito a altos juros e uma redução nas vendas;
- As atividades do setor privado, tal como no setor público, também estão constrangidas por estatutos, uma vez que as empresas veem a sua atividade regulamentada, por exemplo, no que respeita a práticas concorrenciais ilícitas, à higiene e segurança no trabalho ou até quanto à poluição ambiental;
- Fazem-se cada vez mais parcerias entre organizações públicas e privadas para resolver problemas da comunidade.

Mas Ranson e Stewart (1994), apesar de admitirem a existência de semelhanças entre estes dois setores, defendem não ser, contudo, razão suficiente para o domínio de gestão do setor privado sobre o setor público, como foi a tendência do NGP. Estes autores consideram que esta corrente veio negligenciar, ou tratar de forma distorcida, os aspetos relevantes para as organizações públicas, nomeadamente:

- Negligenciar o processo político que governa a atividade no domínio público, observando-o como um obstáculo a uma gestão eficaz;
- Distorcer a visão do cliente/cidadão, através da introdução de abordagens de marketing que tratam o público como cliente, ignorando o público como cidadão;
- Distorcer a visão dos serviços de domínio público que visam a racionalização segundo critérios de necessidade, em vez de uma oferta correspondente à procura, dentro de um determinado preço.

Estes últimos autores consideram ainda que, apesar de tudo, continua a haver a necessidade de um desenvolvimento teórico que ajude a construir um modelo de interpretação e explicação das diferenças entre a gestão nas organizações públicas e nas organizações privadas.

Já Terry (2005), num dos seus trabalhos, considera que a NGP e o empreendedorismo público minaram os valores prezados pela Democracia Constitucional, na medida em que vieram dar prioridade à eficácia, à eficiência e à economia e secundarizar a proteção de valores como a responsabilização, a justiça e a representação.

Esta prioridade, segundo Rocha (2013), teve como consequência a diminuição do controlo hierárquico do Estado sobre a administração e implementação de políticas, acentuou a falta de coordenação e a perda da sua centralidade, tornando-se necessário repensar o papel do Estado. Com a NGP, a AP aparece fragmentada/desmantelada no sentido de criar um *quasi* mercado, em que se substitui o controlo hierárquico pela avaliação *output*. O Estado deixa por isso de ser o centro da decisão política, disseminando-se o conceito de legitimidade democrática.

O conhecido autor Hood (1991) que sintetizou a NGP, vai mais longe nas críticas que faz a este modelo, ao considerar que a NGP não tem qualquer conteúdo teórico, que se tem traduzido numa subida exponencial de auditores, que tem servido de cobertura a interesses particulares, e que tem que ser visto como uma espécie de gestão profundamente britânica e dificilmente exportável para outros países.

A verdade é que a posição de Terry (2005) vai ao encontro destas críticas, pois questiona os efeitos a longo prazo da NGP na integridade das agências administrativas, uma vez que os novos gestores públicos, que se nortearam pelos princípios e práticas de liberalização e de uma gestão condicionada pelo mercado, desprezam

as estruturas institucionais, práticas e normas estabelecidas, vindo como uma mais-valia para a AP as privatizações, contratações externas, taxas de utilizadores e redução de estruturas. Segundo este autor, esta nova filosofia e práticas diminuirá a capacidade de muitas agências públicas, promoverá o enfraquecimento/esvaziamento das instituições administrativas e, conseqüentemente, contribuirá para um Estado cada vez mais oco, para um Estado cada vez menos envolvido na prestação de serviços, com medidas como a contratação externa, a desregulamentação e outras formas de privatização a ganhar relevância na AP, promovidas pela ideologia da NGP.

Também Araújo (2013) acredita que as reformas introduzidas pela NGP alteraram a relação entre os cidadãos e a AP, reduzindo-a a uma função de mercado, na qual os funcionários assumem o papel de atores independentes, mais preocupados com a eficiência da gestão e com as questões financeiras do que com o interesse público. Está-se por isso perante um Estado cada vez menos envolvido na prestação dos serviços e, conseqüentemente, um Estado cada vez mais fraco e uma AP cada vez mais vazia.

Perante esta perspetiva, Terry (2005) afirma que instituições administrativas esvaziadas serão frágeis, fracas, sem integridade e, conseqüentemente, sem capacidade para prestarem um serviço público eficaz, ajudando assim a promover o enfraquecimento da confiança do público no governo e, no longo prazo, poderá mesmo promover a instabilidade da democracia.

A gestão liberalista e condicionada pelo mercado da NGP promoveram a libertação de um sistema burocrático, inundado de regras e regulamentos, e que a concorrência e as práticas vigentes para o setor privado são a chave para melhorar a performance das agências administrativas. Terry (2005) afirma que esta gestão veio promover o esvaziamento das instituições administrativas.

A NGP não considerou a importância das regras e regulamentos na capacidade e integridade das instituições administrativas, e desde logo as eliminou e, como refere Scott (1995), as regras são uma força estabilizadora, que estruturam a conduta dentro das instituições. A sua eliminação são um erro, porque assim contribuirá para sistemas reguladores enfraquecidos, que minam a integridade das instituições administrativas e enfraquecem a sua capacidade de servir o bem comum (TERRY, 2005).

Sabendo que as instituições administrativas para além de terem como pilar constitutivo os sistemas reguladores, têm também os sistemas normativos e cognitivos, e partindo do princípio que o sistema normativo das instituições tem uma função muito importante na determinação e reforço de valores e normas, se a NGP vem reduzir os recursos humanos como forma de minimizar custos e maximizar a produtividade, vem assim também esvaziar o sistema normativo das instituições administrativas.

Sendo os sistemas cognitivos que ajudam os membros das organizações a interpretar e a compreender o seu mundo, a NGP vem dificultar este processo de compreensão para os gestores públicos, com a eliminação de regras e normas importantes e com a perda de uma memória institucional, prejudicando a sua capacidade de resposta às pressões externas.

5. COMO CORRIGIR A TENDÊNCIA DE ESVAZIAMENTO DAS INSTITUIÇÕES ADMINISTRATIVAS

Face a esta realidade, Terry (2005) defende a necessidade de corrigir a tendência de esvaziamento das instituições administrativas porque instituições esvaziadas das suas funções e poderes são instituições fracas, e as instituições fracas não têm a capacidade de exercerem uma boa administração, ao contrário do que previa a NGP, pois a eficiência e eficácia de uma instituição pública não está na aplicação dos mesmos princípios que regem uma instituição privada.

