



# Revista Científica Academia da Força Aérea

*“E não menos por Armas que por Letras”*





REVISTA CIENTÍFICA  
ACADEMIA DA FORÇA AÉREA





José António de Magalhães Araújo Pinheiro  
*General*  
***Chefe do Estado-Maior da Força Aérea***



Joaquim Manuel Nunes Borrego  
*Major-General Piloto Aviador*  
***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.



## Índice

<b>Ficha Técnica</b> .....	8
<b>Abertura</b> .....	10
José António de Magalhães Araújo Pinheiro, General, Chefe do Estado-Maior da Força Aérea	
<b>Editorial</b> .....	12
Joaquim Manuel Nunes Borrego, Major-General Piloto Aviador, Comandante da Academia da Força Aérea	
<b>Introdução</b> .....	14
José Manuel Freitas Santiago, Coronel Engenheiro Aeronáutico, Diretor de Ensino Universitário	
<b>O Impacto das Redes Sociais nas Operações Militares</b> .....	16
David Muleta, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador	
<b>Avaliação do Desempenho do Sensor AGL (Laser-Altímetro) como Sistema Auxiliar para Aproximação e Aterragem Automática de UAV</b> .....	28
Pedro Perestrelo, Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador	
<b>Integração do P-3C Cup + ORION no NATO Alliance Ground Surveillance</b> .....	40
Pedro Pimenta, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador	
<b>O Ártico – Geopolítica e Desafios Transnacionais</b> .....	50
Ana Baptista, Aspirante Aluna do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador	
<b>Representação do Conceito de Qualificações nos Processos de Negócio</b> .....	68
Nelson Ribeiro, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador	
<b>Taxonomia do BEING do Mapa de Configuração da Organização</b> .....	82
Diogo Preto, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador	
<b>Avaliação, Detecção e Localização de Fugas em Setores de Redes de Distribuição de Água: O Caso de Estudo da Força Aérea</b> .....	94
Hugo Costa, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia de Aeródromos	
<b>Gestão dos Resíduos de uma Base Aérea na Ótica da Valorização</b> .....	110
Ivo Duarte, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia de Aeródromos	
<b>Migração de uma Infraestrutura de Comunicações Baseada em Circuitos para uma Baseada em Pacotes</b> .....	128
Tony Gonçalves, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia Eletrotécnica	

<b>Estudo e Desenvolvimento de Metodologias de Cumprimento de Requisitos de Certificação Aeronáutica de um Piloto Automático para um UAV .....</b>	<b>146</b>
José Viana, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia Eletrotécnica	
<b>O Processo de Admissão de Cadetes na Academia da Força Aérea .....</b>	<b>162</b>
Dinis dos Santos, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Administração Aeronáutica	
<b>Atualização dos Limites Operacionais do Impacto de Missão em Função do Estado de Arte dos Sistemas de Armas da Força Aérea Portuguesa .....</b>	<b>176</b>
Inês de Matos Alpalhão, Tenente Aluna do Estágio Técnico Militar na Especialidade de Técnico de Operações de Meteorologia	
<b>Comportamento Organizacional.....</b>	<b>192</b>
Ana Jorge, Tenente-Coronel Engenheira Eletrotécnica	
Professora Doutora Patrícia Jardim de Palma, Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Universidade de Lisboa	
Ana Baltazar, Tenente-Coronel Engenheira Aeronáutica, Instituto de Estudos Superiores Militares, Investigadora Integrada do CISDI	

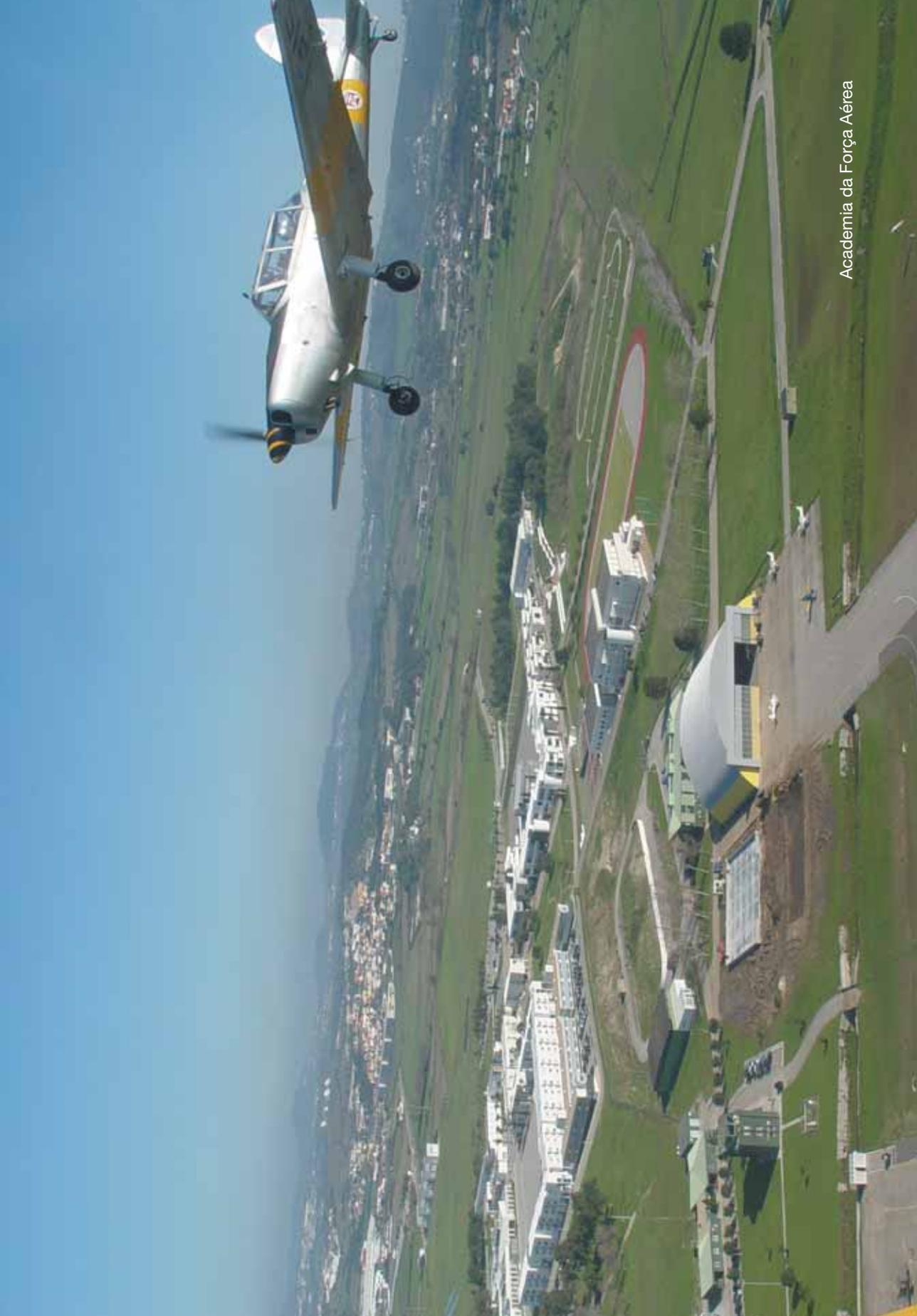


# Ficha Técnica

<b>Diretor:</b>	<b>Comandante da Academia da Força Aérea</b> <i>Major-General Piloto Aviador Joaquim Manuel Nunes Borrego</i>
<b>Conselho Editorial:</b>	<b>Chefe do Gabinete de Avaliação e Qualidade</b> <i>Coronel da Polícia Aérea Vítor Baptista</i> <b>Diretor do Ensino da Academia da Força Aérea</b> <i>Coronel Engenheiro Aeronáutico José Santiago</i> <b>Chefe do Gabinete de Estudos e Planeamento</b> <i>Coronel Engenheiro de Aeródromos Carlos Rosa Pereira</i> <b>Comandante do Corpo de Alunos</b> <i>Coronel Piloto Aviador Fernando Costa</i> <b>Diretor do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea</b> <i>Coronel Engenheiro Eletrotécnico José Morgado</i>
<b>Conselho Consultivo:</b>	<b>Tenente-Coronel Navegador Carlos Páscoa</b> Doutor em Engenharia Informática e de Computadores, ramo Sistemas de Informação, pelo Instituto Superior Técnico. <b>Tenente-Coronel Piloto Aviador João Vicente</b> Doutor em Relações Internacionais, especialidade de Estudos de Segurança e Estratégia, na Faculdade de Ciências Sociais e Humanas da Universidade Nova de Lisboa; Mestre em Estudos da Paz e da Guerra nas Novas Relações Internacionais, pela Universidade Autónoma de Lisboa; <i>Master of Military Operational Art and Science, pela Air University, Alabama, EUA.</i> <b>Tenente-Coronel Engenheira Aeronáutica Maria Madruga</b> Doutora em Engenharia Mecânica, pela Florida State University, EUA. <b>Tenente-Coronel Engenheira Eletrotécnica Maria Nunes</b> Doutora em Engenharia Aeroespacial, pela Faculdade de Aeronáutica e Astronáutica da Universidade das Forças Armadas, Munique, Alemanha. Mestre em Posicionamento e Navegação por Satélite, pela Fac. de Ciências da Universidade do Porto. <b>Tenente-Coronel Técnico de Operações de Detecção, Condução e Interseção Luís Rocha</b> Doutorando em Relações Internacionais; Mestre em Relações Internacionais, pela Universidade Autónoma de Lisboa. <b>Major Engenheiro Aeronáutico Carlos Silva</b> Doutor em Engenharia Mecânica, pela Universidade de Victoria, Canadá; Mestre em Engenharia Mecânica, pela Universidade de Victoria, Canadá. <b>Major Engenheira de Aeródromos Rute Ramalho</b> 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. <b>Capitão Psicóloga Cristina Fachada</b> Doutoranda em Psicologia, na 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. <b>Capitão Engenheiro Eletrotécnico Elói Pereira</b> Doutorando em Engenharia de Sistemas, na Universidade da Califórnia, Berkeley, EUA; Mestre em Automação, Instrumentação e Controlo, pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. <b>Capitão Engenheiro Aeronáutico Luís da Silva Félix</b> Doutor em Engenharia Aeroespacial, no Instituto Superior Técnico. <b>Capitão de Administração Aeronáutica Helga Novais</b> Doutoranda em Gestão, no Instituto Superior de Economia e Gestão

---

**Propriedade:** Academia da Força Aérea  
**Título:** Revista Científica da Academia da Força Aérea  
**Composição da Capa:** José Pereira, Sargento Ajudante  
**Periodicidade:** Anual, Número 5, 2015  
**Contra Capa:** Parada e Alojamento de Alunos  
**Paginação, Impressão e Acabamento:** Alves&Albuquerque - RAL - Sintra - [www.pre-e-press.com](http://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 eletrónico:** [gabcmd@academiafa.edu.pt](mailto:gabcmd@academiafa.edu.pt)





Numa altura de profunda mudança no Ensino Superior Militar, é fundamental a preservação da sua especificidade no panorama do Ensino Superior Público Nacional.

A criação do Instituto Universitário Militar constitui-se como um exemplo de cooperação e de racionalização de recursos, sendo simultaneamente um baluarte da criação de saber na área das Ciências Militares e na conservação dos valores das Forças Armadas.

É neste novo panorama que a Academia da Força Aérea continuará a ter um papel insubstituível na formação académica e comportamental que ministra aos “Comandantes do Amanhã”, inculcando-lhes valores de Disciplina, Rigor, Competência, Sacrifício e Camaradagem, para que, na sua vida militar, voem cada vez mais alto.

É na procura constante do conhecimento e na vivência única da Academia, que se edificam novos saberes, que se estabelecem e adaptam competências, e que se consolidam comportamentos, em benefício da missão da Força Aérea. À excelência do ensino ministrado, está indubitavelmente associado o incentivo à investigação e ao aprofundamento do saber, realizadas no âmbito académico, como o demonstram os diversos trabalhos publicados nesta edição da Revista Científica da AFA.

É, com enorme orgulho pessoal e institucional que assisto a mais uma edição da Revista Científica da AFA, já no seu quinto ano de publicação, que reúne os melhores trabalhos de final de curso dos nossos alunos, aos quais dirijo uma palavra de muito apreço e de especial estímulo pelo trabalho desenvolvido.

Deixo ainda uma palavra de agradecimento e reconhecimento pelo papel fundamental na formação dos nossos alunos, a todos os professores e orientadores que com dedicação e profissionalismo os acompanharam ao longo deste caminho, nem sempre fácil, do sucesso.



Brasão do Chefe do Estado-Maior da Força Aérea



A Força Aérea Portuguesa é atualmente uma força aérea moderna, tecnologicamente avançada, condições essenciais para o cabal cumprimento da missão. Porém, o pilar fundamental de toda a sua atividade assenta no recurso mais crítico e simultaneamente o mais valioso, as **Pessoas**.

Exige-se assim que as escolas militares procurem, sempre, ter como padrão a excelência, pois são a garantia de uma formação de qualidade, nos diferentes domínios do conhecimento, que se deverá preservar. É este o desafio da Academia da Força Aérea. Estamos todos empenhados no sucesso dos nossos alunos, que se constitui também o nosso sucesso.

É na Academia que, hoje, se constrói o futuro. Os alunos, os chefes do amanhã, aprendem aqui e agora a ser militares. A simbiose entre as letras e as armas, que dignificam o nosso lema, comprovam este requisito na medida em que as componentes técnica e científica são a base para a compreensão, utilização e emprego dos sistemas de armas atuais e, jamais, poderão estar desassociados.

Deste modo, em consonância com os valores que transmitimos aos nossos alunos e que vão dando forma ao modo de agir e de estar, é importante que se desenvolvam outras capacidades, nomeadamente a capacidade de inovar.

É neste contexto que a Investigação, na sua perspectiva mais ampla, a de inovação, ganha outra dimensão. Tendo como pressuposto que a utilidade do que se investiga e se desenvolve é a sua aplicação prática, esta tem sido a linha orientadora nos trabalhos realizados no âmbito da Investigação na Academia da Força Aérea. Os temas apresentados na presente Revista Científica comprovam esta realidade e, alguns deles, a sua aplicação na Força Aérea está já prevista.

Termino com uma mensagem de apreço a todos os militares e civis que tornaram possível este projeto, a Revista Científica da Força Aérea, a sua quinta edição, que recolhe entre os melhores, os trabalhos desenvolvidos pelos nossos alunos, a razão de ser deste Estabelecimento de Ensino Universitário Militar.



Brasão do Comandante da Academia da Força Aérea

# Introdução



Com o final de mais um ano letivo, surge a oportunidade de publicar a revista científica da Academia da Força Aérea e com ela, o que de melhor os nossos alunos produziram na investigação que fizeram aquando das suas dissertações de mestrado.

Decorridos quinze anos desde o início do século XXI, numa altura em que o ensino superior militar atravessa uma fase de reestruturação, o pensamento científico e as atividades de investigação, nomeadamente na produção, disseminação, absorção e recombinação de conhecimentos, continua a dar os seus frutos.

Os trabalhos ora divulgados, inserem-se nos cursos aqui ministrados, que conferem o grau de Mestre e que abrangem diferentes áreas do conhecimento, tendo como resultado a Pilotagem Aeronáutica, as Engenharias Aeronáutica, Eletrotécnica e de Aeródromos, e a Administração Aeronáutica.

Numa altura em que a legislação sobre plataformas aéreas não tripuladas é ainda incipiente, os dois trabalhos publicados da área das Tecnologias Aeronáuticas, dão uma preciosa ajuda no prosseguimento do aperfeiçoamento do voo autónomo destes equipamentos definindo um, as metodologias de cumprimento de requisitos de certificação aeronáutica de um piloto automático e o outro, determinando a precisão e exatidão altimétrica do sistema de aproximação e aterragem automática destas aeronaves.