Olhar as organizações públicas como meros instrumentos burocráticos, para Araújo (2000), foi o grave erro da NGP, visto que não se pode esquecer que elas são instituições que apresentam características próprias, por isso o desafio da mudança reside em alterar a forma de governação e, concomitantemente, a estrutura que influencia o funcionamento das organizações.

A forma generalista como o *managerialismo* olhava uma organização, quer fosse pública, quer fosse privada, introduziu reformas que promoveram o enfraquecimento das instituições administrativas. Antes de introduzir qualquer reforma é relevante atender à evolução e interação entre as organizações e o ambiente que as rodeia, uma vez que desenvolvem um conjunto de rotinas e práticas que são institucionalizadas através de normas, regulamentos e procedimentos, e são essas normas e rotinas que definem a participação dos membros da organização, as regras de atuação, as sanções para desvios no comportamento (OLSEN, 1991). Esta estrutura faz parte da cultura organizacional e molda os valores, crenças e interesses dos participantes nas organizações e como tal não deve ser esquecida, visto influenciar o rumo da mudança da organização.

Como refere Schein (2010) a cultura organizacional não é mais do que um conjunto de valores fundamentais, normas de comportamento, artefactos e padrões de comportamento que presidem à forma como as pessoas interagem numa organização e o modo como se empenham no trabalho e na organização. Se olharmos para o caso da Instituição Militar (IM) esta goza de uma cultura organizacional muito própria, sólida, forte, reforçada pela tradição, a preservação e perpetuação de símbolos, rituais, cerimónias e práticas organizacionais específicas. Os membros que a compõem estão vinculados em valores como camaradagem, patriotismo, honestidade, moral, integridade, assistência mútua, que visam a promoção da coesão, da lealdade e do compromisso para com a instituição e o país (PIELMUS, 2013). Estas características permitem-na desde logo distinguir-se das demais instituições públicas.

Vejamos o caso do Ensino Superior Militar (ESM), enquanto IM de ensino superior, inserido na AP, materializa um sistema de ensino diferenciado que visa conferir competências adequadas ao cumprimento das missões específicas dos ramos das FA, orientadas para funções de comando, direção e chefia, em que o conhecimento técnico e tático assumem a especificidade das diferentes classes/armas/especialidades. Este ensino difere do ensino superior civil decorrente da existência e do cultivo do conhecimento militar, essencial à assimilação da cultura organizacional da IM, à interiorização de normas, valores e comportamentos estruturantes de uma mentalidade própria, tidos como imprescindíveis ao exercício da profissão militar. O ESM tem mesmo que ser diferente dos demais pois, como defende Borges (2003), só assim se poderá ter um oficial guerreiro-universitário, preparado para ser guerreiro com suporte e formação universitária e não um universitário para ser guerreiro, preparado para ser comandante com elevados conhecimentos e não um universitário que também pode comandar.

A cultura da organização molda assim as ações individuais, e são essas ações individuais que determinam a evolução dos processos de reforma. É importante não esquecer que a organização é constituída por pessoas, tal como afirma Teixeira (2003) e que, por isso, releva analisar como essas pessoas percebem e lidam com os processos de modernização na AP, uma vez que elas têm aqui um papel fundamental. A modernização não pode esquecer o sistema normativo e cognitivo de uma organização. A modernização não se pode fazer senão com e para as pessoas/organização, na medida em que elas têm o poder de travar ou fazer avançar os processos de modernização.

Toda a mudança nos processos, sistemas, estruturas ou recursos humanos da organização que vai contra a cultura da mesma, como refere Rocha (2010), está condenada ao fracasso, uma vez que a cultura é capaz de influenciar a forma como os membros se relacionam entre si, como o tipo de objetivos são prosseguidos e como o grau, a direção e abertura da comunicação existente, o estilo de liderança, o processo de tomada de decisões e a maneira como se tratam os recursos humanos. Ele admite que a cultura pode ser mudada,

mas para isso é necessário tempo e empenho da liderança da organização, bem como o envolvimento dos recursos humanos. Pensar em mudar uma organização pública, segundo este mesmo autor, nas referências que faz a Parker e Bradley, significa adoptar-se valores que enfatizem a mudança, flexibilidade, eficiência e produtividade, pressupondo à partida uma outra cultura.

6. CONCLUSÃO

A NGP é um modelo normativo pós-burocrático que visa a estruturação e gestão da AP, com base em valores de eficiência, eficácia e competitividade (SECCHI, 2009). Este modelo tem como ideologia a de que a gestão pública e a gestão privada em nada diferem, isto é, em nada difere gerir um hospital de um banco e se diferir, esses diferimentos devem ser esbatidos (ROCHA, 2013).

A nível mundial, influenciados por esta nova corrente – NGP, os vetores orientadores das políticas de reforma da AP, das principais instituições internacionais, resumem-se a três: fortes restrições orçamentais, total liberalização dos mercados e privatizações dos serviços públicos (MENDES, 1999).

Mas algumas críticas começaram a ser apontadas à NGP, nomeadamente, quanto à sua aplicabilidade, à possibilidade de se aceitar a universalidade da gestão, e não destringir entre gestão privada e pública. Autores como Terry (2005) consideram mesmo que a NGP minou os valores prezados pela Democracia Constitucional, na medida em que veio dar prioridade à eficácia, eficiência e economia e secundarizar a proteção de valores como responsabilização, justiça e representação.

A NGP fomentou a fragmentação da AP e, consequentemente, como afirma Araújo (2013), numa referência que faz a Rhodes, aumentou a interdependência organizacional, tornou difícil orientar os serviços públicos, criou um vazio nas políticas e promoveu o enfraquecimento dos mecanismos de coordenação das mesmas, e concludentemente, o enfraquecimento e esvaziamento das instituições administrativas.

Perante este cenário, importa por isso encontrar soluções para esbater este caminho. Aquando a implementação de reformas num organismo público importa começar por conhecer bem o organismo, conhecer bem a sua cultura organizacional e não partir logo para o seu esvaziamento. Pois toda a mudança nos processos, sistemas, estruturas ou recursos humanos da organização que vai contra a cultura da mesma está condenada ao fracasso, uma vez que a cultura é capaz de influenciar como os membros se relacionam entre si, que tipo de objetivos são prosseguidos e como o grau, a direção e abertura da comunicação existente, o estilo de liderança, o processo de tomada de decisões e como se tratam os recursos humanos (ROCHA, 2010).