Já na área da Guerra da Informação, merecem destaque o estudo do impacto das redes sociais nas operações militares e o estudo da integração da aeronave P-3C CUP+ ORION no programa multinacional de vigilância terrestre da OTAN, onde são analisadas as potencialidades e limitações desta aeronave neste tipo de missões de cooperação internacional.

No âmbito das relações internacionais foi escolhido para publicação o trabalho acerca do Ártico, a sua geopolítica e desafios transnacionais, onde são analisadas as mais valias proporcionadas pela região e as estratégias de exploração e cooperação dos diversos estados circumpolares.

Na área da economia e gestão é publicado um trabalho acerca do processo de admissão de cadetes na Academia da Força Aérea, onde é colocada à prova uma ferramenta analítica e matemática como suporte da tomada de decisão.

Por fim, a área de engenharia fica representada com a publicação de cinco trabalhos: um trabalho acerca de redes de telecomunicações “Migração de uma Infraestrutura de Comunicações Baseada em Circuitos para uma Baseada em Pacotes”; um trabalho acerca da gestão de resíduos de uma base aérea na ótica da valorização; um terceiro trabalho acerca da avaliação, deteção e localização de fugas em redes de distribuição de água; e dois trabalhos da área do conhecimento da engenharia organizacional, com os títulos de “Taxonomia do BEING do Mapa de Configuração da Organização” e “Representação do Conceito de Qualificações nos Processos de Negócio”.

Procurou-se assim, dar ao leitor uma diversidade de assuntos, alguns com aplicação direta na Organização e outros mais específicos, mas também com bastante interesse para as temáticas em análise, que certamente desfrutará ao lê-los.



CHIPMUNK MK20  
Aeronave de instrução elementar de pilotagem

# O Impacto das Redes Sociais nas Operações Militares



Autor: David Muleta, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador  
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Professor Doutor Paulo Cardoso do Amaral  
Doutor em Gestão Internacional  
Universidade Católica Portuguesa, Lisboa

Coorientador: Paulo Jorge Rodrigues Mineiro, Major  
Relações Públicas, Estado-Maior da Força Aérea, Alfragide

**Resumo.** Esta dissertação tem como objetivo determinar de que forma a utilização de Redes Sociais (RS) em Operações Militares (OPMIL), quer pela Força Aérea Portuguesa (FA), quer pelos seus militares, pode influenciar essas operações.

Neste trabalho, presume-se que as RS são um ponto de encontro fundamental para a comunicação entre as pessoas. No âmbito militar, este pressuposto concretiza-se em considerar que a Guerra de Informação ocorre todos os dias de forma silenciosa e que uma “simples” publicação pode resultar em mudanças significativas para os militares, familiares, bem como determinar o sucesso das operações.

Para analisar a influência das RS nas OPMIL, foi consultada bibliografia diversa e concernente à FA e a outras organizações congéneres. Concomitantemente procedeu-se quer à realização de entrevistas a militares da FA com conhecimentos e *expertise* nos assuntos abordados, quer ainda à realização de um inquérito junto dos militares que participaram em missões internacionais a partir do ano de 2012. Todos estes instrumentos permitiram evidenciar a existência de potencialidades e de perigos no uso de RS em OPMIL.

Concluiu-se pois, que as OPMIL são potenciadas pelas capacidades das RS, nomeadamente na aquisição de *Situational Awareness* (SA) e ainda que a falta de capacitação dos militares nesta área de missão comporta riscos, coletivos e individuais, o que poderá obrigar a FA a tomar medidas preventivas.

**Palavras-chave:** Redes Sociais, Operações Militares, Força Aérea Portuguesa, Guerra de Informação, *Situational Awareness*.

## 1. INTRODUÇÃO

Vivemos atualmente numa era onde a comunicação através da tecnologia digital prevalece na sociedade (RYAN; JONES, 2009) sendo que 43% da população mundial encontra-se ligada à *Internet*, da qual cerca de 45% são utilizadores ativos de Facebook (ILS, 2015). É também nesta sociedade onde são vistos mais de 95 mil vídeos por segundo no YouTube, o que representa cerca de 8 mil milhões de vídeos vistos por dia (ILS, 2015). Por outro lado, na panóplia de plataformas de RS existentes, algumas destacam-se pelas ferramentas que dispõem aos *users* e que permitem as mais variadas funções e objetivos, como por exemplo o Twitter, onde através do *website* oficial e de mais de 2 milhões de aplicações associadas (Twitter, 2014), são feitos por dia mais de 500 milhões de *tweets* (Socialbakers, 2015a).

Não há dúvida de que as RS emergiram tornando-se na forma de comunicação dominante na sociedade do século XXI (KASE et. al., 2014), como tal, considerando a extensão das informações nela contida, pode e deve ser explorada para as OPMIL da FA.

Face ao exposto, parte-se do pressuposto que interessa à FA como “uma organização ágil, flexível e inovadora” (FA, 2015), explorar as potencialidades das RS para as OPMIL. E por isso, este trabalho centra-se na análise do uso das RS, quer pela FA, quer pelos seus militares. O objetivo é perceber como essa utilização influencia as OPMIL da FA. Consideram-se no âmbito deste trabalho OPMIL, as operações relacionadas com a segurança cooperativa ou com a segurança humana.

Assim, o presente trabalho centra-se na tentativa de compreender se as RS podem potenciar o SA e incrementar ações de *Intelligence*, favorecendo as OPMIL da FA. Por outro lado procura-se identificar se o uso das RS pode motivar os militares e facilitar a compreensão da Opinião Pública (OP) acerca das missões em curso, bem como ampliar a imagem da FA. Finalmente é analisada a forma como os militares usam as RS e se isso pode trazer riscos acrescidos às OPMIL. Todas as tarefas mencionadas surgem com a finalidade de responder à questão de partida do trabalho:

### **As Operações Militares da Força Aérea Portuguesa são potenciadas pelo uso das Redes Sociais?**

No sentido de encontrar a resposta à questão de partida, foi analisada bibliografia da FA e organizações internacionais, concernente aos assuntos abordados no trabalho, contando o mesmo com a análise de 283 documentos bibliográficos, onde se incluem 22 ORDOPS. Para além disso, foram entrevistados 8 militares da FA com competência e conhecimento aprofundado das RS e que possuem opiniões fundamentadas e consubstanciadas em experiência operacional. Também se considerou pertinente a elaboração de um inquérito, que foi enviado a todos os militares da FA que participaram em OPMIL internacionais de 2012 a 2014. O inquérito foi enviado a 436 militares e de uma amostra de 90 militares, 40% dos que responderam eram Oficiais, 52% Sargentos e 8% Praças.

## **2. AS REDES SOCIAIS E O SITUATIONAL AWARENESS**

Através das RS podemos almejar uma vantagem operacional face ao adversário, nomeadamente a obtenção de um SA em tempo quase real. Esta vantagem consiste em recolher e agrupar informações obtidas ao nível das RS e interpretá-las de forma a conseguir antecipar futuros eventos (OMAND; BARTLETT; MILLER, 2012).

A análise do tráfego das RS pode potenciar a capacidade de previsão de certos acontecimentos, aumentando a rapidez com que se identificam eventos emergentes, impulsionando desta forma o SA que, por vezes pode ser mais rapidamente adquirido através das RS do que pelas fontes de informação tradicional (OMAND; BARTLETT; MILLER, 2012). Extrapolando para as OPMIL, também neste universo podem ser obtidas informações importantes autonomamente, por parte dos militares destacados, muito antes de essa informação chegar pelas fontes oficiais, nomeadamente pelas equipas de *Intelligence*.

Segundo Gonçalves (2015), um dos problemas vividos em operações no Afeganistão era a desatualização da informação, referindo que “a informação social desatualiza-se muito rapidamente e apenas duas vezes por dia era enviado aos militares das Nações Unidas reportes de informação pelo que, as pessoas tinham que explorar as RS no sentido de encontrar mais informação que lhes fosse útil”. Para além disso, o mesmo refere ainda que “é incrível a informação atual que se obtém em tempo quase real a partir das RS” seja num cenário de conflitos,

seja num cenário de catástrofe ou de emergência, onde a informação quer-se de forma rápida, precisa e atual (GONÇALVES, 2015).

Graças à proliferação dos telemóveis com câmara e acesso imediato às RS, qualquer cidadão pode desempenhar a função de jornalista e disseminar ao vivo uma dada ocorrência (SEDRA, 2013). Estatísticas demonstram que atualmente, cerca de 80% dos *users* de Facebook e Twitter acedem às contas maioritariamente por telemóvel (*Socialbakers*, 2015a; *Socialbakers* 2015b).

Sedra (2013) refere que cada vez mais pessoas são convertidas a fazer jornalismo amador, saltando para as ruas e publicando nas RS os acontecimentos em tempo real. Em OPMIL, tal assume uma importância acrescida, pois tal como refere Gonçalves (2015), no contexto de operações num cenário hostil, a pessoa mais importante para a segurança coletiva e individual, executa o seu trabalho atrás de um computador na procura de informações críticas nas RS.

As RS como o Facebook, YouTube e Twitter contam com alguns anos de existência e a quantidade de participantes e cidadãos jornalistas que as usam para disseminar e receber SA, transformam estas plataformas em ferramentas eficazes para a aquisição de SA em diversos cenários, como os que se mencionam de seguida.

Catástrofes e Emergências Sociais: As RS são um contributo para o SA em situações de emergência, como as catástrofes naturais por exemplo. Segundo (PALEN, 2008), as RS são frequentemente utilizadas com o intuito de disseminar alertas acerca de emergências e áreas ou situações potencialmente perigosas; receber pedidos de assistência por parte das vítimas (com a localização exata); monitorizar as ações e *posts* dos *users*, o que permite que as equipas de socorro atuem mais eficazmente; estimar os danos sofridos nas localidades afetadas, através da visualização das imagens e vídeos que os *users* publicam nas RS acerca do mesmo evento; e ainda, dar a conhecer às pessoas mais chegadas em que condições se vive num local afetado (PALEN, 2008).

Esta possibilidade de usar a Internet em situações de emergência coloca de parte os problemas criados pela saturação das linhas telefónicas que muitas vezes impede a assistência a quem necessita urgentemente (DAWSON; HILL; BANK, 2013).

No âmbito da resposta a catástrofes e emergências sociais, são exemplos da utilização das RS para a disseminação de SA: o tiroteio que ocorreu em 2007 na universidade *Virginia Tech*, os incêndios no Estado da Califórnia em 2007, o tiroteio na base militar Fort Hood, em 2009 no Texas. Os casos referidos são abordados em pormenor na dissertação completa.

Ferramenta de Revolução: As revoluções na Líbia, Egito e Irão, também mencionadas em pormenor na dissertação completa, demonstraram claramente como as novas tecnologias (nomeadamente a banalização dos *Smartphones*) coligadas às RS se podem transformar radicalmente, deixando de ser um meio de entretenimento para ser uma poderosa ferramenta para o ativismo político e uma fonte primária de informação e SA (SEDRA, 2013).

Obtenção de SA para as OPMIL: Os exemplos referidos anteriormente servem para demonstrar a aplicabilidade das RS em diversas causas e os mesmos podem ser extrapolados para a realidade das OPMIL da FA o que segundo o OTCPA (2011), deverá contribuir para o alerta e tomada de consciência dos comandantes acerca das potencialidades das RS.

Segundo Goolsby (2010), as RS criam oportunidades para o estudo e compreensão da cultura e comportamentos locais que de outra forma seria difícil de interpretar. As comunidades locais podem possuir conhecimento linguístico, cultural e contextual, que são fatores que apoiam a elaboração do quadro situacional por parte dos decisores (GOOLSBY, 2010). Segundo Kase (et al., 2014), estas ferramentas permitem que os comandantes compreendam o que tem interesse e relevo em determinada comunidade, avaliar os efeitos de determinadas ações, bem como facilitar o planeamento e tomada de decisões que assim se tornam mais realistas e menos incertas, tal como se verificou na Operação Manatim (caso estudo pormenorizado na dissertação completa).

Também no Afeganistão, comprovou-se a utilidade das RS para as operações e para os militares, pois segundo Gonçalves (2015) “as RS potenciam muito o SA em OPMIL e quem não tiver acesso às RS está desatualizado”. Segundo o mesmo, a celeridade no acesso às informações que são publicadas em tempo quase real, logo após os acontecimentos, é um dos aspetos que fazem das RS uma ferramenta importante nas OPMIL. “No Afeganistão as pessoas sabem a importância das RS e se houver uma explosão em determinado local, nos próximos 30 segundos já se encontra informação nas RS e em menos de 3 minutos sabe-se o que se está a passar nesse local, através dos *posts*” (GONÇALVES, 2015).

Segundo o Entrevistado Confidencial (EC, 2015) deste trabalho, quando esteve em operações internacionais, no âmbito da NATO, a plataforma de RS que mais utilizou foi o Twitter e refere que “esta é a melhor ferramenta para se utilizar em contexto operacional pois é a que melhor se adapta à necessidade particular de ler o ambiente sociopolítico da área de operação onde a força está a operar. Permite, entre outros, obter perceção, leitura de ideias, opiniões e sentimentos das populações locais sobre a intervenção militar em causa”. Permite também obter informações pontuais para planeamento de algumas ações militares (obtenção de informações de carácter ambiental – informações de trânsito, manifestações, ações policiais a decorrer) (EC, 2015). Para além disso, segundo PSIMÕES (2015), o Twitter e as ferramentas associadas, permitem diversas funções que podem ser usadas para o SA dos militares e para as OPMIL da FA, permitindo por exemplo, saber o que se comenta acerca de determinado assunto, quem comenta, com que aplicações o faz, quando o faz, porque o faz e eventualmente onde o faz (PSIMÕES, 2015). Construindo uma base de dados com todas as informações retiradas de perfis e *posts*, é possível, por exemplo, construir um mapa de destacamento identificando as posições geográficas dessas publicações (VALENTE, 2015), bem como identificar armamento, veículos, pessoas e informações de interesse para as operações.

De acordo com o inquérito efetuado aos militares da FA que participaram em OPMIL, 56% dos militares afirmam que a informação obtida através das RS é útil e 38,9% dos inquiridos usa-

ram as RS em missão por as considerarem uma fonte de informação. Para além disso, 31,1% acreditam que as RS permitem o ganho de SA durante as OPMIL.

### 3. AS REDES SOCIAIS PARA A MOTIVAÇÃO DOS MILITARES

No âmbito das OPMIL, as RS podem representar um risco para a segurança mas por outro lado, se forem usadas apropriadamente, exercem uma função importante para a moral e bem-estar dos militares e das suas famílias (JENSEN et al., 2014). Para alguns militares em missões no estrangeiro o acesso às RS é uma prioridade pois permite que mantenham a proximidade com os familiares e/ou amigos (F/A) e também estes sentem que as RS permitem encurtar a distância, o que, segundo EC (2015), resulta em motivação acrescida.

Segundo Gonçalves (2015), os militares podem ser destacados para missões longas e nesse sentido, as RS são excelentes para a moral e motivação dos militares tornando-se extremamente importantes no contexto das operações no estrangeiro.

MSimões (2015) concorda com a importância das RS para os militares destacados e salienta que essa motivação, beneficia as operações, na medida em que os militares são mais empenhados nas suas funções, o que se veio a verificar no destacamento militar da FA na Islândia, comandado pelo Coronel Fernando Costa que, auxiliado por um oficial das Relações Públicas da FA, disponibilizou aos militares destacados uma forma segura e controlada de publicarem nas RS, permitindo assim manter o ânimo, moral e motivação dos mesmos, bem como contribuir para a tranquilidade dos familiares, que dessa forma sabiam do paradeiro dos militares em operações (COSTA, 2015).