Para contornar o caminho seguido pela NGP que propulsionou o designado Estado Oco, importa por isso analisar a evolução e interação entre as organizações públicas e o ambiente que as rodeia, uma vez que estas desenvolvem um conjunto de rotinas e práticas que são institucionalizadas através de normas, regulamentos e procedimentos, que as distingue das demais organizações privadas.

Como se viu, temos o caso da IM, com um conjunto de rotinas e práticas que a diferencia das restantes instituições, com uma cultura organizacional muito forte, rígida, regida por elevados padrões de conduta, pouco flexível e pouco suscetível à mudança. Todas as reformas a que for sujeita deverão atender à especificidade da sua cultura, uma vez que a cultura da organização é capaz de moldar as ações individuais, e são essas ações individuais que determinarão a evolução dos processos de reforma. Não se devem por isso conceber as reformas se não com e para as pessoas e a instituição, se não corre-se o risco das reformas fracassarem e de estarmos perante um Estado cada vez menos envolvido, um Estado cada vez mais fraco e uma AP cada vez mais vazia.

BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, Joaquim – Continuidade e Mudança nas Organizações Públicas: a Experiência da Reforma do Reino Unido. In vários – Reformar a Administração Pública: Um Imperativo. Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, 2000.
- ARAÚJO, Joaquim – Da nova gestão pública à nova governação pública: pressões emergentes na Administração Pública. In C. Madureira e M. Asensio (Org.), Handbook de Administração Pública. Lisboa: INA Editora, 2013.
- ARAÚJO, Joaquim e BRANCO, José – Implementing performance-based management in the traditional bureaucracy of Portugal. In *Public Administration*, Vol. 87, N.º 3, 2009.
- ARIENTI, Wagner – Do Estado Keynesiano ao Estado Schumpeteriano. *Revista de Economia Política*. Outubro-Dezembro, 23, 4, 2003.
- BILHIM, João – Ciência da Administração, 2.ª Edição. Lisboa: Universidade Aberta, 2008.
- BILHIM, João – Teoria Organizacional: Estruturas e Pessoas, 6.ª Edição. Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, 2008.
- BORGES, João – A Especificidade Militar nos Estabelecimentos Militares de Ensino Universitário. *Jornal de Defesa*. 2003. [Consult. 20 Mai. 2016]. Disponível em WWW:<http://www.jornaldefesa.pt/1/ensino_militar_981678.html>.
- CARVALHO, Elisabete – Políticas de Reforma Administrativa em Portugal. Lisboa: ISCSP-UTL, 2007.
- HOLTHAM, Clive – Key Challenges for Public Services Delivery. In WILLCOCKS, L. e HARROW, J. – Rediscovering Public Services Management. London: McGraw-Hill Book Company, 1992.
- HOOD, Christopher – A Public Management for All Seasons? *Public Administration*, 69, 3-19, 1991.
- LAWTON, Alan e ROSE, Aidan – Organization and Management in the Public Sector. 2nd Edition. Pitman, 1994.
- MENDES, Manuel – A Reforma da Administração Pública em Portugal, 1999.
- MOAR, Moshe – The Paradox of Managerialism. *Public Administration Review*, 59 (1), 1991.
- OSLEN, Johan – Modernization Programs in Prespective: Institucional Analysis of Organizational Change. In Governance, Volume 4, n.º 2, 1991.
- PETERS, B. Guy – Still the Century of Bureaucracy? The Roles of Public Servants. *Public Policy and Administration*, 30, 2009.
- PIELMUS, Cristina – Between two cultures: from the military culture to university culture. Conclusions on the organization for police officers initial training. *Social-Behavioural Sciences, Revista Academiei Fortelor Terrestre*, 4 (72), 2013.
- POLLITT, Cristopher – Managerialism and the Public Services: The Anglo-American experience. Cambridge, MA: Basil Blackwell, 1990.
- POLLIT, Cristopher – Managerialism and the Public Services: Cuts or cultural change in the 1990s. 2nd Edition. Oxford: Blackwell Publishers, 1993.
- RANSON, Stewart e STEWART, John – Management for the public domain: Enabling the learning society. London: St. Martin's Press, 1994.
- ROCHA, Joaquim – Gestão de Recursos Humanos na Administração Pública. 3ª Edição. Lisboa: Escolar Editora, 2010.
- ROCHA, Joaquim – Mudança do Estado e mudança da Administração Pública: a história duma disciplina. In MADUREIRA, C. e ASENSIO, M. (Org.), Handbook de Administração Pública. Lisboa: INA Editora, 2013.
- RODRIK, Dani – Goodbye Washington Consensus, Hello Washington Confusion? Harvard University, January, 2006.
- SCHEIN, Edgar – Organizational Culture and Leadership. 4ª Edition. USA: Jossey-Bass a Wiley Imprint, 2010.
- SECCHI, Leonardo – Modelos Organizacionais e Reformas da Administração Pública. *Revista de Administração Pública*, 43 (2), Março-Abril, 2009.
- STIGLITZ, Joseph e SNOWDON, Brian – Redefining the Role of the State. *World Economics*, July – September, 2, 3, 2001.
- TEIXEIRA, Carla – Atitudes dos funcionários face à modernização da administração publica. In MOZZICAFREDDO, J. e outros (Org.) – Ética e Administração: Como Modernizar os Serviços Públicos? Oeiras: Celta Editores, 2003.
- TERRY, Larry – The Thinning of Administrative Institutions in the Hollow State. *Administration & Society*, September, 4, 2005.
- WILLCOCKS, Leslie e HARROW, Jenny – Rediscovering Public Services Management. London: McGraw-Hill, 1992.

Nova gestão pública: Como evitar o estado oco?



RESUMO: A necessidade de tornar a Administração Pública (AP) mais eficiente, eficaz e económica, com vista a proximidade dos cidadãos e a melhoria dos serviços prestados, impulsionou os movimentos de reforma e modernização na AP, em meados da década de 70, centrados na ideia de que os bons gestores têm as mesmas capacidades independentemente de pertencerem ao setor público ou privado – surgimento da Nova Gestão Pública (NGP). Levanta-se a questão da especificidade da AP. A NGP ao tratar de igual forma aquilo que é diferente, as organizações públicas e privadas, poderá estar a minar os valores prezados pela democracia constitucional, porque secundariza a proteção de valores como responsabilização, justiça e representação, poderá estar a contribuir para o enfraquecimento e esvaziamento das instituições administrativas e, consequentemente, para um Estado cada vez mais oco.

Com este trabalho pretende-se assim: compreender como as reformas introduzidas na AP, com base no modelo da NGP, podem promover o enfraquecimento e esvaziamento das instituições administrativas; e compreender como o desconhecimento da especificidade do setor público face ao setor privado, nomeadamente a especificidade da sua cultura organizacional, pode estar na origem destes resultados.

Palavras-Chave: Nova Gestão Pública, Reforma da Administração Pública, Instituições Administrativas, Instituição Militar, Estado Oco, Cultura Organizacional.

1. INTRODUÇÃO

Quando se olha para a história, verifica-se que no século XVIII o Estado assumiu o papel desenhado pela ideologia da *mão invisível* de Adam Smith, um Estado Liberal que acreditava que a máquina funcionava naturalmente sozinha, não precisando de qualquer regulação e que a economia por si só tenderia para o equilíbrio.

Mas chegados ao século XX, o papel económico do Estado alterou-se, passou-se de um período abstencionista no século XIX, para um período intervencionista e de inserção na economia (BILHIM, 2008). Assistiu-se, por isso, ao domínio da corrente Keynesiana, defensora da intervenção estatal. A intervenção do Estado na economia foi notória com a crise de 1929, levando a que a maior parte dos países fizesse da economia uma questão essencial para as políticas do governo. O pós II Guerra Mundial ficou marcado pela grande dimensão da intervenção estatal, assistiu-se a uma era de nacionalizações e a um aumento do setor empresarial do Estado. Como refere Bilhim (2008), o Estado Providência promoveu o alargamento dos apoios sociais e o Estado Produtor foi crescendo em nome do serviço público.

Nos finais dos anos 70, ligadas à crise económica resultante do choque petrolífero e à influência ideológica da designada Nova Direita, começaram a surgir novos ideais na forma de governação pública. Ocorreu uma mudança de foco – da *public administration* para a *public management*, as principais medidas relativamente à reforma da AP começaram a desenhar-se baseadas em ideologias neo-liberais, motivadas pelos líderes da época – Reagan e Thatcher.

Entretanto, surgiu também um movimento de reforma e modernização administrativa que teve como objetivo tornar a AP mais eficiente e eficaz, centrada na proximidade dos cidadãos e na melhoria dos serviços prestados. Com este movimento pretendeu-se equacionar as novas missões da AP, intervindo de forma articulada, a nível da estrutura, do processo, do ambiente e da técnica.

A partir dos anos 80, começou a ganhar força a ideia de que os bons gestores possuem as mesmas tarefas e capacidades independentemente de serem do setor público ou privado, desenvolvendo-se a cor-

rente *New Public Management* ou, em português, Nova Gestão Pública (NGP). Mas muitas foram as críticas levantadas a esta corrente, autores como Terry (2005) acusam mesmo este movimento de promover o esvaziamento das instituições administrativas. Importa por isso encontrar soluções para esbater este caminho. Começar por conhecer bem a AP, nomeadamente a especificidade da sua cultura organizacional, será uma das soluções, como se irá verificar nos capítulos seguintes.

2. DA TEORIA DA CRISE-REFORMA À NOVA GESTÃO PÚBLICA

Para promover a introdução de reformas na AP, com base *manageralista*, variadas teorias surgiram. Terry (2005), citando Arjen Eboin e Paul 'T Hart, vem dizer que a crise origina oportunidades de ouro para a reforma das estruturas institucionais e das políticas há muito estabelecidas, acreditando mesmo que há líderes políticos que utilizam e criam crises para introduzirem reformas – tese da crise-reforma. Este autor considera esta tese brilhante, especialmente quando se olha para os últimos 20 anos de reformas governamentais. Exemplo disso foi o que os líderes políticos, Ronald Regan e Margareth Thatcher, defensores dos mercados liberais, tentaram fazer ao criar um sentimento de crise de modo a levar a cabo uma série de reestruturações no setor público.

Segundo esta tese, estes líderes políticos exploraram a crise culpando o Estado pelo lento crescimento económico, decorrente de pressões da inflação dos salários e uma série de outros problemas económicos e sociais. O objetivo era criar um sentimento de necessidade de uma reforma drástica do setor público através da implementação de uma série de medidas compatíveis com o chamado estado de trabalho de Schumpeter, implicando para isso a substituição da tradicional gestão administrativa de Keynes pelas tecnologias de gestão previstas pela NGP.

A NGP surge assim como um modelo normativo pós-burocrático que visa a estruturação e gestão da AP, com base em valores de eficiência, eficácia e competitividade (SECCHI, 2009).

Para Hood (1991) a emergência desta ideologia foi uma das mais surpreendentes tendências internacionais na AP, nestas últimas décadas, e o seu aparecimento decorreu de quatro grandes tendências:

- Abrandar ou reverter o crescimento do setor administrativo em termos de despesa pública e número de funcionários;
- Privatizar ou quase privatizar e promover o afastamento das instituições governamentais, com uma ênfase renovada na subsidiariedade na provisão de serviços;
- Desenvolver a automação, através da aposta nas tecnologias da informação e na produção e distribuição dos serviços públicos;
- Desenvolver uma agenda internacional centrada nos aspetos gerais da AP, da conceção de políticas, dos estilos de gestão e da cooperação intergovernamental, em vez da velha tradição da especificidade da AP nacional.

Estas tendências, têm por base os conceitos e técnicas do setor privado e, como descreve Bilhim (2008), na referência que faz a Wilson, os pressupostos que a legitimam são:

- A gestão é superior à administração;
- A gestão no setor privado é superior à gestão no setor público;
- A boa gestão é uma solução eficaz para uma vasta variedade de problemas económicos e sociais;
- A gestão consiste num corpo distinto de conhecimentos universalmente aplicáveis.

Em termos práticos, Rocha (2013) desdobra a NGP em três dimensões dominantes:

- Primazia do Mercado: o pressuposto fundamental da NGP é que tudo o que é público é ineficiente, pelo que a privatização de todas as atividades que possam ser desenvolvidas pelo mercado é a melhor de todas as soluções, procura-se introduzir a concorrência e mecanismos de mercado, passa-se a tratar os cidadãos como clientes dos serviços públicos e começa-se a dar importância à gestão da qualidade;
- Estruturas Organizativas: esta dimensão prevê a substituição das estruturas hierárquicas, definidas por Max Weber, por agências, ou seja, por uma unidade que presta serviço ao governo, mas que não é tutelada por esse governo;
- Indicadores de Performance: aposta na medição de resultados, através da construção de indicadores que permitam medir a eficiência e a qualidade, obrigando a uma definição clara dos objetivos da AP, a alterações organizacionais e à criação de sistemas de informação que permitam monitorizar o sistema.