A análise dos inquéritos demonstrou que 86% dos militares inquiridos sentiram maior necessidade de aceder às RS durante a missão e 56,9% usaram-nas todos os dias. A maior parte (69,4%) usou as RS para falar com os F/A e 48,6% contactaram com os F/A pelas RS com o intuito de os tranquilizar. Para além disso, 69% dos militares que usaram as RS durante as operações, revelam que as RS são um fator de motivação durante as operações, dos quais 54% classificam-nas como “Muito motivadoras” e ainda, 68% classificam seu uso como importante, dos quais 50% classificam como “Muito importante”.

Também se aferiu que as publicações que a FA faz nas RS são benéficas para a moral e motivação dos militares. Prova disso, é que 65,8% dos militares sentem orgulho na FA ao verem essas publicações. Mais, essas publicações são um fator motivador para 47,4% dos militares.

Assim, releva-se a importância que as RS podem representar para a moral e motivação dos militares envolvidos, bem como para a tranquilidade dos familiares.

## 4. INFLUÊNCIA DAS REDES SOCIAIS NA OPINIÃO PÚBLICA

“Se nós não contarmos a nossa história, alguém a contará por nós” e hoje em dia muitas “histórias” são contadas ou ampliadas através das RS. Se não tivermos uma presença vinculada nas RS bem como relações fortes com os órgãos de comunicação social, as nossas “histórias” poderão ser mal contadas. Neste sentido, “para que a FA receba o apoio da OP, terá que se esforçar para ser um órgão de informação atualizado que publica as suas missões, o porquê das mesmas e quais as dificuldades sentidas. Devemos manter as pessoas informadas para que percebam a nossa existência” (Mineiro, 2015).

Sempre que a Informação Pública não funciona ou quando não existem canais abertos entre a comunicação social e os responsáveis das Forças Armadas, poderá dar origem a informação nefasta para o sucesso das operações. Um exemplo disso foi a falta de canais abertos durante a Operação Manatim que levou à publicação de uma notícia pela Renascença e que veio a “inflamar” as relações com a Guiné-Bissau o que se traduziu em complicações para a operação, como por exemplo o surgimento de protestos e contestação social. Outros exemplos mencionados no trabalho completo também permitem verificar a influência negativa que determinadas notícias, veiculadas na Internet e nas RS, podem ter na OP acerca da FA e das suas operações.

A presença nas RS de uma instituição como a FA trás enormes vantagens, de acordo com o Chefe da área de Informação Pública da FA. “É que se não estivermos presentes nas RS, não sabemos o que dizem de nós, não podemos monitorizar, nem podemos intervir”. Devido ao alcance proporcionado pelas RS, estas permitem à FA atingir uma grande quantidade de público, o que permite divulgar e promover a imagem da instituição, mostrar às pessoas o que fazemos e como fazemos, bem como intervir face às notícias e comentários, se for caso disso.

Como afirma Mineiro (2015) a representação institucional da FA nas RS cria laços e melhora a relação das pessoas com a instituição, fazendo com que as pessoas queiram intervir nas nossas RS e ainda com que as pessoas se sintam mais esclarecidas e motivadas para aceitar as notícias respeitantes à FA.

Face ao expandido e segundo Nunes (2012), se confrontando as pessoas com certas notícias ou informações acerca da FA, é possível influenciar as suas opiniões, então, a OP pode ser influenciada positivamente através das publicações feitas nas RS da FA (RSFA) que, por sua vez, ao serem partilhadas pelos militares da FA nas suas RS pessoais, alcançam uma audiência maior.

No sentido do disposto anteriormente, 45,6% dos militares inquiridos reconhecem que as RS permitem influenciar a OP a favor da imagem da FA e das suas operações. Também se aferiu que a maioria dos militares, que tem conta nas RS e conhece as RSFA, já partilhou as publicações da FA nas RS, representando 64,5% e que, as intenções de cada militar ao fazê-lo variam, já que a maioria dos militares partilha as publicações das RSFA “para promover a imagem da FA” (56,6%) e “para promover a missão da FA” (53,9%). Para além disso, também se releva que 78% dos militares que sentem orgulho ao verem as publicações das RSFA.

Neste sentido, se os militares divulgam as publicações que promovem a imagem da FA e das operações, estarão a influenciar positivamente a OP, o que é benéfico para as operações (Mineiro, 2015).

## 5. (IN)SEGURANÇA NAS REDES SOCIAIS

As RS são uma mais-valia até certo ponto, tal como refere Valente (2015), pois as RS tanto podem potenciar as operações como comprometê-las, o que depende do uso que se dá, pois tal como refere MSIMÕES (2015) e COSTA (2015), é muito difícil controlar o que os militares publicam nas RS durante as operações. Existem diversos perigos associados ao uso das RS que podem prejudicar as operações. Para além disso, os militares da FA inquiridos revelam que estes perigos são reais, por exemplo:

- 26,7% não sabem o que é o *Geotagging* (tecnologia incorporada nos telemóveis mais recentes e que dá a conhecer o momento e local exato em que determinada publicação foi feita);
- A maior parte dos militares (70%) informou os F/A acerca do local e data da missão e quase metade dos militares (47%) que usaram as RS durante as operações afirmam que os F/A fizeram publicações acerca da missão. Para além disso, também se verifica que 13,3% dos militares não consciencializaram os F/A para os perigos das RS, o que pode potenciar as quebras de segurança das operações da FA através dos F/A;
- Também se constatou que 73% dos militares que tinham conta nas RS durante as operações não removeram do perfil das RS tudo o que os pudesse identificar como militares e ainda, uma quantidade significativa de militares (cerca de 30%), durante as operações, fizeram publicações que mencionavam dados confidenciais como a localização das operações e/ou as pessoas que os acompanhavam;

Por outro lado e podendo ser este o motivo das estatísticas apresentadas, vimos que nem todos os militares recebem *briefing* antes de ingressarem nas missões, o que pode potenciar as quebras de segurança. Mais concretamente, 33,3% dos inquiridos não receberam briefing acerca das RS antes de todas as operações em que participaram, o que, tal como refere Mineiro (2015) é uma séria ameaça à segurança das operações, pois basta um militar não ter sido devidamente consciencializado acerca destes perigos, para inconscientemente comprometer a segurança das operações e de todos os militares. No sentido do referido, 67,8% militares concordam que deviam ser feitos mais *briefings* acerca das RS e 63,3% militares afirmam é dada pouca importância a este tipo de *briefings*.

Para além da falta de sensibilização já mencionada, também se constatou que no âmbito da FA, não existe literatura devidamente divulgada que aborde as RS e os perigos associados, já que, Marques (2015) e Mineiro (2015) não reconhecem a existência de qualquer documento

da FA que enquadre os militares para as questões de segurança nas RS. Mais, Mineiro (2015) acrescenta que nunca tomou conhecimento da existência de uma ORDOP onde se referisse a necessidade de consciencializar os militares para a temática da segurança nas RS, o que de facto, se veio a revelar face à análise, pelo autor, de 22 ORDOPS Não Classificadas e que abrangem os anos 2013 e 2014. Para além disso, foram revistas as diretivas publicadas pelo CA bem como 114 NEP's Não Classificadas e também não foram encontradas quaisquer informações acerca da utilização das RS. Também se exploraram os conteúdos do *website* da FA e da rede interna, onde mais uma vez se constatou a inexistência de publicações acerca das RS.

Através do Sub-Registo da FA, o autor, obteve acesso ao RFA 390-6 que é uma publicação destinada a “estabelecer a Política de Ciberdefesa na Força Aérea”. Neste documento, que remonta a 2011, as RS são um assunto abordado onde são frisados alguns perigos inerentes ao uso incorreto das mesmas e onde é realçado que são “o campo de excelência para a aplicação de técnicas de engenharia social e a propagação de *malware*” (RFA390-6, 2011). No entanto, o acesso ao documento não está facilitado, já que para o obter, o investigador teve que se dirigir ao Sub-Registo no Estado-Maior da FA não o tendo encontrado nem no *website* da FA, nem na Rede Interna, nem em qualquer outro local. Apenas no Sub-Registo foi demonstrado conhecimento que tal publicação existia.

## 6. CONCLUSÃO

Esta dissertação pretende dar a conhecer ao leitor a atualidade da FA face às novas plataformas que gerem hoje a maior parte dos contactos entre as pessoas, as RS. É um trabalho de investigação que aprofunda o universo das RS, centrando o interesse nas capacidades e potencialidades das mesmas no contexto das OPMIL da FA.

A primeira capacidade explorada foi o SA, onde se constatou que as RS são uma fonte de informação e de SA para duas partes: para as operações da FA e para os militares envolvidos nas mesmas e que, através destas ferramentas podem: recolher e divulgar informação acerca de alertas e emergências na zona de influência das operações; efetuar e receber pedidos de assistência por parte das vítimas; fazer estimativas de danos; desenhar mapas de acontecimentos; perceber o ambiente sociopolítico que se vive; compreender a cultura, comportamentos, ideias, opiniões e linguagens locais; avaliar e ponderar os efeitos das ações; efetuar planeamentos de operações antecipadamente.

Vimos também que as RS permitem aproximar os militares das suas famílias, o que resulta em motivação acrescida para o cumprimento das funções durante as operações. Para além disso, também as publicações das RSFA permitem motivar e moralizar os militares e ao mesmo tempo contribuir para a tranquilidade dos familiares.

Outra das potencialidades exploradas foi no âmbito da presença nas RS pela FA e pelos militares no sentido de influenciar a OP. Aqui, constatou-se que a FA deve esforçar-se para

manter e vincar uma presença nas RS, divulgando, informando e instruindo os seus militares e a OP acerca do que fazemos, porque fazemos e como fazemos, o que pode resultar numa influência positiva da OP acerca da FA e das suas operações o que, por sua vez, pode resultar em vantagens para as operações.

Por último, abordámos alguns dos perigos associados ao uso das RS, constatando-se através dos inquéritos que os militares da FA podem comprometer as operações e que não existe ainda a devida preocupação em consciencializar devidamente todos os militares, antes destes ingressarem nas operações. Para além disso, também se verificou a inexistência de literatura acerca das RS no âmbito da FA e das suas operações.

Surge assim a resposta à questão de partida a partir de toda a argumentação apresentada no trabalho:

“As Operações Militares da Força Aérea Portuguesa são potenciadas pelo uso das Redes Sociais?”

Conclui-se então que as RS permitem potenciar as OPMIL, se forem exploradas as suas capacidades de forma segura e se a FA tiver em conta que existe o perigo iminente de quebras de segurança por parte dos militares. Assim, se existir a adequada consciencialização de todos os militares, a FA pode retirar muito proveito das mesmas para as OPMIL.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAY, Sean - **Social Media, Diplomacy, and the Responsibility to Protect**. [Em linha]. Take Five, 2012. [Consult. 18 Jan. 2015]. Disponível em WWW: <URL: <http://takefiveblog.org/2012/10/17/social-media-diplomacy-and-the-responsibility-to-protect/>>.

ADAY, Sean [et al] – **Blogs and Bullets II: New Media and Conflict after the Arab Spring**. [Em linha]. U.S. Institute of Peace, 2012. [Consult. 18 Jan. 2015]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.usip.org/publications/blogs-and-bullets-ii-new-media-and-conflict-after-the-arab-spring>>.

BOWER, Eve [et al] – **Ahmadinejad hails election as protests grow**. [Em linha]. Tehran: CNN, 2009. [Consult. 18 Jan. 2015]. Disponível em WWW:<URL: <http://edition.cnn.com/2009/WORLD/meast/06/13/iran.election/>>.

DIVCSI – **RFA 390-6: Política de ciberdefesa da Força Aérea**. Ministério da Defesa Nacional, Força Aérea, 2011.

FORÇA AÉREA - **Missão**. [Em linha]. FA - DCSI, [2015]. [Consult. 14 Jan. 2015]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.emfa.pt/www/pagina-001>>.

FLIGHT, Twitter – **There are over 2 million apps...** [tweet feito pelo Twitter Flight na plataforma Twitter] [Em linha]. Twitter, 2014. [Consult. 19 Mar. 2015]. Disponível em WWW: <URL: <https://twitter.com/flight/status/525052241523138560>>.

GOOLSBY, Rebecca - Social media as crisis platform: The future of community maps/crisis maps. In **ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology**. ISSN 2157-6904. Vol. 1, N°7 (2010).

HUMAN RIGHTS WATCH - **Libya: 10 Protesters Apparently Executed**. [Em linha]. The Thomson Reuters Foundation, 2011. [Consult. 18 Jan. 2015]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.trust.org/item/?map=libya-10-protesters-apparently-executed> >.

INTERNET LIVE STATS (ILS) - **Internet Users** [Em linha]. Internet Live Stats, [2015]. [Consult. 01 Jan. 2015]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.internetlivestats.com/internet-users/>>.

JENSEN, Rikke B. [et al.] – **Soldiers on social media**. [Em linha]. Phys.org, 2014. [Consult. 05 Jan. 2015]. Disponível em WWW:<URL: <http://phys.org/news/2014-08-soldiers-social-media.html>>.

KASE, Sue E. [et al] – **Exploiting Social Media for Army Operations: Syrian Civil War Use Case**. Aberdeen Proving Ground: Army Research Laboratory, 2014, Vol. 9122 (ARL-RP-0489)

LORENZ, Edward N., ed lit. – **Predictability; Does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas?** Massachusetts: Institute of Technology Cambridge, 1972

NUNES, Pedro Filipe Taveira Seixas - **A imagem da Força Aérea Portuguesa no contexto de Operações Baseadas em Efeitos; É possível beneficiar, a nível organizacional, com o uso da imagem da Força Aérea Portuguesa transmitida pela comunicação social?** Sintra: Academia da Força Aérea. 2012. Dissertação de mestrado.

OFFICE OF THE CHIEF OF PUBLIC AFFAIRS (OTCPA) – **The United States Army Social Media Handbook**. Washington, DC: Online and Social Media Division, 2011

OMAND, Sir David; BARTLETT, Jamie; MILLER, Carl - **Introducing Social Media Intelligence: (SOCMINT)**. In **Intelligence and National Security**. Routledge. ISSN 0268-4527. Vol. 27, N°6 (2012), p. 801-823.

PALEN, Leysia - **Online Social Media in Crisis Events**. In **Educause Quarterly**. ISSN 1528-5324. Vol. 31, N°3 (2008), p. 76-78.

REUTERS – **Timeline: Iran's Ahmadinejad since 2009 re-election**. [Em linha]. Tehran: Reuters, 2010. [Consult. 18 Jan. 2015]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.reuters.com/article/2010/08/04/us-iran-president-events-idUSTRE67325A20100804>>.

RYAN, Damian; JONES, Calvin - **Understanding Digital Marketing: Marketing strategies for engaging the digital generation**. London: Kogan Page Limited, 2009. ISBN 978-0-7494-5389-3.

SEDRA, Kamal, ed lit. – **The Role of Social Media & Networking in Post-Conflict Settings: Lessons-learned From Egypt**. Washington, DC: 2013.

SOCIALBAKERS – **Facebook statistics directory** [Em linha]. Socialbakers, [2015b]. [Consult. 15 Jan. 2015]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.socialbakers.com/statistics/facebook/>>.

SOCIALBAKERS – **Twitter statistics directory** [Em linha]. Socialbakers, [2015a]. [Consult. 15 Jan. 2015]. Disponível em WWW: <URL: <http://www.socialbakers.com/statistics/twitter/>>.

THE WASHINGTON TIMES (TWT) – **Editorial: Iran's Twitter revolution**. [Em linha]. The Washington Times, 2009. [Consult. 18 Jan. 2015]. Disponível em WWW:<URL: <http://www.washingtontimes.com/news/2009/jun/16/irans-twitter-revolution/>>.

## Entrevistas

COSTA, 2015: **Tópico da Entrevista com o COR Fernando Costa**, realizada em 30 de Janeiro de 2015, na Academia da Força Aérea.