Como refere Mendes (1999), a reforma e privatização passam a andar de mãos dadas, passa-se a ver na privatização uma forma de reduzir os preços dos serviços e de melhorar a qualidade, onde a ideia de “cliente” do serviço público passa a comandar todas as decisões neste campo.

Assim, esta NGP caracteriza-se pela importação dos conceitos e técnicas do setor privado, uma vez que a gestão do setor privado é vista como superior à gestão do setor público, assiste-se à introdução de fatores de concorrência na AP, à ênfase na racionalidade económica e à valorização dos resultados obtidos.

3. DA NOVA GESTÃO PÚBLICA AO CONSENSO DE WASHINGTON

A nível mundial, influenciados por esta nova corrente - NGP, os vetores orientadores das políticas de reforma da AP, das principais instituições internacionais, resumem-se a três: fortes restrições orçamentais, total liberalização dos mercados e privatização dos serviços públicos (MENDES, 1999).

Estes três vetores, traduzem o conjunto de medidas definidas em 1989, no Consenso de Washington (CW), promovidos por Reagan dos EUA e por Thatcher da Inglaterra, expoente máximo do neoliberalismo, e pelas principais instituições financeiras sediadas em Washington, nomeadamente, o Fundo do Monetário Internacional (FMI), o Banco Mundial (BM) e o Departamento do Tesouro dos EUA. Este CW tornou-se a política oficial do FMI em 1990, aplicada para promover o ajustamento macroeconómico dos países em desenvolvimento que passavam por dificuldades.

Stiglitz (2001) também resumiu este CW em três palavras: liberalização, estabilização e privatização. Considerou as políticas neo-liberais nele definidas um verdadeiro falhanço, na medida em que considerava que o Estado não poderia assumir um papel minimalista na economia, pois segundo este autor, cabe aquele o desenvolvimento das infraestruturas institucionais, a promoção das oportunidades económicas através de estratégias de crescimento equitativo, assegurar as atividades essenciais ao funcionamento eficiente do mercado, como por exemplo, a educação, o conhecimento e o bem-estar social.

Recentemente, outros autores, como Rodrik (2006), vieram também questionar os fundamentos intelectuais do CW, porque acreditam que apesar de haver apenas uma economia, existem muitas receitas para assegurar o sucesso do desenvolvimento económico. Acredita este autor que os países se desenvolvem com êxito se seguirem políticas feitas à medida, que respondam a condições locais específicas, em vez de seguirem uma fórmula universal, como a prevista pelo CW em matéria de privatização, mercados laborais desregulamentados, liberalização financeira, integração económica internacional e estabilidade macroeconómica baseada numa baixa taxa de inflação.

4. DA NOVA GESTÃO PÚBLICA AO ESTADO OCO

É decorrente deste ambiente, que a NGP se instala nos mais variados países e que, desde 1991, esta nova corrente tem vindo a ser debatida mais seriamente.

Algumas críticas começam a ser apontadas à NGP, nomeadamente, quanto à sua aplicabilidade, à possibilidade de se aceitar a universalidade da gestão, ao facto desta ideologia considerar que a aplicação dos conceitos e técnicas é independente do contexto considerado e de se estar perante o setor público ou o setor privado (MOAR, 1999). Questiona-se por isso se existem diferenças entre estes dois setores.

Por exemplo, para Pollitt (1993), existem fatores de diferenciação entre o setor privado e o setor público, que são incontornáveis e irão condicionar, se não mesmo desvirtuar, a aplicação de conceitos e técnicas oriundos do setor privado no setor público. Estes fatores são:

- Responsabilidade perante os representantes eleitos;
- Múltiplos e conflituantes objetivos e prioridades;
- Ausência ou raridade de organizações em competição;
- Relação oferta/rendimento;
- Processos orientados para o cliente/cidadão;
- Gestão do pessoal;
- Enquadramento legal.

Já para Willcocks e Harrow (1992) os serviços públicos diferenciam-se do setor privado. Consideram estes autores que nos serviços públicos predomina a regulamentação, os códigos de conduta, as necessidades proveem da gestão da economia nacional, promove-se a transparência da administração e da tomada de decisão, dá-se foco ao público atento, existem múltiplos valores e objetivos (serviço, interesse público, equidade, profissionalismo, participação do utente, trade-offs complexos), os impostos são a fonte principal de recursos, existe uma ampla responsabilidade, dão resposta a orientações políticas e aos seus horizontes de curto prazo, o objetivo primordial é de caráter social. Em contrapartida, no setor privado o enquadramento é condicionado pelo planeamento da empresa elaborado pelo conselho de administração, as necessidades são ditadas pelos indicadores de mercado, promove-se o secretismo enfatizando a confidencialidade do negócio, dá-se foco aos acionistas e à gestão, os valores e objetivos são relativamente restritos, as receitas operacionais e os empréstimos são a sua principal fonte de recursos, a responsabilidade é restrita, não há uma real sobreposição política nacional/local, o objetivo primordial é o lucro.

Holtham (1992) é outro autor que defende que as organizações públicas não só são diferentes das organizações privadas, como também devem ser diferentes e a gestão deverá estar atenta a essa distinção. Para este autor as características mais marcantes dos serviços públicos são:

- Não podem normalmente escolher os seus clientes;
- Os papéis são limitados pelas leis;
- A política institucionaliza o conflito;
- Responsabilidade complexa;
- Abertura ao escrutínio;
- As ações devem ser justificadas;
- Dificuldade em definir e medir objetivos e resultados.

Já Bilhim (2008) considera que a gestão pública encontra-se, internamente, balizada pela legislação, regulamentos e procedimentos formais e, externamente, limitada pelo tipo de legislatura política que

esteja a ser efetuada. A gestão privada, não está tão circunscrita pelo tipo de legislatura política e não está tão limitada pelos imperativos constitucionais. Devido a estes constrangimentos formais a que AP é obrigada a lidar, ser um bom gestor público prevê-se ser mais exigente do que ser um bom gestor privado.