EC, 2015: **Tópico da Entrevista com um militar da FA cuja identificação não poderá ser publicada por força do cargo que exerce na FA, assim denomina-se por Entrevistado Confidencial (EC)**. Entrevista realizada em 23 de Janeiro de 2015, Comando Aéreo.

GONÇALVES, 2015: **Tópico da Entrevista com o TCOR Paulo Gonçalves**, realizada em 08 de Janeiro de 2015, Estado-Maior da Força Aérea.

MARQUES, 2015: **Tópico da Entrevista com o MAJ José Marques**, realizada em 13 de Janeiro de 2015, no Estado-Maior da Força Aérea.

MINEIRO, 2015: **Tópico da Entrevista com o MAJ Paulo Mineiro**, realizada em 28 de Janeiro de 2015, Estado-Maior da Força Aérea, Relações Públicas.

MSIMÕES, 2015: **Tópico da Entrevista com o MAJ Miguel Simões**, realizada em 14 de Janeiro de 2015, por correio eletrónico.

PSIMÕES, 2015: **Tópico da Entrevista com o MAJ Paulo Simões**, realizada em 13 de Janeiro de 2015(a), Estado-Maior da Força Aérea.

VALENTE, 2015: **Tópico da Entrevista com o MAJ António Valente**, realizada em 08 de Janeiro de 2015, no Estado-Maior da Força Aérea.

# **Avaliação do Desempenho do Sensor AGL (Laser-Altímetro) como Sistema Auxiliar para Aproximação e Aterragem Automática de UAV**



Autor: Pedro Perestrelo, Aluno do Mestrado Integrado  
em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador  
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientadora: Maria de Fátima Alves Nunes Bento, Tenente-coronel Engenheira Eletrotécnica,  
Doutora em Engenharia Aeroespacial  
Academia da Força Aérea, Sintra

Coorientador: Elói Teixeira Pereira, Capitão Engenheiro Eletrotécnico  
Academia da Força Aérea, Sintra

**Resumo:** Os recentes avanços tecnológicos levaram ao desenvolvimento de sistemas de navegação mais precisos e de veículos aéreo não-tripulados (UAV) cada vez mais autônomos que, por sua vez, diminuíram significativamente o número de tarefas a realizar pelos operadores no solo. Com o propósito de reduzir o erro altimétrico do sistema DGPS, utilizado a bordo das plataformas *Alfa-Extended* da Força Aérea para a realização de aterragens automáticas, optou-se por utilizar um Laser-Altímetro com um erro teoricamente mais baixo. Desta forma, esta dissertação tem por objetivo a análise do desempenho do Sensor AGL, em termos de precisão e exatidão, enquanto sistema auxiliar para aproximação e aterragem automática de UAV. Para a concretização deste objetivo começou-se por desenvolver o *driver* do Sensor AGL, seguindo-se de todo o *software* e *hardware* necessário para os testes e dos scripts para pós-processamento dos dados recolhidos. Posteriormente foram realizados os testes no solo e em voo, permitindo a análise do desempenho deste sensor na realização de medições sobre várias superfícies, a várias distâncias, velocidades e ângulos de incidência.

Assim, graças à metodologia seguida nesta dissertação, verificou-se uma precisão e exatidão altimétrica, por parte do Sensor AGL, claramente superior ao do sistema DGPS, registando-se um erro máximo de 0,3 m. Embora a taxa de amostragem obtida se tenha verificado inferior à anunciada pelo fabricante e tenham sido registados alguns erros em função do ângulo de incidência do feixe, estes fatores não foram considerados condicionantes para a realização de aterragens automáticas. Desta forma, concluiu-se que é vantajosa a utilização do Sensor AGL para a redução do erro altimétrico do sistema DGPS, recomendando-se que, no entanto, as medições de baixa resolução não sejam utilizadas para a aterragem e aconselhando cautela na operação sobre superfícies muito molhadas.

**Palavras-chave:** Laser-Altímetro; Aterragem Automática; UAV; Sensor AGL.

## 1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos tem-se assistido a um notável aumento do desenvolvimento, produção e utilização de UAV por todo o mundo. Graças aos largos progressos a nível desta tecnologia e dos seus sistemas de navegação, evoluiu-se para plataformas que têm, atualmente, um elevado grau de autonomia desde a descolagem até à aterragem.

No caso particular da Força Aérea, cabe ao Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA) a construção e desenvolvimento de plataformas UAV de classes I e II. Estas plataformas, tendo a bordo o piloto-automático *Piccolo* produzido pela *Cloud Cap Technology*, encontram-se aptas para realizar a rolagem, descolagem, voo e aterragem de forma automática. No entanto, no caso particular da aterragem, este piloto-automático necessita que estejam instalados na plataforma os sistemas DGPS e/ou Laser-Altímetro para que este a consiga realizar de forma automática. Dado que, atualmente, o sistema DGPS é o único instalado nos UAS (*Unmanned Aircraft System*) do CIAFA, existem dois tipos de aterragem que podem ser realizadas com os mesmos: a aterragem manual, realizada pelo piloto de segurança no solo, ou a aterragem automática, realizada pelo *Piccolo* com recurso ao sistema DGPS. No entanto,

numa dissertação de mestrado com o objetivo de validar este sistema, concluiu-se que o erro altimétrico médio do sistema DGPS é de cerca de 75cm. Assim, tendo em conta a pequena dimensão dos UAS do CIAFA, optou-se por limitar a realização de aterragens automáticas apenas com recurso a este sistema, em determinadas situações (MARQUES, 2014).

No sentido de colmatar este erro, foi objetivo deste trabalho a avaliação, em termos de precisão e exatidão, do desempenho do Sensor AGL (Laser-Altímetro) enquanto sistema auxiliar para aproximação e aterragem automática de UAV. Esta avaliação foi feita mediante a realização de testes no solo e em voo, recorrendo ao *software* e *hardware* desenvolvidos e implementados.

## 2. LASER-ALTIMETRIA

### 2.1. Altitudes Elipsoidal, Ortométrica e Absoluta

Para o estudo do funcionamento de um Laser-Altímetro e para melhor compreensão dos conceitos de Laser-Altimetria, é necessária a distinção de três tipos de altitude: elipsoidal, ortométrica e absoluta.

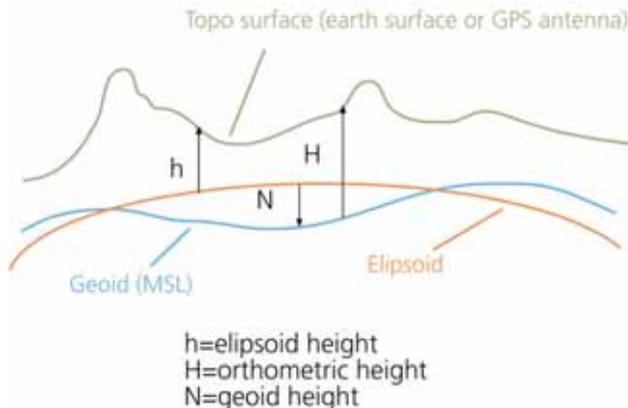


Figura 1 - Diferenças entre o elipsoide, geóide e elevação do terreno.

A forma geométrica simples que modela superfície terrestre de forma mais fidedigna é um elipsoide oblato. No passado recente, com base na informação recolhida por satélites, foi possível determinar elipsoides precisos e que são utilizados em sistemas de referência como o WGS72 e o WGS84. Os sistemas GPS e DGPS, em particular, utilizam o sistema de referência WGS84, ou seja, fornecem a posição do utilizador em relação ao elipsoide WGS84 e não em relação à superfície do planeta. Assim, a altitude obtida através destes sistemas tem o nome de altitude elipsoidal (valor  $h$  da Figura 1, caso o utilizador esteja na superfície terrestre), e corresponde à distância vertical entre um determinado ponto e o elipsoide de referência (neste caso o WGS84). Embora o objetivo do elipsoide de referência fosse constituir uma boa aproximação do nível médio das águas do mar, tal não se verifica uma vez que a terra não é homogénea na sua constituição e a sua superfície é irregular (PESTANA, 2013).

O modelo que mais fielmente representa a superfície terrestre é o geoide, uma superfície “equipotencial gravítica correspondente ao nível médio dos oceanos” (PESTANA, 2013). Desta forma, a altitude ortométrica corresponde à distância vertical entre um determinado ponto e o geoide ou nível médio das águas do mar (valor H da Figura 1 caso o utilizador esteja na superfície terrestre). Na aviação geral esta altitude pode ser obtida através de um altímetro barométrico devidamente calibrado.

A altitude AGL ou absoluta corresponde à distância vertical entre a aeronave e o solo por baixo desta. Na aviação geral, esta altitude é frequentemente obtida a partir da leitura direta de sensores AGL tal como um Radar-Altímetro ou Laser-Altímetro (SCHAPPERT, ANO???).

## 2.2. O Laser-Altímetro

O Laser-Altímetro é um sensor de altitude capaz de fornecer ao utilizador a distância vertical a que este se encontra do solo, através da utilização de um feixe Laser.

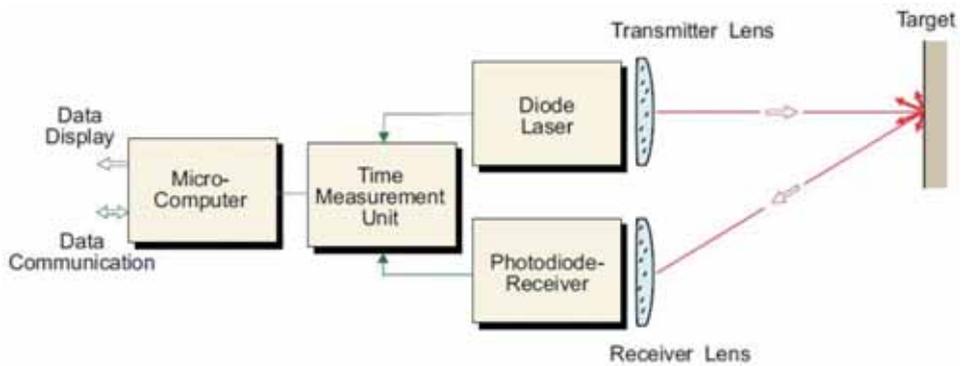


Figura 2 - Diagrama exemplificativo da constituição e funcionamento de um Laser-Altímetro.

Para determinar a distância ao solo, este sensor emite periodicamente um feixe Laser pulsado que passa pelas lentes do transmissor em direção à superfície. Este ao atingi-la, é refletido, e parte dele é captada pelo recetor. A distância entre o Laser-Altímetro e a superfície é obtida através da medição do tempo decorrido desde a emissão do pulso luminoso e a sua receção (princípio *Time Of Flight*), considerando a velocidade da luz constante para um determinado meio (ver eq. (1)) (RIEGL - *Laser Measurement Systems*).

$$R = \frac{c \cdot \Delta t}{2} \quad (1)$$

### 2.2.1. A Refletividade

Um dos fatores que condicionam o funcionamento do Laser-Altímetro é a refletividade das superfícies. Quando uma onda eletromagnética atinge a superfície terrestre, podem ocorrer três fenómenos: reflexão, absorção e transmissão. Para o caso da energia que sofre reflexão, fenómeno que é relevante para o estudo do funcionamento do Laser-Altímetro, existem dois extremos:

a reflexão especular e a reflexão difusa tal como ilustra a Figura 3. A reflexão especular é caracterizada pelo facto de toda a radiação incidente ser refletida numa única direção, cujo ângulo de reflexão iguala o ângulo de incidência. Por outro lado, a reflexão difusa é aquela em que a radiação refletida é igual em todas as direções, ou seja, a superfície aparenta ser igualmente brilhante de todas as direções (no caso da radiação se encontrar no espetro da luz visível). Porém, a maior parte das superfícies existentes refletem a radiação de forma intermédia: a radiação sofre um tipo de reflexão que se encaixa entre a reflexão especular ideal e a reflexão difusa ideal (Mackay, 2005).

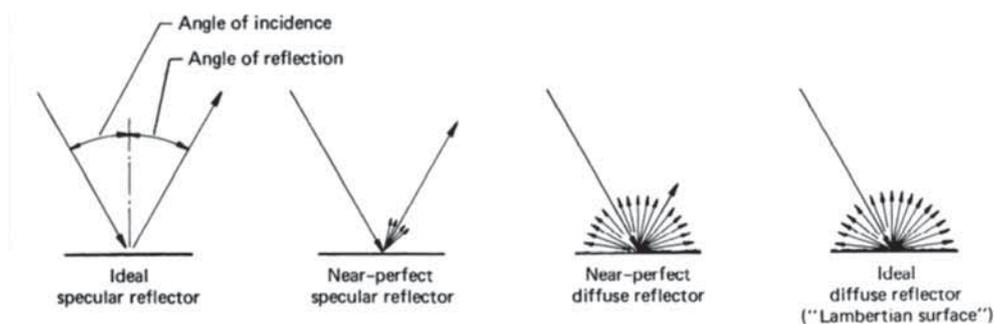


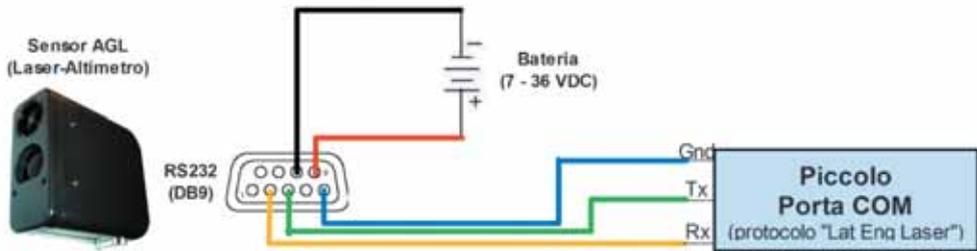
Figura 3 - A reflexão especular e difusa.

Contudo, a superfície terrestre não é toda ela plana e livre de obstáculos: contém elementos naturais e humanos (como casas, árvores, vegetação, entre outros) que poderão causar reflexões prematuras do feixe e, conseqüentemente, originar erros nas leituras realizadas. Embora nos primeiros Laser-Altímetros apenas fosse tida em conta a primeira reflexão do pulso luminoso, os mais recentes apresentam a capacidade de medir as várias reflexões de cada pulso, em que as últimas têm maior probabilidade de ser do solo (Harding, 2000).

Um outro aspeto a considerar no estudo da reflexão é a variação do seu coeficiente em função do comprimento de onda. A mesma superfície reflete com intensidades diferentes, diferentes comprimentos de onda, dependendo da sua composição mineral, da humidade do solo, do seu conteúdo orgânico e textura.

### 2.3. O Sensor AGL

O Laser-Altímetro adquirido pelo CIAFA é designado por Sensor AGL e caracteriza-se por ser um sensor de pequenas dimensões, baixo peso e com interface de alimentação e comunicações integrada para fácil utilização em UAV. O Piccolo, piloto-automático utilizado nas aeronaves do CIAFA, está preparado para operar com o Sensor AGL na realização de aterragens automáticas, mediante a obtenção da respetiva licença/código à Cloud Cap. Para o seu correto funcionamento com este piloto-automático, basta conectar este sensor a uma fonte elétrica e a uma das portas de comunicação do Piccolo, configurando-a para operar com o Laser-Altímetro (ver Figura 4). Durante o voo, este sensor atua apenas como um sistema auxiliar na execução de aterragens automáticas, sendo que a altitude AGL determinada pelo mesmo apenas é utilizada na perna final do circuito de aterragem.



**Figura 4** - Diagrama ilustrativo das ligações do Sensor AGL necessárias para o seu correto funcionamento com o Piccolo: ligação à bateria e a uma porta série do Piccolo (3 pinos).

A nível das suas características, este instrumento tem uma taxa de leitura de 1Hz, uma resolução de 10cm (leituras de alta resolução) ou de 1m (leituras de baixa resolução) e um alcance útil de 400m (tendo já em conta os diferentes tipos de terreno, as suas irregularidades e o movimento da aeronave). O seu fabricante, a Latitude *Engineering*, anuncia também uma exatidão de  $\pm 30$ cm para leituras de alta resolução, ou de  $\pm 1$ m para leituras de baixa resolução com este equipamento (Latitude *Engineering*, 2008).