Mas os defensores do *managerialism*, como Lawton e Rose (1994), argumentam que esta distinção está cada vez mais esbatida, e que se deve, sim, olhar para as suas semelhanças:

- O setor público está a cobrar, cada vez mais, alguns dos seus serviços, por exemplo, através da imposição de taxas;
- O setor privado também opera dentro de um ambiente político, visto que decisões tomadas pelos políticos terão efeitos profundos na existência de algumas empresas, por exemplo, manter taxas de juro elevadas obriga a que as empresas enfrentem crédito a altos juros e uma redução nas vendas;
- As atividades do setor privado, tal como no setor público, também estão constrangidas por estatutos, uma vez que as empresas veem a sua atividade regulamentada, por exemplo, no que respeita a práticas concorrenciais ilícitas, à higiene e segurança no trabalho ou até quanto à poluição ambiental;
- Fazem-se cada vez mais parcerias entre organizações públicas e privadas para resolver problemas da comunidade.

Mas Ranson e Stewart (1994), apesar de admitirem a existência de semelhanças entre estes dois setores, defendem não ser, contudo, razão suficiente para o domínio de gestão do setor privado sobre o setor público, como foi a tendência do NGP. Estes autores consideram que esta corrente veio negligenciar, ou tratar de forma distorcida, os aspetos relevantes para as organizações públicas, nomeadamente:

- Negligenciar o processo político que governa a atividade no domínio público, observando-o como um obstáculo a uma gestão eficaz;
- Distorcer a visão do cliente/cidadão, através da introdução de abordagens de marketing que tratam o público como cliente, ignorando o público como cidadão;
- Distorcer a visão dos serviços de domínio público que visam a racionalização segundo critérios de necessidade, em vez de uma oferta correspondente à procura, dentro de um determinado preço.

Estes últimos autores consideram ainda que, apesar de tudo, continua a haver a necessidade de um desenvolvimento teórico que ajude a construir um modelo de interpretação e explicação das diferenças entre a gestão nas organizações públicas e nas organizações privadas.

Já Terry (2005), num dos seus trabalhos, considera que a NGP e o empreendedorismo público minaram os valores prezados pela Democracia Constitucional, na medida em que vieram dar prioridade à eficácia, à eficiência e à economia e secundarizar a proteção de valores como a responsabilização, a justiça e a representação.

Esta prioridade, segundo Rocha (2013), teve como consequência a diminuição do controlo hierárquico do Estado sobre a administração e implementação de políticas, acentuou a falta de coordenação e a perda da sua centralidade, tornando-se necessário repensar o papel do Estado. Com a NGP, a AP aparece fragmentada/desmantelada no sentido de criar um *quasi* mercado, em que se substitui o controlo hierárquico pela avaliação *output*. O Estado deixa por isso de ser o centro da decisão política, disseminando-se o conceito de legitimidade democrática.

O conhecido autor Hood (1991) que sintetizou a NGP, vai mais longe nas críticas que faz a este modelo, ao considerar que a NGP não tem qualquer conteúdo teórico, que se tem traduzido numa subida exponencial de auditores, que tem servido de cobertura a interesses particulares, e que tem que ser visto como uma espécie de gestão profundamente britânica e dificilmente exportável para outros países.

A verdade é que a posição de Terry (2005) vai ao encontro destas críticas, pois questiona os efeitos a longo prazo da NGP na integridade das agências administrativas, uma vez que os novos gestores públicos, que se nortearam pelos princípios e práticas de liberalização e de uma gestão condicionada pelo mercado, desprezam

as estruturas institucionais, práticas e normas estabelecidas, vendo como uma mais-valia para a AP as privatizações, contratações externas, taxas de utilizadores e redução de estruturas. Segundo este autor, esta nova filosofia e práticas diminuirá a capacidade de muitas agências públicas, promoverá o enfraquecimento/esvaziamento das instituições administrativas e, consequentemente, contribuirá para um Estado cada vez mais oco, para um Estado cada vez menos envolvido na prestação de serviços, com medidas como a contratação externa, a desregulamentação e outras formas de privatização a ganhar relevância na AP, promovidas pela ideologia da NGP.

Também Araújo (2013) acredita que as reformas introduzidas pela NGP alteraram a relação entre os cidadãos e a AP, reduzindo-a a uma função de mercado, na qual os funcionários assumem o papel de atores independentes, mais preocupados com a eficiência da gestão e com as questões financeiras do que com o interesse público. Está-se por isso perante um Estado cada vez menos envolvido na prestação dos serviços e, consequentemente, um Estado cada vez mais fraco e uma AP cada vez mais vazia.

Perante esta perspetiva, Terry (2005) afirma que instituições administrativas esvaziadas serão frágeis, fracas, sem integridade e, consequentemente, sem capacidade para prestarem um serviço público eficaz, ajudando assim a promover o enfraquecimento da confiança do público no governo e, no longo prazo, poderá mesmo promover a instabilidade da democracia.

A gestão liberalista e condicionada pelo mercado da NGP promoveram a libertação de um sistema burocrático, inundado de regras e regulamentos, e que a concorrência e as práticas vigentes para o setor privado são a chave para melhorar a performance das agências administrativas. Terry (2005) afirma que esta gestão veio promover o esvaziamento das instituições administrativas.

A NGP não considerou a importância das regras e regulamentos na capacidade e integridade das instituições administrativas, e desde logo as eliminou e, como refere Scott (1995), as regras são uma força estabilizadora, que estruturam a conduta dentro das instituições. A sua eliminação são um erro, porque assim contribuirá para sistemas reguladores enfraquecidos, que minam a integridade das instituições administrativas e enfraquecem a sua capacidade de servir o bem comum (TERRY, 2005).

Sabendo que as instituições administrativas para além de terem como pilar constitutivo os sistemas reguladores, têm também os sistemas normativos e cognitivos, e partindo do princípio que o sistema normativo das instituições tem uma função muito importante na determinação e reforço de valores e normas, se a NGP vem reduzir os recursos humanos como forma de minimizar custos e maximizar a produtividade, vem assim também esvaziar o sistema normativo das instituições administrativas.

Sendo os sistemas cognitivos que ajudam os membros das organizações a interpretar e a compreenderem o seu mundo, a NGP vem dificultar este processo de compreensão para os gestores públicos, com a eliminação de regras e normas importantes e com a perda de uma memória institucional, prejudicando a sua capacidade de resposta às pressões externas.

5. COMO CORRIGIR A TENDÊNCIA DE ESVAZIAMENTO DAS INSTITUIÇÕES ADMINISTRATIVAS

Face a esta realidade, Terry (2005) defende a necessidade de corrigir a tendência de esvaziamento das instituições administrativas porque instituições esvaziadas das suas funções e poderes são instituições fracas, e as instituições fracas não têm a capacidade de exercerem uma boa administração, ao contrário do que previa a NGP, pois a eficiência e eficácia de uma instituição pública não está na aplicação dos mesmos princípios que regem uma instituição privada.

Olhar as organizações públicas como meros instrumentos burocráticos, para Araújo (2000), foi o grave erro da NGP, visto que não se pode esquecer que elas são instituições que apresentam características próprias, por isso o desafio da mudança reside em alterar a forma de governação e, concomitantemente, a estrutura que influencia o funcionamento das organizações.

A forma generalista como o *managerialismo* olhava uma organização, quer fosse pública, quer fosse privada, introduziu reformas que promoveram o enfraquecimento das instituições administrativas. Antes de introduzir qualquer reforma é relevante atender à evolução e interação entre as organizações e o ambiente que as rodeia, uma vez que desenvolvem um conjunto de rotinas e práticas que são institucionalizadas através de normas, regulamentos e procedimentos, e são essas normas e rotinas que definem a participação dos membros da organização, as regras de atuação, as sanções para desvios no comportamento (OLSEN, 1991). Esta estrutura faz parte da cultura organizacional e molda os valores, crenças e interesses dos participantes nas organizações e como tal não deve ser esquecida, visto influenciar o rumo da mudança da organização.

Como refere Schein (2010) a cultura organizacional não é mais do que um conjunto de valores fundamentais, normas de comportamento, artefactos e padrões de comportamento que presidem à forma como as pessoas interagem numa organização e o modo como se empenham no trabalho e na organização. Se olharmos para o caso da Instituição Militar (IM) esta goza de uma cultura organizacional muito própria, sólida, forte, reforçada pela tradição, a preservação e perpetuação de símbolos, rituais, cerimónias e práticas organizacionais específicas. Os membros que a compõem estão vinculados em valores como camaradagem, patriotismo, honestidade, moral, integridade, assistência mútua, que visam a promoção da coesão, da lealdade e do compromisso para com a instituição e o país (PIELMUS, 2013). Estas características permitem-na desde logo distinguir-se das demais instituições públicas.

Vejamos o caso do Ensino Superior Militar (ESM), enquanto IM de ensino superior, inserido na AP, materializa um sistema de ensino diferenciado que visa conferir competências adequadas ao cumprimento das missões específicas dos ramos das FA, orientadas para funções de comando, direção e chefia, em que o conhecimento técnico e tático assumem a especificidade das diferentes classes/armas/especialidades. Este ensino difere do ensino superior civil decorrente da existência e do cultivo do conhecimento militar, essencial à assimilação da cultura organizacional da IM, à interiorização de normas, valores e comportamentos estruturantes de uma mentalidade própria, tidos como imprescindíveis ao exercício da profissão militar. O ESM tem mesmo que ser diferente dos demais pois, como defende Borges (2003), só assim se poderá ter um oficial guerreiro-universitário, preparado para ser guerreiro com suporte e formação universitária e não um universitário para ser guerreiro, preparado para ser comandante com elevados conhecimentos e não um universitário que também pode comandar.

A cultura da organização molda assim as ações individuais, e são essas ações individuais que determinam a evolução dos processos de reforma. É importante não esquecer que a organização é constituída por pessoas, tal como afirma Teixeira (2003) e que, por isso, releva analisar como essas pessoas percebem e lidam com os processos de modernização na AP, uma vez que elas têm aqui um papel fundamental. A modernização não pode esquecer o sistema normativo e cognitivo de uma organização. A modernização não se pode fazer senão com e para as pessoas/organização, na medida em que elas têm o poder de travar ou fazer avançar os processos de modernização.

Toda a mudança nos processos, sistemas, estruturas ou recursos humanos da organização que vai contra a cultura da mesma, como refere Rocha (2010), está condenada ao fracasso, uma vez que a cultura é capaz de influenciar a forma como os membros se relacionam entre si, como o tipo de objetivos são prosseguidos e como o grau, a direção e abertura da comunicação existente, o estilo de liderança, o processo de tomada de decisões e a maneira como se tratam os recursos humanos. Ele admite que a cultura pode ser mudada,

mas para isso é necessário tempo e empenho da liderança da organização, bem como o envolvimento dos recursos humanos. Pensar em mudar uma organização pública, segundo este mesmo autor, nas referências que faz a Parker e Bradley, significa adoptar-se valores que enfatizem a mudança, flexibilidade, eficiência e produtividade, pressupondo à partida uma outra cultura.

6. CONCLUSÃO

A NGP é um modelo normativo pós-burocrático que visa a estruturação e gestão da AP, com base em valores de eficiência, eficácia e competitividade (SECCHI, 2009). Este modelo tem como ideologia a de que a gestão pública e a gestão privada em nada diferem, isto é, em nada difere gerir um hospital de um banco e se diferir, esses diferimentos devem ser esbatidos (ROCHA, 2013).

A nível mundial, influenciados por esta nova corrente – NGP, os vetores orientadores das políticas de reforma da AP, das principais instituições internacionais, resumem-se a três: fortes restrições orçamentais, total liberalização dos mercados e privatizações dos serviços públicos (MENDES, 1999).

Mas algumas críticas começaram a ser apontadas à NGP, nomeadamente, quanto à sua aplicabilidade, à possibilidade de se aceitar a universalidade da gestão, e não destrinçar entre gestão privada e pública. Autores como Terry (2005) consideram mesmo que a NGP minou os valores prezados pela Democracia Constitucional, na medida em que veio dar prioridade à eficácia, eficiência e economia e secundarizar a proteção de valores como responsabilização, justiça e representação.

A NGP fomentou a fragmentação da AP e, conseqüentemente, como afirma Araújo (2013), numa referência que faz a Rhodes, aumentou a interdependência organizacional, tornou difícil orientar os serviços públicos, criou um vazio nas políticas e promoveu o enfraquecimento dos mecanismos de coordenação das mesmas, e concludentemente, o enfraquecimento e esvaziamento das instituições administrativas.