### 3. DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE SOFTWARE

Antes da realização dos testes para avaliação do desempenho do Sensor AGL, foi necessário o prévio desenvolvimento e implementação de algoritmos e *software*.

A primeira etapa consistiu na criação de um *driver* para este sensor que o permitisse operar independentemente do *Piccolo*, possibilitando uma análise mais correta e objetiva a este Laser-Altímetro. Para o seu desenvolvimento foi utilizada a linguagem de programação C++, não só devido à maior familiarização com a mesma, mas também devido às futuras aplicações deste *software*. Assim, foi implementado no *driver* uma máquina de estados para leitura das medições do sensor, informando o utilizador da altitude medida, se a leitura é boa ou má, se é de baixa ou de alta resolução, e se foi realizada com o *Farthest Target Mode* ou com o *Nearest Target Mode* ativo (se o sensor teve em conta a última ou a primeira reflexão do feixe, respetivamente). Por outro lado, este *software* permite também o envio de definições de leitura para o sensor, possibilitando ao utilizador ativar ou desativar as leituras contínuas e os modos *Farthest Target Mode* e *Nearest Target Mode*, assim como definir a frequência de leitura do sensor até ao máximo de 1Hz.

Seguidamente, para a realização dos testes no solo, foi necessário o prévio desenvolvimento de um *software* de leitura com interface gráfica (ver Figura 5) utilizando o *driver* anteriormente criado. O objetivo deste novo *software* foi o de, não só permitir a recolha de leituras do sensor durante os testes a realizar, mas também constituir uma interface de verificação e testes do Sensor AGL para o CIAFA. Como tal, este foi desenvolvido com recurso à linguagem de programação C++ e ao *framework* Qt.

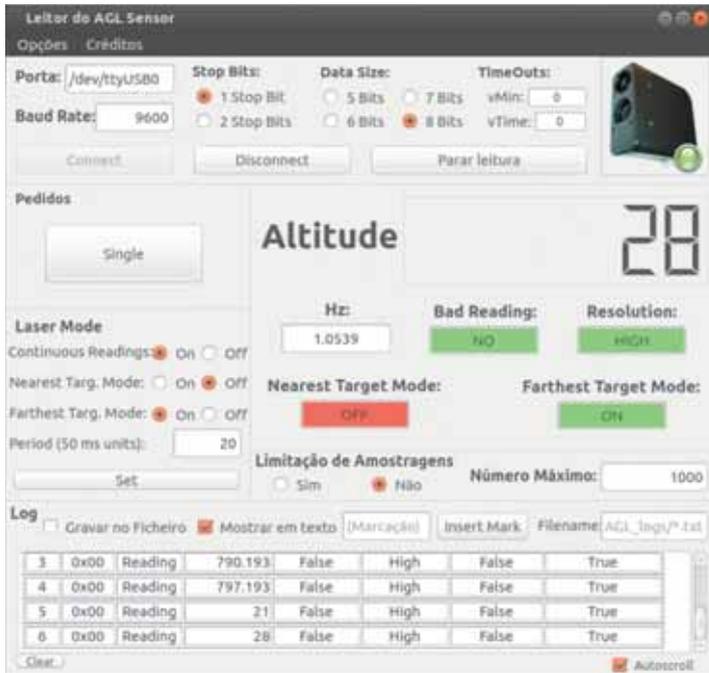


Figura 5 - Software de leitura desenvolvido para o Sensor AGL em pleno funcionamento.

Para a realização do teste em voo, foi também necessário o prévio desenvolvimento de *software* em ROS (sistema utilizado nas placas computacionais PC/104 a bordo das plataformas do CIAFA) para, ao ser executado a bordo do UAV, proceder à recolha e gravação dos dados necessários para posterior análise no solo. Estes dados incluem a informação de posição da plataforma, determinada a partir do sistema DGPS, a atitude de nariz e pranchamento da aeronave (*pitch* e *roll*), a pressão estática, a altitude AGL, entre outros. Para além da realização do teste em voo, este *software* permitirá também que, no futuro, este sensor seja utilizado em plataformas que não utilizem o *Piccolo*, através da sua integração na arquitetura do projeto *Seagull*.

Por fim, para a realização do pós-processamento dos dados recolhidos durante os testes, foram desenvolvidos *scripts* em MATLAB que leem todas as leituras registadas para cada ensaio, realizam uma análise estatística às mesmas e apresentam os resultados sobre a forma de gráficos. Esta análise inclui o cálculo da média, do desvio padrão e dos valores mínimos e máximos, tanto das medições realizadas como das frequências instantâneas dessas medições, bem como a percentagem de más leituras e de leituras de baixa/alta resolução para cada ensaio.

#### 4. DESENVOLVIMENTO DE *HARDWARE*

Terminado o desenvolvimento do *software* necessário, procedeu-se à escolha e preparação de todo o material necessário para a realização dos testes. Esta preparação inclui não só a construção de suportes para os testes no solo, mas também a montagem e ligação do Sensor AGL na plataforma UAV para os testes em voo.

Para os testes no solo, começou-se por construir um suporte para o Sensor AGL que permitisse a sua fixação com diversos ângulos de incidência em relação a diversas superfícies. Seguidamente, com o objetivo de atenuar os erros originados pela má reflexão do feixe em determinados tipos de superfícies, optou-se pela utilização de um obstáculo uniforme e refletor nos ensaios estáticos a 90° em laboratório. Para os testes realizados na Ota, recorreu-se ao uso de uma estação total Leica TCRT1201 (com o apoio da Direção de Infraestruturas) para a marcação exata das distâncias e ângulos para a realização dos vários ensaios. Para os testes em movimento, construiu-se um «braço extensor» para o suporte do Sensor AGL (ver Figura 6), de modo a que fosse possível realizar medições sobre a vegetação nas imediações da pista, com a viatura a circular na mesma. Adicionalmente, ao longo destes testes, recorreu-se também ao uso de um suporte tripé em alumínio, uma fonte de alimentação, um gerador elétrico portátil, um computador portátil, uma fita métrica (classe II), um esquadro aristo e um pêndulo vertical.



Figura 6 - «Braço extensor» para o suporte do Sensor AGL, construído para os testes em movimento.

Para a realização do teste em voo, foi necessária a prévia e correta instrumentação do UAV. Nesse sentido, procedeu-se à instalação do Sensor AGL na plataforma *Alfa-Extended* 00 do CIAFA de acordo com as recomendações do fabricante. Uma vez que este sensor não possui de origem nenhum meio físico que permita a sua fixação à plataforma, foi necessária a construção de um suporte em madeira, no interior do UAV, que permitisse acondicioná-lo devidamente. Dado que por motivos logísticos não foi possível utilizar o Sensor AGL conectado diretamente ao *Piccolo* para a realização de aterragens automáticas e testes, o dispositivo utilizado para o teste em voo foi o apresentado na figura seguinte.

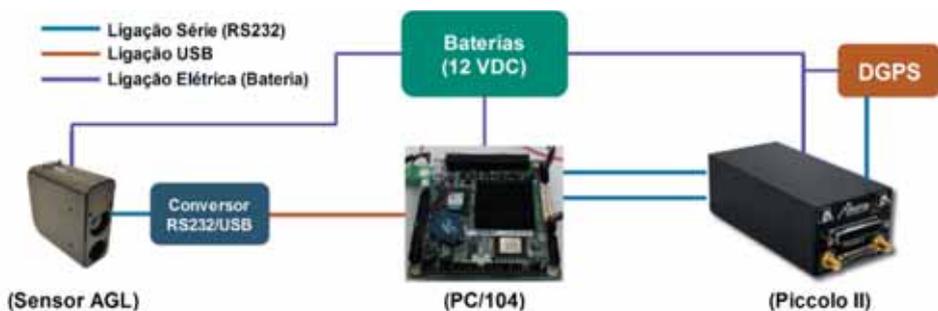


Figura 7 - Diagrama ilustrativo das ligações existentes entre equipamentos no decorrer dos testes em voo.

## 5. TESTES E RESULTADOS

Com todo o *software* desenvolvido e testado e com todo o equipamento auxiliar construído e disponível, reuniram-se as condições para dar início aos testes no solo e em voo. Em todos os testes realizados, o Sensor AGL encontrava-se configurado para obter leituras de forma contínua à frequência de 1Hz, tendo o modo de alvo mais distante ativo (*Farthest Target Mode*).

### 5.1. Testes no Solo

Sendo os primeiros a ser realizados, os testes no solo tiveram como finalidade a avaliação do desempenho do Sensor AGL, em termos de precisão e exatidão, em situações bem definidas. Este tipo de testes permitiu assim, isolar e identificar quais as fontes de erro mais condicionantes para o sensor, sejam elas geradas pela plataforma em que este está instalado (altitude, atitude e pranchamento, velocidade, vibrações) ou pelo ambiente que o rodeia (superfície sobre a qual incide o feixe, ruído, atenuação atmosférica). Estes testes foram também realizados com o intuito de procurar possíveis limitações do equipamento para determinadas condições de voo e, conseqüentemente, para o teste em voo. A referência utilizada para estes testes foi o erro médio do sistema DGPS: 75cm.

Os testes a várias distâncias tiveram por objetivo avaliar o desempenho do Sensor AGL para diversas distâncias (altitudes). No teste até à distância de 500m verificou-se a presença mista de medições de alta e baixa resolução. Uma análise em separado das mesmas permitiu concluir que as medições de baixa resolução, dado o seu elevado desvio padrão e a grande amplitude dos seus erros máximos (cerca de 1m), são incorrigíveis devido à prevalência de erros aleatórios. Já as medições de alta resolução (ver Figura 8), embora com um erro superior às de baixa resolução, apresentam um desvio padrão e uma amplitude de erros máximos muito inferior (e dentro dos valores anunciados pelo fabricante). Desta forma, o erro médio em função da distância (presente na Figura 8 a vermelho) foi considerado como o perfil do erro sistemático do Sensor AGL, possibilitando a futura correção das suas medições. Após a aplicação da correção nas medições registadas, apurou-se que todas as leituras se encontram dentro do intervalo anunciado pelo fabricante para leituras de alta resolução (+/-30cm) verificando-se, conseqüentemente, um desempenho superior ao do sistema DGPS. No entanto, a taxa de amostragem verificada nos ensaios ficou aquém da anunciada pelo fabricante, sendo 0,72Hz a taxa obtida face à taxa anunciada de 1Hz.

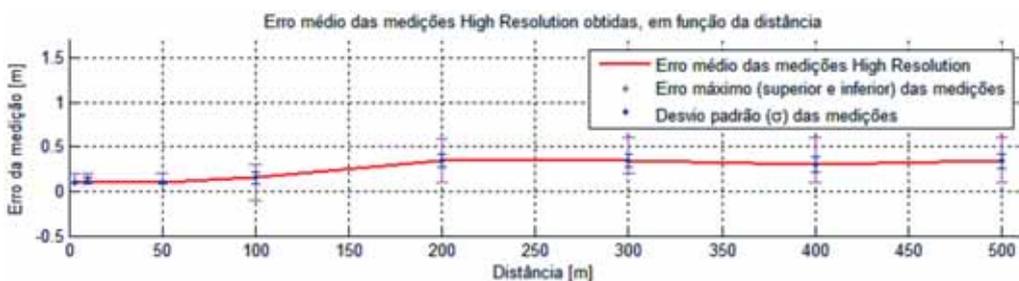
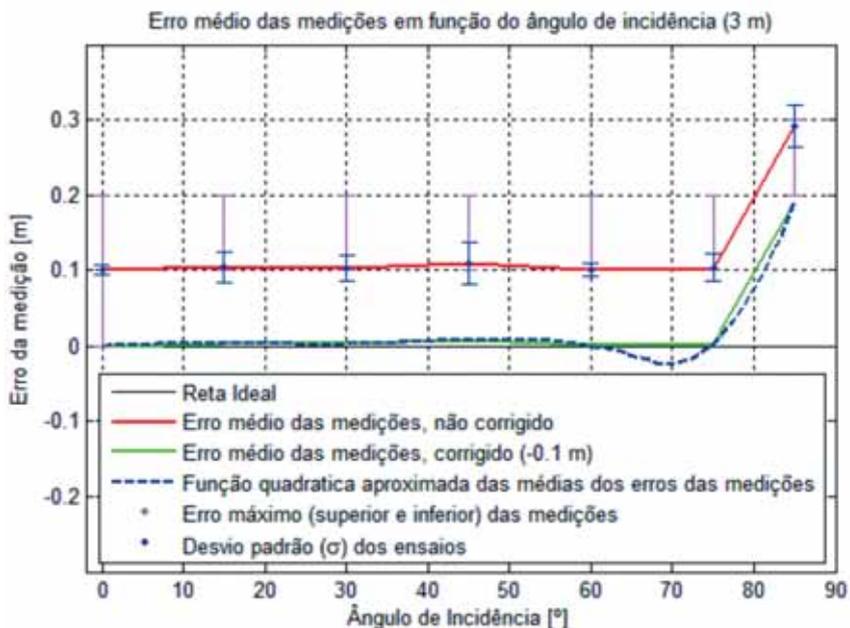


Figura 8 - Erro médio das medições de alta resolução obtidas nos ensaios do teste a longas distâncias, em função da distância.

No teste em várias superfícies, com o intuito de verificar o desempenho do Sensor AGL sobre vários tipos de solo (asfalto seco, molhado, com uma camada de água de 1,5mm e vegetação baixa), verificou-se um erro sistemático de cerca de 10cm em todos os ensaios (tal como esperado, dado que o ensaio foi realizado a 1,1m do solo). Verificou-se também um aumento da amplitude dos erros máximos no ensaio em asfalto com uma camada de água, situação que pode ser explicada pelo baixo coeficiente de reflexão da água. Todos os resultados obtidos encontram-se dentro dos parâmetros anunciados pelo fabricante (à exceção da taxa de amostragem que se manteve em 0,72Hz), demonstrando assim melhor exatidão (após a correção do erro sistemático) a nível altimétrico do que o DGPS. A partir dos ensaios realizados, não foi encontrada nenhuma limitação em termos de superfícies em que este não deva operar. No entanto recomenda-se cautela aquando da operação sobre piso muito molhado, pois é expectável a deterioração da qualidade das leituras do sensor.

No teste com vários ângulos de incidência a 3 metros (ver Figura 9), com o intuito de verificar o desempenho do Sensor AGL para vários ângulos de incidência, verificou-se um erro sistemático de cerca de 10cm (tal como esperado) desde os ângulos de 0° até 75°. No entanto, no ensaio para um ângulo de incidência de 85° verificou-se um aumento do erro médio, embora ainda dentro dos valores anunciados pelo fabricante. Presume-se que tal tenha ocorrido devido à «profundidade» da *footprint*, ou seja, devido à distância entre o ponto mais afastado e o ponto mais próximo da *footprint* que deixou de ser desprezável (dada a resolução do Sensor AGL). Neste teste o Sensor AGL demonstrou então um desempenho dentro do esperado para todos os ângulos testados, superando a exatidão do sistema DGPS (após a correção do erro sistemático), exceto nos valores obtidos da taxa de amostragem.



**Figura 9** - Gráfico com o erro médio das medições obtidas no teste para vários ângulos de incidência, em função do ângulo de incidência.

Os testes em movimento foram realizados sobre asfalto e vegetação baixa, a diversas velocidades, com o intuito de verificar o desempenho do Sensor AGL em função da velocidade. Embora a taxa de amostragem se tenha mantido abaixo do anunciado pelo fabricante, o erro médio obtido em todos os ensaios manteve-se em 10cm (erro sistemático previamente detetado) considerando-se a não existência de variações do erro em função da velocidade para ambas as superfícies testadas. Assim, o Sensor AGL demonstrou durante o teste boa precisão e exatidão (após correção do erro sistemático), superando o valor de referência para o DGPS.

## 5.2. Teste em Voo

O teste em voo foi realizado com objetivo de avaliar o desempenho do Sensor AGL, em condições normais de operação, face ao sistema DGPS em termos altimétricos. Este teste envolve, assim, a operação deste sensor na presença de várias fontes de erro em simultâneo, como as vibrações, o voo sobre várias superfícies a diversas altitudes, velocidades, atitudes de nariz e pranchamentos, o ruído e a atenuação atmosférica. Desta forma, e dado que não foi possível a utilização de um recetor GPS independente como referência para o teste, utilizou-se a altitude barométrica determinada a partir da pressão estática medida pelo *Piccolo* enquanto referência altimétrica.

Para os dois voos realizados foram planeadas diversas manobras comuns em voo como linha de voo, voltas e circuitos a várias altitudes e velocidades, sobrevoando vários tipos superfícies. Embora o funcionamento do *software* tenha sido testado no solo com sucesso e os procedimentos antes e depois do voo corretamente aplicados, em ambos os voos não foram recolhidos dados suficientes para tirar conclusões em relação ao desempenho do Sensor AGL. Embora estes resultados fossem importantes para o enriquecimento deste trabalho, uma vez que não foi possível a utilização de um recetor GPS independente a bordo, não seria possível fazer uma análise objetiva do desempenho do sensor em relação ao DGPS.

## 6. CONCLUSÃO

Os testes realizados com o Sensor AGL mostraram um desempenho superior ao do sistema DGPS (a nível altimétrico), em termos de precisão e exatidão, verificando-se um erro máximo das medições corrigidas de 0,3m, valor inferior a metade do erro altimétrico médio do DGPS (0,75m). Os valores obtidos da taxa de amostragem, embora inferiores aos anunciados pelo fabricante, não são considerados incompatíveis com a realização de aterragens automáticas com o *Piccolo*. Em relação ao ângulo de incidência do feixe Laser sobre a superfície, os testes realizados mostraram que, em determinadas situações, este pode afetar negativamente a exatidão das medições. No entanto, dado que todos os valores obtidos se mantiveram dentro dos anunciados pelo fabricante e que este sensor apenas é utilizado pelo *Piccolo* na perna final da aterragem, considera-se não haver incompatibilidades a este nível para a realização de aterragens automáticas. Nos testes estáticos em diferentes tipos de superfícies não foram identificadas variações significativas das medições, à exceção do ensaio sobre asfalto com uma camada

de água. Nos testes em movimento no solo, os resultados obtidos permitiram concluir a inexistência de variações significativas das medições em função da velocidade. No teste em voo, pelos problemas encontrados na realização dos ensaios, não foram obtidos dados conclusivos.

Em suma, apurou-se que o Sensor AGL tem uma performance altimétrica claramente superior à do sistema DGPS, sendo vantajosa a sua utilização para a redução do erro altimétrico deste sistema na realização de aterragens automáticas. Não se recomenda, no entanto, que as medições de baixa resolução sejam utilizadas para a aterragem, e aconselha-se alguma cautela na operação sobre superfícies muito molhadas. Por outro lado, aconselha-se que antes da utilização deste sensor em voo para a execução de aterragens automáticas, haja a realização prévia de voos de teste.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HARDING, David J. 2000. **Principles of Airborne Laser Altimeter Terrain Mapping**. NASA's Goddard Space Flight Center. Greenbelt : s.n..

Latitude Engineering. 2008. **AGL Sensor external interface and comms spec**. Tucson : s.n., 2008. p. 5.

MACKAY, Louise. 2005. **Lecture 2: Electromagnetic Radiation Interactions with the Earth's Surface**. *University of Leeds - School of Geography*. [Online] 2005. [Citação: 4 de Dezembro de 2014.] <http://www.geog.leeds.ac.uk/courses/level2/geog2750/Lecture2.doc>.

MARQUES, Pedro Gonçalo. 2014. **Validação de um sistema DGPS para navegação de UAV's do projeto PITVANT**. Sintra : Academia da Força Aérea, 2014.

PESTANA, António. 2013. **Elementos de Geodesia**. Porto : Instituto Superior de Engenharia do Porto, 2013.

RIEGL - Laser Measurement Systems. **Operation of a Pulsed Laser Distance Meter**. [Online] [Citação: 18 de Novembro de 2014.]

[http://www.riegl.com/uploads/tx\\_pxriegl/downloads/General-Information-Distancemeter.pdf](http://www.riegl.com/uploads/tx_pxriegl/downloads/General-Information-Distancemeter.pdf).

SCHAPPERT, Jason. **Types of Altitude**. *MzeroA.com*. [Online] MzeroA.com. [Citação: 20 de dezembro de 2014.] <http://www.m0a.com/different-types-of-altitude/>.

# **Integração do P-3C Cup + ORION no NATO *Alliance Ground Surveillance***



Autor: Pedro Pimenta, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado em  
Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador  
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Professor Doutor Paulo Cardoso do Amaral  
Doutor em Gestão Internacional  
Universidade Católica Portuguesa, Lisboa

Coorientador: Vitor José Lazera Martins, Major Navegador  
Comando Aéreo, Lisboa

**Resumo:** O presente trabalho de investigação tem como temática a possível integração do sistema de armas P-3C CUP+ ORION, da Força Aérea Portuguesa, no programa multinacional de vigilância terrestre da NATO, o *Alliance Ground Surveillance* (AGS).

O estudo realizado envolve a verificação da existência de requisitos operacionais definidos para os meios aéreos empregues no âmbito do programa AGS, a análise das capacidades *Intelligence Surveillance and Reconnaissance* (ISR) da plataforma P-3C, a fim de verificar o cumprimento dos referidos requisitos e validar a sua possível integração no sistema North Atlantic Treaty Organization (NATO) AGS como um *ISR National Asset*.

De modo a cumprir o objetivo inicialmente proposto, a análise efetuada permitiu interligar o conceito de capacidade no âmbito do programa AGS, com o conceito de capacidade ISR da plataforma aérea P-3C.

Ambos os conceitos são analisados através do conteúdo obtido pelas diversas fontes bibliográficas, entrevistas realizadas e conversas exploratórias, com a finalidade de se retirarem conclusões que permitiram dar resposta às questões de partida e às questões derivadas.

Considerando o enquadramento da cooperação internacional a nível da vigilância, concluiu-se que o sistema de armas em apreço pode integrar o programa da NATO, uma vez que possui sensores de recolha de informação tecnologicamente evoluídos. Por outro lado, foi possível identificar limitações ao nível da transmissão de informação para outros sistemas, o que poderá trazer alguns problemas ou mesmo comprometer a possível integração no NATO AGS.

É recomendada uma análise, avaliação e proposta da: participação da aeronave P-3C no programa NATO AGS; melhoria das capacidades ISR e comunicações da plataforma.

**Palavras-chave:** *Alliance Ground Surveillance*, Capacidade, Cooperação, *Intelligence Surveillance and Reconnaissance*, P-3C Cup+ ORION

## 1. INTRODUÇÃO

Contextualizando a problemática da investigação, habitamos hoje um mundo imprevisível onde a quantidade de informação gerada e o seu valor não tem precedentes. A par desta evolução, desde 2008 que as economias Europeia e Americana têm sido desafiadas por uma persistente crise económica global. Portugal, membro da NATO e da União Europeia (UE), não teve um destino diferente das restantes economias (MDN, 2013).

Assim, face ao ambiente internacional vivido, no qual os países fazem parte de diversas organizações e alianças internacionais, várias exigências são feitas implicando a partilha de capacidades, visando objetivos comuns cada vez mais observados por todos.

Quanto à problemática, Rasmussen, secretário-geral da NATO (Agosto de 2009 até Setembro 2014), refere que as bases para todas as operações militares são obtidas através de iniciativas ISR, com o propósito de fornecer ao comandante a informação necessária para a melhor tomada de decisão possível (NATO, 2014).

Tal como o próprio nome indica, o AGS visa garantir à Aliança uma capacidade de vigilância do ambiente terrestre., definida por Rasmussen como uma capacidade crítica da NATO (NATO, 2014). Como podemos observar na imagem, é considerado um fator chave para todo o espectro de operações da NATO.



**Figura 1** – AGS como capacidade crítica  
 Fonte: NAGSMA (2013)

O AGS está inicialmente a ser adquirido por 15 países Aliados, dos quais Portugal não faz parte.

Será disponibilizado para a Aliança em 2017-2018 e todos os Aliados participarão a partir da sua operacionalização no contínuo desenvolvimento da capacidade, através de contribuições financeiras. Contudo existe a possibilidade de alguns países Aliados substituírem parte das suas contribuições financeiras, através da disponibilização de sistemas de vigilância nacionais, como irá acontecer com a França e o Reino Unido (NATOc, 2014), tendo a Turquia demonstrado vontade de encetar o mesmo caminho (WIKILEAKS, 2013). Este é precisamente o fundamento teórico no qual assenta a investigação.

## 2. CONSTRUÇÃO DO MODELO DE ANÁLISE

A construção do Modelo de Análise da investigação foi alicerçada no conhecimento adquirido. Como tal, foram definidos e explicados os componentes do modelo que coincidem com os conceitos chave da investigação, sendo enumerados na figura 2.



**Figura 2** – Modelo de Análise

A análise passou por confrontar a informação das diversas dimensões dos conceitos, num contexto cujos objetivos foram definidos a partir da pergunta de investigação.

### 3. CAPACIDADE NATO AGS E REQUISITOS ISR

O NATO AGS é entendido como uma capacidade de vigilância terrestre completa e integrada, com acesso ilimitado e sem restrições aos dados de vigilância terrestre em NRT (ou seja quase em tempo real), e de uma forma inter operável (NAGSMA, 2013).

Segundo a NATO AGS *Management Agency* (NAGSMA) uma capacidade é vista como um sistema *NATO owned operated Ground/Maritime Surveillance and Intelligence*. Este deverá oferecer: percepção do espaço de batalha em tempo quase real; análise adicional de processamento, exploração e disseminação de *intelligence*; apoio ao processo de decisão dos comandantes NATO (NAGSMA, 2013).

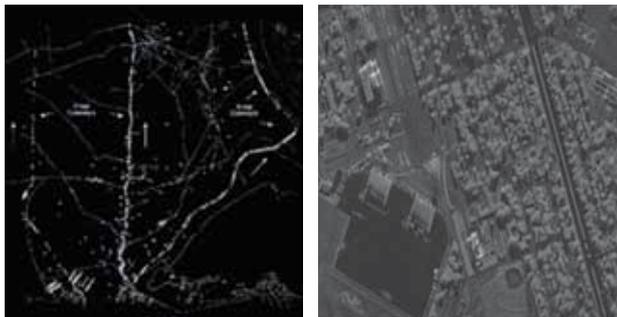


**Figura 3** – Componentes do sistema AGS  
Fonte: NAGSMA (2013)

Quanto à constituição do sistema AGS, este subdivide-se em três segmentos principais, o segmento aéreo, o terrestre e o de suporte. O segmento aéreo será constituído por uma plataforma aérea não tripulada, baseada no *Global Hawk Block 40* e complementado pelas plataformas aéreas de vigilância nacionais (NATOC, 2014).

Quanto aos requisitos definidos, aprez referir os seguintes requisitos operacionais do AGS: Interoperabilidade entre os sistemas NATO e os sistemas de vigilância nacionais; Interoperabilidade obtida através dos padrões NATO técnicos, arquiteturais e de procedimentos comumente utilizados (ANTONAROLI, 2011).

Os dados de Vigilância do AGS serão essencialmente de dois tipos, dados GMTI (*Ground moving target indicator*) e imagens SAR (*Synthetic Aperture Radar*). Os dados GMTI consistem em deteções radar de objetos móveis, enquanto que os produtos SAR são imagens geradas por radar que representam áreas e objetos estacionários ou imóveis (ANTONAROLI, 2011).



**Figura 4** – Dados GMTI e imagem SAR  
Fonte: ANTONAROLI (2011)

#### 4. CAPACIDADES ISR P-3C

O sistema de armas P-3C é definido como uma aeronave convencional, pressurizada, de asa baixa, de longo raio de ação, com quatro motores turbo-hélice, capaz de voar com todas as condições meteorológicas, cujo sistema de aviônicos está equipado por um computador que gere todos os *displays* táticos (MFA 500-11, 2012).

Para além de manter todas as capacidades de patrulhamento marítimo herdadas do P-3P como MPA (*Maritime Patrol Aircraft*), o conjunto de sensores modernos associados a um sistema tático de missão completamente integrado, capacitaram o P-3C CUP+ a operar também em diversas missões em ambiente terrestre, dotando a plataforma com a capacidade de realizar missões *Intelligence Surveillance Target Acquisition and Reconnaissance* (COSTA, 2013).

Quanto aos sensores da aeronave, é equipada com um sistema eletro-ótico e infravermelho, que consiste primariamente em sensores de imagem giro estabilizados.

Os sensores de imagem são constituídos por três câmaras distintas:

- Uma câmara de baixa ampliação, referida como EOW (*Electro-Optical Wide*);
- Uma câmara de infravermelho de alta ampliação, referida como IR (*Infrared*)
- Uma camara de alta ampliação, referida como EON (*Electro-Optical Narrow*), que possui um modo de recolha em ambientes de baixa luminosidade selecionável como um filtro.

Quanto ao radar do P-3:

O radar do P-3C é um radar digital e multimodo, do qual se destacam as suas capacidades de deteção. Mas para além dessas excelentes capacidades, o radar foi desenvolvido com a capacidade de gerar imagem em diversos modos, descritos na figura 6.

As diferentes capacidades surgem da combinação da utilização dos diferentes modos de operação do radar, que variam conforme o tipo e objetivos de cada missão (MFA 500-11, 2012).

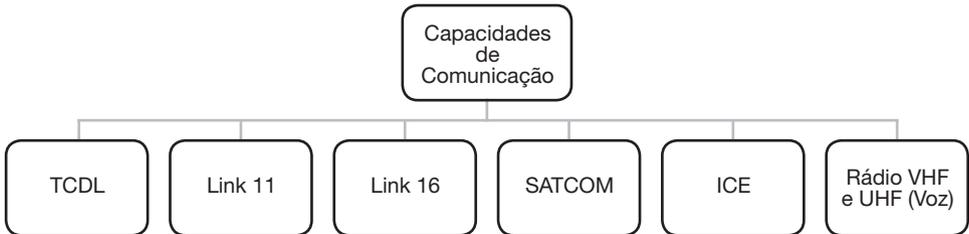


**Figura 5** – Imagem obtida pelo sensor EO  
Fonte: Esq. 601

Quanto às capacidades de comunicação, destacam-se as apresentadas na figura 7:



**Figura 6 – Radar P-3C**  
Fonte: Esq 601



**Figura 7 - Comunicações P-3C**  
Fonte: MFA 500-11 (2012)

## 5. ANÁLISE

Foram obtidas algumas conclusões quanto ao AGS através da análise intermédia. Verificou-se que estando prevista a participação de meios nacionais, está também previsto que estes o façam através da transmissão de dados/informação essencialmente: Radar MTI; imagens SAR e *Automated Information System* (AIS). O sistema de informação do AGS pode ainda aceitar/receber informação: EO; IR e *Full Motion Video*.

Com base nesta e noutras informações obtidas, foram inferidos 3 requisitos para a participação e interoperabilidade dos sistemas ISR nacionais:

- Obtenção de imagens/contatos através de sensores específicos;

Tipo de dados	STANAG
GMTI / MMTI	4607
Spot SAR / Swath SAR / ISAR	4545
AIS	4668

- Transmissão das imagens/contatos através de protocolos de comunicação que garantam o nível exigido de interoperabilidade;

Tipo de Comunicação	STANAG
Link 16	5516
KU Band SATCOM	4607 / 4545 / 5516
LOS WBDL	7085

- Transmissão de informação em regime NRT.