Perante este cenário, importa por isso encontrar soluções para esbater este caminho. Aquando a implementação de reformas num organismo público importa começar por conhecer bem o organismo, conhecer bem a sua cultura organizacional e não partir logo para o seu esvaziamento. Pois toda a mudança nos processos, sistemas, estruturas ou recursos humanos da organização que vai contra a cultura da mesma está condenada ao fracasso, uma vez que a cultura é capaz de influenciar como os membros se relacionam entre si, que tipo de objetivos são prosseguidos e como o grau, a direção e abertura da comunicação existente, o estilo de liderança, o processo de tomada de decisões e como se tratam os recursos humanos (ROCHA, 2010).

Para contornar o caminho seguido pela NGP que propulsionou o designado Estado Oco, importa por isso analisar a evolução e interação entre as organizações públicas e o ambiente que as rodeia, uma vez que estas desenvolvem um conjunto de rotinas e práticas que são institucionalizadas através de normas, regulamentos e procedimentos, que as distingue das demais organizações privadas.

Como se viu, temos o caso da IM, com um conjunto de rotinas e práticas que a diferencia das restantes instituições, com uma cultura organizacional muito forte, rígida, regida por elevados padrões de conduta, pouco flexível e pouco suscetível à mudança. Todas as reformas a que for sujeita deverão atender à especificidade da sua cultura, uma vez que a cultura da organização é capaz de moldar as ações individuais, e são essas ações individuais que determinarão a evolução dos processos de reforma. Não se devem por isso conceber as reformas se não com e para as pessoas e a instituição, se não corre-se o risco das reformas fracassarem e de estarmos perante um Estado cada vez menos envolvido, um Estado cada vez mais fraco e uma AP cada vez mais vazia.

BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, Joaquim – Continuidade e Mudança nas Organizações Públicas: a Experiência da Reforma do Reino Unido. In vários – Reformar a Administração Pública: Um Imperativo. Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, 2000.
- ARAÚJO, Joaquim – Da nova gestão pública à nova governação pública: pressões emergentes na Administração Pública. In C. Madureira e M. Asensio (Org.), *Handbook de Administração Pública*. Lisboa: INA Editora, 2013.
- ARAÚJO, Joaquim e BRANCO, José – Implementing performance-based management in the traditional bureaucracy of Portugal. In *Public Administration*, Vol. 87, N.º 3, 2009.
- ARIENTI, Wagner – Do Estado Keynesiano ao Estado Schumpeteriano. *Revista de Economia Política*. Outubro-Dezembro, 23, 4, 2003.
- BILHIM, João – Ciência da Administração, 2.ª Edição. Lisboa: Universidade Aberta, 2008.
- BILHIM, João – Teoria Organizacional: Estruturas e Pessoas, 6.ª Edição. Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, 2008.
- BORGES, João – A Especificidade Militar nos Estabelecimentos Militares de Ensino Universitário. *Jornal de Defesa*. 2003. [Consult. 20 Mai. 2016]. Disponível em WWW:<http://www.jornaldefesa.pt/1/ensino_militar_981678.html>.
- CARVALHO, Elisabete – Políticas de Reforma Administrativa em Portugal. Lisboa: ISCSP-UTL, 2007.
- HOLTHAM, Clive – Key Challenges for Public Services Delivery. In WILLCOCKS, L. e HARROW, J. – *Rediscovering Public Services Management*. London: McGraw-Hill Book Company, 1992.
- HOOD, Christopher – A Public Management for All Seasons? *Public Administration*, 69, 3-19, 1991.
- LAWTON, Alan e ROSE, Aidan – Organization and Management in the Public Sector. 2nd Edition. Pitman, 1994.
- MENDES, Manuel – A Reforma da Administração Pública em Portugal, 1999.
- MOAR, Moshe – The Paradox of Managerialism. *Public Administration Review*, 59 (1), 1991.
- OSLEN, Johan – Modernization Programs in Prespective: Institutional Analysis of Organizational Change. In *Governance*, Volume 4, n.º 2, 1991.
- PETERS, B. Guy – Still the Century of Bureaucracy? The Roles of Public Servants. *Public Policy and Administration*, 30, 2009.
- PIELMUS, Cristina – Between two cultures: from the military culture to university culture. Conclusions on the organization for police officers initial training. *Social-Behavioural Sciences, Revista Academiei Fortelor Terrestre*, 4 (72), 2013.
- POLLITT, Cristopher – Managerialism and the Public Services: The Anglo-American experience. Cambridge, MA: Basil Blackwell, 1990.
- POLLIT, Cristopher – Managerialism and the Public Services: Cuts or cultural change in the 1990s. 2nd Edition. Oxford: Blackwell Publishers, 1993.
- RANSON, Stewart e STEWART, John – Management for the public domain: Enabling the learning society. London: St. Martin's Press, 1994.
- ROCHA, Joaquim – Gestão de Recursos Humanos na Administração Pública. 3ª Edição. Lisboa: Escolar Editora, 2010.
- ROCHA, Joaquim – Mudança do Estado e mudança da Administração Pública: a história duma disciplina. In MADUREIRA, C. e ASENSIO, M. (Org.), *Handbook de Administração Pública*. Lisboa: INA Editora, 2013.
- RODRIK, Dani – Goodbye Washington Consensus, Hello Washington Confusion? Harvard University, January, 2006.
- SCHEIN, Edgar – Organizational Culture and Leadership. 4ª Edition. USA: Jossey-Bass a Wiley Imprint, 2010.
- SECCHI, Leonardo – Modelos Organizacionais e Reformas da Administração Pública. *Revista de Administração Pública*, 43 (2), Março-Abril, 2009.
- STIGLITZ, Joseph e SNOWDON, Brian – Redefining the Role of the State. *World Economics*, July – September, 2, 3, 2001.
- TEIXEIRA, Carla – Atitudes dos funcionários face à modernização da administração publica. In MOZZICAFREDDO, J. e outros (Org.) – Ética e Administração: Como Modernizar os Serviços Públicos? Oeiras: Celta Editores, 2003.
- TERRY, Larry – The Thinning of Administrative Institutions in the Hollow State. *Administration & Society*, September, 4, 2005.
- WILLCOCKS, Leslie e HARROW, Jenny – *Rediscovering Public Services Management*. London: McGraw-Hill, 1992.



Academia da Força Aérea

Granja do Marquês – 2715-021 Pêro Pinheiro

Tel.: 219 678 956 – Fax: 219 678 956