Tipo de Comunicação
Link 16
KU Band SATCOM
LOS WBDL
Voz
CHAT XMPP

Quanto ao P-3C, a exploração dos sensores e equipamentos (através dos manuais, conversa com especialistas na aeronave e entrevistas) permitiu concluir que as capacidades ISR da plataforma da FAP são tecnologia de ponta, interoperáveis e compatíveis com os STANAGS e protocolos de imagem definidos para ISR na NATO.

Todos os formatos de informação requeridos pelo NATO AGS são cumpridos, uma vez que o sistema de armas produz os tipos de informação a seguir evidenciados:

Radar				EO / IR	
Informação		Contactos	Classificação	EO	IR
MTI	SAR	AIS	ISAR		
GMTI	Scan SAR			EOW	
Sea-MTI	Strip SAR			EON	
	Spot SAR			Low Light	

Verificou-se assim que aeronave tem capacidades ISR para integrar as missões no âmbito do programa AGS, contudo foram encontrados alguns problemas, considerados sérios por alguns especialistas, no segmento de transmissão de informação:

- TCDL não apresenta quaisquer problemas, sendo totalmente compatível com o STANAG 7085;
- *Link 16* cumpre com o requisito definido pelo STANAG 5516 e do ponto de vista desse acordo é interoperável contudo existe o problema da integração do mesmo. Os contactos detetados não são automaticamente transmitidos pelo *Link*;
- Aeronave revela a falta de capacidade efetiva SATCOM comercial em bandas de frequência elevadas (tal como na *Ku Band*), que apresentem uma elevada razão de transferência de

dados. Possui apenas capacidades VHF e UHF, sendo apenas capaz de operar com satélites militares dedicados; transmissões voz via rádio completamente interoperáveis

- *Link 11* e ICE considerados sem relevância no âmbito do AGS.

## 6. VERIFICAÇÃO DOS REQUISITOS

Uma vez que são cumpridos pelo P-3C todos os formatos de informação pretendidos, podemos afirmar que o requisito de obtenção de imagens/contactos através de sensores específicos é cumprido.

Quanto à transmissão das imagens/contactos através de protocolos de comunicações que garantam a exigida interoperabilidade, apenas são inteiramente cumpridas as capacidades de transmissão LOS WBDL, e de *Link 16*, que cumprem com os requisitos definidos pelos STANAG's 7085 e 5516 e do ponto de vista desse acordo são interoperáveis. Nota-se a falta de uma capacidade efetiva SATCOM comercial, que não é cumprida;

O requisito NRT é apenas cumprido na totalidade pelo P-3C ao nível do TCDL e das comunicações por voz, via Rádio Frequência (RF). Parcialmente pode considerar-se que o requisito é cumprido ao nível do *Link 16*, uma vez que apenas a receção de contactos e informação na plataforma é feita de forma automatizada, sendo que a informação a transmitir tem que ser inserida manualmente pelo operador, o que faz com não cumpra com o requisito de NRT. Quanto à possibilidade de estabelecer comunicações via CHAT, o P-3C CUP+ possui o sistema ICE, que não é compatível com o CHAT (XMPP), utilizado pelo sistema AGS

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 7.1. Conclusões

Este trabalho teve como objetivo analisar as capacidades ISR da aeronave P-3C Cup+ Orion, a fim de validar a sua possível integração no sistema NATO AGS como um ISR *National Asset*, através da verificação do cumprimento dos requisitos operacionais estabelecidos pela NATO.

A análise efetuada permitiu concluir não só que o NATO AGS visa a receção essencialmente de informação radar MTI, imagens SAR e AIS, podendo ser também aceite/disseminada informação EO/IR/FMV, mas também que os requisitos para a participação dos meios nacionais ISR, com o fornecimento de dados/informação, no NATO AGS, são definidos pelos STANAGS da NATO que determinam o formato dos vários tipos de dados.

Verificou-se ainda estarem previstos nos vários STANAGS da NATO os requisitos que os meios nacionais ISR devem cumprir para o fornecimento de dados/informação ao programa

NATO AGS, o que por si só permite verificar que está prevista a contribuição dos meios nacionais ISR para o sistema de informação do AGS.

Por sua vez, a confirmação da forma como a França e o Reino Unido (e a Turquia que pretende seguir o mesmo caminho), irão contribuir para o programa, disponibilizando meios de vigilância adicionais, e as informações obtidas vieram a confirmar estar prevista, definida e que a NATO conta com essa interação entre sistemas nacionais e o sistema AGS para o complemento do sistema de informação do AGS.

Verificou-se que os sensores da aeronave produzem todos os tipos de informação radar GMTI, imagens SAR e contactos AIS requeridos pelo NATO AGS, cumprindo com os formatos definidos.

Por sua vez, as capacidades de transmissão de informação, excetuando a SATCOM, cumprem com os STANAGS's e acordos NATO sendo que a comunicação de voz, o TCDL e o Link 16, cumprem com os requisitos definidos pelos STANAG's e do ponto de vista desse acordo são inter operáveis.

Note-se que os protocolos serem compatíveis com os STANAGS e acordos NATO, ou cumprirem com os formatos definidos por estes, por si só não é garante da total interoperabilidade e correto funcionamento dos sistemas, que dependem de vários outros fatores além dos formatos de transmissão e recolha de informação.

Assim chegou-se à conclusão de que as capacidades ISR da aeronave são tecnologia de ponta, interoperáveis e compatíveis com os STANAG's e protocolos definidos para ISR na NATO, sendo unânime a opinião dos especialistas nesse aspeto.

Tendo em conta que a aeronave produz os tipos de informação que podem ser admitidos pelo NATO AGS, concluiu-se que o P3C CUP+ ORION efetivamente é uma aeronave capaz de desempenhar missões ISR pelo que poderá ser parte integrante do NATO AGS, contudo, essa integração apresenta de momento algumas limitações.

Essas limitações surgem devido ao segmento de transmissão de informação do P-3C, que sem o *Link 16* totalmente integrado e sem capacidade efetiva de transmissão SATCOM comercial *Ku Band* (ou outra para além da linha de vista, com elevada razão de transferência de dados) e sem o CHAT XMPP, veria a sua interoperabilidade com o sistema algo reduzida.

## **7.2. Recomendações**

Considerando o autor que este trabalho apresenta a participação do P-3C Cup+ no NATO AGS como uma proposta viável, que garante o cumprimento de um compromisso nacional assumido no âmbito da Aliança Atlântica, ainda aliado a eventuais benefícios financeiros e criando a oportunidade de demonstrar e projetar a capacidade ISR da FAP, são apresentadas as seguintes recomendações:

## À Divisão de Operações da Força Aérea

Analisar, avaliar e propor:

- A participação da plataforma P-3C Cup+ no programa NATO AGS, considerando os benefícios financeiros envolvidos, a afirmação da capacidade ISR nacional no âmbito da NATO, assim como os benefícios decorrentes dos conhecimentos e experiência adquiridos em ambiente operacional;
- A participação em exercícios de JISR, como o *Unified Vision*, de modo a ser testada operacionalmente a compatibilidade dos sistemas.

## À Direção de Engenharia e Programas da Força Aérea

Analisar, avaliar e propor:

- A integração total do LINK16 no sistema de missão da plataforma P-3C Cup+;
- A aquisição das capacidades de CHAT XMPP e SATCOM KuBand para complementar os sistemas de comunicações da plataforma P-3C Cup+.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONAROLI, Valter – **Alliance Ground Surveillance** [Em Linha] 2011 [Consult. 5 dez. 2014] Disponível em WWW:<URL: <http://www.european-defence.com/Review/2011/binarywriterservlet?imgUid=2e840d83-f8c1-b331-76b8-d77407b988f2&uBasVariant=11111111-1111-1111-1111-111111111111>

COSTA, Paulo – A capacidade ISR na Força Aérea: Participação da Esquadra 601 nas Operações de Combate à Pirataria no Oceano Índico. In **A Transformação do Poder Aeroespacial**. 1.ª ed. Porto: IESM, 2013. P. 507-532.

MDN – **Conceito Estratégico de Defesa Nacional**. Lisboa: MDN, 2013.

MFA 500-11 - **Conceito de Operações para o Reconhecimento e Vigilância**. [S.l.]: Força Aérea Portuguesa, 2012.

NAGSMA – **Alliance Ground Surveillance (AGS)** [Em Linha]. 2013, [Consult. 15 dez. 2014]. Disponível em WWW:<URL:<http://www.2013.5zywiolow.pl/wp-content/uploads/2013/09/06-Horvat-Bogdan-NAGSMA.pdf>

NATO – **Topic: Secretary General's Annual Report 2012** [Em Linha] 2014. [Consult. 7 out. 2014]. Disponível em WWW:<URL:[http://www.nato.int/cps/en/natolive/opinions\\_94220.htm](http://www.nato.int/cps/en/natolive/opinions_94220.htm)

NATOc – **Alliance Ground Surveillance** [Em Linha]. 2014, [Consult. 10 out. 2014]. Disponível em WWW:<URL:[http://www.nato.int/cps/en/natolive/topics\\_48892.htm](http://www.nato.int/cps/en/natolive/topics_48892.htm)

WIKILEAKS – **Turkish Participation in NATO ALLIANCE GROUND SURVEILLANCE (AGS) Program** [Em Linha]. 2013, [Consult. 15 dez. 2014]. Disponível em WWW:<URL:[https://www.wikileaks.org/plusd/cables/09ANKARA63\\_a.html](https://www.wikileaks.org/plusd/cables/09ANKARA63_a.html)

# O Ártico

## Geopolítica e Desafios Transnacionais



Autor: Ana Baptista, Aspirante Aluna do Mestrado Integrado  
em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador  
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientadora: Professora Doutora Sandra Maria Rodrigues Balão  
Doutora em Ciências Sociais  
Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Lisboa

Coorientador: Luís Manuel Pinto de Almeida da Rocha, Tenente-coronel,  
Mestre em Relações Internacionais  
Direcção-Geral de Política de Defesa Nacional, Lisboa

**Resumo:** Um olhar sobre o Ártico, em pleno século XXI, constitui um desafio simultaneamente pertinente e aliciante conjugando vetores da Estratégia, da Geopolítica e das Relações Internacionais.

Frequentemente mencionado na opinião pública pela sua fragilidade ambiental, por debaixo das camadas de gelo que se fundem no Ártico escondem-se potencialidades incalculáveis. Na verdade, esta região só aparentemente adversa e distante do círculo político em que nos inserimos é, de facto, uma região privilegiada pela Natureza.

As estimativas de recursos energéticos nas latitudes polares, a par do degelo das suas calotes vieram permitir condições de exploração antes inimagináveis, conferindo uma nova dinâmica a esta região. Com efeito, o Ártico assume no presente um papel preponderante nas economias nacionais de diversos estados, projetando o seu poder muito além do círculo que o restringe.

Decorrente das mais valias proporcionadas pela região, os diversos estados circumpolares têm delineado estratégias de exploração e cooperação, focados na salvaguarda dos seus interesses e na fomentação do seu desenvolvimento.

Identificada desde 2001 como zona de conflito latente, a região do Ártico constitui-se num palco de disputas, onde se sobrepõem interesses e se gerem tensões entre diversos estados.

Neste sentido, importa hoje, mais do que nunca deter um olhar crítico sobre o Norte do planeta que, tendo no passado constituído uma zona de apreciação de poder entre superpotências, reassume hoje uma nova dinâmica a nível global, com influência nos atores e políticas internacionais, cujos contornos e meios de ação são ainda incertezas ténues.

**Palavras-chave:** Ártico; Geopolítica; Estratégia; Poder; Ambiente; Relações Internacionais.

## 1. INTRODUÇÃO

A região do Ártico, em pleno século XXI, é um ponto de referência na esfera mundial, enquanto faixa onde confluem interesses estratégicos de diversos atores: estados e organizações.

Identificada desde 2001 pelo Heidelberg Institute for International Conflict Research como zona de conflito latente, a região do Ártico é efetivamente, no presente, palco de disputas “territoriais”, de “recursos” e gestão de tensões por diversos estados (HIICR, 2014).

Caracterizam-se, assim, as porfias na região segundo o referido instituto, como conflitos adormecidos, disputas “não violentas”, de âmbito diplomático, ainda que o seu alcance e implicações, tanto ao nível regional como para a comunidade internacional sejam ainda uma incerteza (HIICR, 2014).

Deste modo, para uma melhor compreensão dos referidos fenómenos regionais e transnacionais, importa conhecer os seus atores geopolíticos, a natureza das relações estabelecidas entre estes, bem como as dinâmicas de poder e cooperação na região, procurando uma visão de conjunto da realidade e clarificando, de forma sustentada, possíveis vetores de agitação do Sistema Internacional (SI).

## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMÁTICA

Os Interesses na região do Ártico não são um assunto recente. Já no período anterior ao século XX ali se registavam disputas por recursos, nomeadamente pela obtenção de óleo proveniente da caça à baleia (FRANCO, 2014). Similarmente, são acompanhadas desde o início do século disputas de natureza territorial anunciadas, bem como sucessivas tentativas de extensão das suas plataformas continentais por parte de diversos estados circumpolares (STIMSON, 2013).

Com o início do novo século registam-se acontecimentos de grande relevo na região, indicadores de profundas alterações ao nível da situação estratégica e do ambiente internacional, observando-se a emergência de novas condicionantes à escala global (BALÃO, 2015).

Com efeito, as ações levadas a cabo pela Rússia, na primeira década do século XXI<sup>(1)</sup> até ao presente, são um espelho do aflorar dos interesses e do crescente investimento estratégico dos referidos estados do Ártico nesta área.

O aumento das tensões diplomáticas centradas na região agravou-se ainda mais significativamente após o ano de 2008, data em que a publicação científica americana United States Geological Survey (USGS) revelou dados que indiciavam uma abundância de recursos energéticos, nomeadamente, gás natural e petróleo, nesta área geográfica que se começa a revelar repleta de recursos inexplorados (USGS, 2008).

Indícios das mesmas materializaram-se, até ao presente, em diversas vertentes, nomeadamente com a publicação de documentos estratégicos para a região por cada um dos estados do Ártico, procurando clarificar e salvaguardar os seus interesses; com o desencadear de uma remilitarização desta região por parte da Rússia, reativando infraestruturas e alocando meios (BALÃO, 2013); com a criação de uma área com meios de busca e salvamento no Ártico ou mesmo conferindo à Gronelândia o estatuto de autonomia reforçada do Reino da Dinamarca.

A região circumpolar surge como um ponto de referência na esfera mundial, enquanto faixa onde confluem interesses estratégicos de diversos atores estatais e organizações. Com efeito, uma das questões de relevo para a comunidade internacional, no presente, centra-se nas disputas geopolíticas vigentes nesta área, decorrentes das potencialidades e fragilidades consagradas pela mesma, tornando-a simultaneamente um espaço aliciante e complexo (BALÃO, 2015).

---

(1) Paralelamente a ações de natureza territorial verificou-se uma crescente atividade militar por parte do referido Estado na região circumpolar, materializada na criação e reativação de infraestruturas e na realização de exercícios militares. Por último, também no que concerne à exploração de recursos energéticos, o Estado russo continua a afirmar a sua presença no Ártico, nomeadamente através da empresa de exploração de recursos energéticos Gazprom.

Paralelamente, enquanto centro de gravidade de dimensão global ao nível do clima, o Ártico é igualmente alvo de forte apreensão por parte da comunidade científica. O elevado potencial gerador de tensões das alterações climáticas, traduz-se no segundo maior risco de conflito e de maior impacto, nas componentes de eventos climáticos extremos, crises por escassez de água ou perda de biodiversidade e colapso de ecossistemas (WEF, 2014). Do mesmo modo, o aquecimento global, enquanto ameaça à sobrevivência à escala universal (ibidem), constitui um desafio de grande relevo para o século XXI.

Na região do Ártico, são variados os indícios que assinalam esta efeméride desde o início do século, registando-se marcos assinaláveis, como o caso de 97% de degelo do manto de gelo da Gronelândia, em menos de 4 dias, em Julho de 2012 (NASA, 2012a) e o aumento de 5% de absorção da radiação solar, desde o ano 2000 (NASA, 2014b).

No entanto, o degelo na região do Ártico, trouxe igualmente consigo inúmeras mais valias económicas para os estados, ao nível da exploração de recursos minerais e hidrocarbonetos e ao nível do comércio internacional, reacendendo o sonho de navegação pelo Ártico e o estabelecimento de rotas marítimas mais competitivas.

Em suma, a região mais boreal do planeta constitui assim uma matriz de potencial conflito em torno de diferentes eixos, entre os quais se podem destacar os interesses económicos dos estados; as diligências geopolíticas, centradas na busca pelo poder associado à conquista dos espaços e a degradação ambiental como factor de instabilidade e ameaça à escala global, entre outros (BALÃO, 2015).

O Ártico, pela sua localização geopolítica e importância regional, surge assim na cena internacional, como um importante desafio do século, encerrando em si disputas de ordem diversa, que traduzem a “expressão acabada da convivência entre as dinâmicas de poder fundadas na geopolítica clássica e as relações moldadas pela Ecopolítica” (MARCELINO, et al., 2007, p.1).

### **3. CARACTERIZAÇÃO GEOPOLÍTICA DO ÁRTICO**

Uma visão plena da geopolítica do Ártico, focada no presente e no entendimento pleno da importância desta região para o Sistema Internacional, requer que revisitemos alguns dos mais relevantes pensadores geopolíticos que, em diferentes contextos histórico-sociais, lhe fizeram referência.

Certo é que, ao longo de quase um século, o pensamento geopolítico ocidental tendeu a não reconhecer uma importância relevante à região do Ártico, surgindo, na cena internacional, como uma “parede norte”, com função de limite e barreira à maior potência terrestre mundial (IAEM, 1982).

Não obstante, alguns teorizadores referem o papel efetivamente fundamental representado pelo Ártico, sem que, no entanto, lhe concedam um papel de destaque, ou decisivo na cena internacional (ANTRIM, 2010; ØSTERUD, 1988; DIAS, 2010).

Neste sentido, não sendo significativo registrar aqui os pormenores das concepções geopolíticas do poder nacional ou dos mais diversos autores que contribuíram para esta área de estudo, não pode deixar de ser feita uma breve referência aos teorizadores do poder marítimo, terrestre e aéreo que, enquanto pioneiros na criação de modelos de dinâmica de poder à escala global, exerceram indiretamente um forte contributo para a compreensão da geopolítica atual da região em análise.

Alexander de Seversky (1894-1974), de entre os autores considerados, constitui-se como o primeiro pensador geopolítico a posicionar o Ártico no centro da sua concepção, enquanto ponto de gravidade do SI, fruto das novas possibilidades conferidas pelo desenvolvimento tecnológico e pelo avião<sup>(2)</sup> (DIAS, 2010) e a revelar a importância e centralidade desta região, resultantes da considerável proximidade entre os Estados Unidos da América e a Rússia - aí apenas separados por um estreito.

Perante tão resumida abordagem a estas concepções, ressalva-se que muito haveria a discurrir sobre as teses de outros autores, como respectivamente, Mahan, Mackinder ou Seversky.

De facto, foram vários os pensadores que se debruçaram sobre estas questões, nomeando alguns fatores geopolíticos/geoestratégicos distintos, que se traduzem em vectores de natureza geográfica e que permitem dotar os atores que são seus detentores de um estatuto de “Primus Inter Pares”<sup>(3)</sup> (BALÃO, 2014, p. 33) e, por isso, contribuem objectivamente para a aferição do poder dos estados (IAEM, 1993).

Com base neste quadro conceptual foi conduzida e orientada a análise dos fatores geopolíticos e geoestratégicos na região do Ártico, não como determinantes do valor absoluto do poder de um Estado ou da região, uma vez que esta investigação não tem essa pretensão, mas enquanto “conjunto de agentes, elementos, condições ou causas de natureza geográfica, susceptíveis de serem operados no levantamento de hipóteses para a construção de modelos dinâmicos de interpretação da realidade, enquanto perspetivação consistente de apoio à política e à estratégia” (IAEM, 1993, p. 17).

### **3.1. Fatores Físico e Ambiental**

A análise do fator físico permite focar alguns dos vetores que o definem, compreendendo dados relativos à região, nomeadamente a sua extensão, localização e delimitação, aspectos morfológicos - solo, clima, e vegetação, bem como ambiente e vias navegáveis.

---

(2) A perspectiva de Seversky é efetivamente muito demarcada por uma insistência na ideia dos bombardeiros de grande raio de ação na necessidade da tecnologia enquanto potenciadora do aumento das distâncias de voo e garante da precisão desta arma aérea de retaguarda (o avião).

(3) Expressão do Latim que pode ser traduzida como primeiro entre iguais.

Neste sentido, a observação e compreensão das questões presentes entre estados do Ártico, organizações supranacionais e o Sistema Internacional requer, forçosamente, uma compreensão da geografia e especificidades físicas da região, enquanto pano de fundo em que estas se desenvolvem.

No presente, a delimitação desta região pode obedecer a três critérios distintos, que oscilam de acordo com os interesses específicos de quem os aplica. Usualmente, o Ártico refere-se à zona situada a norte do círculo com o mesmo nome e inclui o oceano com a mesma designação (BALÃO, 2014).



**Figura 1** – Mapa da região do Ártico  
Fonte: (ATHROPOLIS, 2009)

No que respeita ao ambiente na região do Ártico, as suas características justificam que a mesma seja reconhecidamente uma região amplamente inóspita e, pela conjugação de diversos factores, adversa a atividades antropogénicas.

De uma forma sintética, as estações do ano nesta área são consideravelmente distintas das que subsistem noutras regiões do globo, facto que se deve à inclinação de 23,5° do eixo de rotação da Terra que influencia a forma desigual como os raios solares atingem a superfície terrestre e por períodos distintos consoante a latitude em presença (TFO, 2007a).

Com efeito, no Pólo Norte, o período de obscuridade pode prolongar-se durante cerca de seis meses consecutivos, a partir do solstício de inverno (21 de dezembro), enquanto os restantes meses do ano são caracterizados por um período de sol constante.

As regiões nórdicas do planeta “são consideradas desertos frios, pois recebem apenas (com algumas exceções locais) menos de 254 mm de precipitação anual. Com efeito, algumas áreas do Ártico são mais secas do que alguns desertos tropicais. A maior parte da precipitação do Ártico acontece sob a forma de neve, que cai maioritariamente durante o outono e princípio da primavera” (NATO, 2009).

Em consequência das condições extremas de luminosidade e temperatura suprarreferidas, a região polar é amplamente constituída por tundras, que se estendem ao longo de cerca de 45.000km de costa, representando aproximadamente 15% da superfície da Terra. Porém, dadas as condições inóspitas propiciadas pelo *permafrost*, as extensões de tundra são, na sua essência, constituídas por pedras e vegetação rasteira (NATO, 2009).

O *Permafrost* ou solo permanentemente gelado, que constitui cerca de 24% da superfície terrestre exposta do hemisfério norte, é composto por solo - gelo, sedimentos ou rocha - que permanece a 0°C, ou a temperaturas negativas, durante pelo menos dois anos. Este solo, tanto existe em terra como em plataformas continentais árticas.

No que diz respeito ao Oceano Glacial Ártico (ou simplesmente Oceano Ártico), este é efetivamente o mais pequeno dos oceanos do Planeta Terra, possuindo uma área de cerca 14.000.000 km<sup>2</sup> e uma linha de costa com uma extensão de mais de 45 000 km, correspondente ao litoral dos cinco estados ribeirinhos <sup>(4)</sup> (McCARTHY, 2009).

O Oceano Ártico é, como observa João Leal, fundamentalmente, um “mar fechado” (2014a, p. 236), com um número limitado de ligações aos oceanos Pacífico e Atlântico, possuindo, no entanto, fluxos de água internos e com outros oceanos, que desempenham um papel fundamental, condicionando o clima e as condições de gelo (TFO, 2007b).

Um dos diversos aspetos curiosos acerca deste oceano é o facto de metade do seu leito ser constituído por Plataforma Continental (PC), no prolongamento da linha de costa, tipicamente com profundidades reduzidas (UN, 2012; UPRM, n.d.). Com efeito, as plataformas que se encontram nos limites costeiros dos estados ribeirinhos do Ártico (BALÃO, 2014) são, efetivamente, as mais amplas do globo, sobretudo a que pertence ao domínio russo, cuja extensão se prolonga para além dos mares marginais e cuja obliquidade e profundidade reduzidas, se traduzem em obstáculos à navegação por navios de grandes dimensões.

As dimensões alargadas destas plataformas estão na base das fundamentações de expansão territorial dos estados ribeirinhos que pretendem alargar os seus domínios de soberania e direitos de exploração de recursos nesta região do globo.

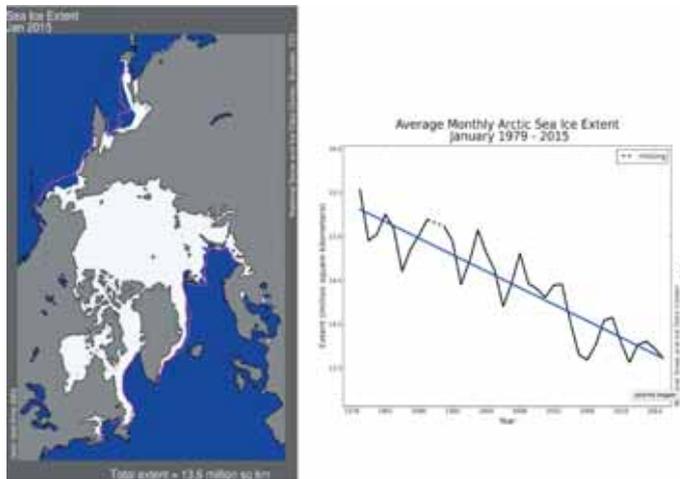
No que concerne às questões ambientais, estas são de facto as mais visíveis e amplamente difundidas. No entanto, não constituem senão a face visível dos desafios que se colocam à região.

O aquecimento global e o degelo, com consequências que se estendem muito além do círculo que delimita esta região, têm sido observadas e retratadas ao longo das últimas décadas, constituindo, de facto, um dos principais desafios transnacionais do século XXI,

---

(4) Rússia, EUA, Canadá, Noruega e Dinamarca.

com uma expressão muito significativa nesta região, pela fragilidade e particularidades que encerra em si.



**Figura 2** – A Extensão de Gelo no Ártico – Janeiro de 2015  
Fonte: (NSIDC, 2015b)

### 3.2. Fatores Energético e Circulação

O estudo integrado dos fatores energético e circulação procura evidenciar dois dos grandes vetores de interesse na região mais boreal do globo terrestre, por parte dos atores que aí desenvolvem as suas estratégias (BALÃO, 2010).

Enquanto fatores que motivam a atenção dos estados circumpolares, mas também da comunidade internacional, são abordados numa óptica justificativa do novo olhar que se tem vindo a “lançar” em relação a esta região.

A par das preocupações relacionadas com as alterações climáticas e o degelo no Ártico, o acesso às reservas de recursos que se estima existirem nesta área, tem suscitado tão ou mais interesse/atenção por parte da comunidade internacional.

No que concerne aos recursos energéticos, sob os quais incide o nosso foco pela sua ampla divulgação e mais valia que se pensa representarem, de acordo com os estudos efetuados na região estima-se que a norte do Círculo Polar Ártico se encontrem entre 25% a 30% das reservas mundiais de gás e entre 13% a 15% das reservas de petróleo (USGS, 2009a; UN, 1998), encontrando-se os maiores depósitos nas Zonas Económicas Exclusivas (ZEE) dos estados ribeirinhos do Ártico (USGS, 2009a).

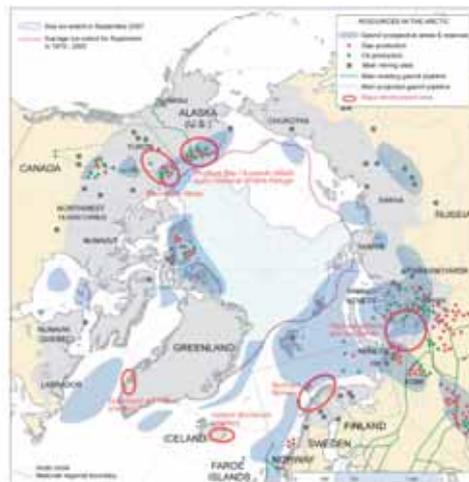
É ainda de realçar que as principais reservas estimadas de petróleo se localizam nos mares da Gronelândia, Barents, Kara e Beaufort pelo que, cerca de 54% das reservas de petróleo e 71,3% das reservas de gás natural estão em territórios sob a jurisdição da Federação Russa, o

que se pensa que possa conferir a este país uma posição dominante na região (USGS, 2009a; FERRÃO, 2014).

Com efeito, como se pode observar, é expectável que a esmagadora maioria dos recursos ainda por descobrir, cerca de 60%, se circunscreva maioritariamente aos mares setentrionais da Rússia, nomeadamente Mar de Barents e Mar de Kara, o que se poderá traduzir numa crescente afirmação deste Estado, regional e globalmente, passando, possivelmente, por uma reorientação estratégica das suas prioridades (ANTRIM, 2010).

Para além dos referidos hidrocarbonetos, esta área é ainda abundante em recursos piscatórios, bem como chumbo, zinco, ouro, prata, níquel, urânio e diamantes (COHEN, 2011).

Por outro lado, observamos igualmente que o vasto potencial de recursos na região não se encontra equitativamente distribuído pelos seus atores, dependendo estes das potencialidades proporcionadas pela natureza às áreas que ocupam, bem como das capacidades tecnológicas e de investimento que possuem para a exploração das mesmas. A disparidade entre as economias da Federação Russa ou do Canadá, comparativamente com a Islândia ou Dinamarca (Gronelândia) são um exemplo do que acabamos de referir.



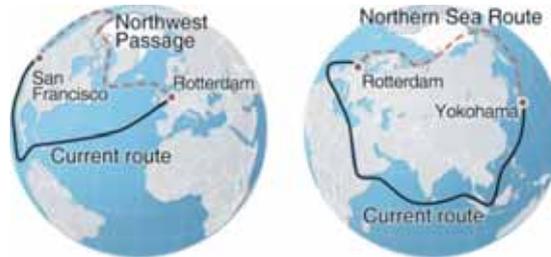
**Figura 3** – Distribuição e Exploração de Recursos no Ártico  
Fonte: (NORDREGIO, 2011)

Complementarmente às mais valias que propicia no que se refere às possibilidades de acesso e exploração de recursos, o progressivo degelo das regiões polares, tendo possibilitado a abertura de novas rotas de navegação marítima no Ártico e o acesso a regiões e a recursos anteriormente inacessíveis, provocou um crescente interesse dos atores circumpolares sobre as mesmas.

Estas duas novas rotas – passagem do nordeste e do noroeste – ainda que no presente não detenham uma representatividade em termos de volume de tráfego e períodos de navega-

bilidade significativos, pela mais valia que representam em redução de distâncias, tempos de navegação e novas possibilidades de rotas que permitam evitar pontos sensíveis da navegação marítima, constituem um fator de grande interesse regional e para a comunidade internacional.

Porém, a ausência de um regime legislativo consensual e objectivo, a par dos investimentos em segurança e meios que permitam a rentabilização destas rotas conferem ainda, no presente, alguma incerteza relativamente ao futuro e mais valia real que estas possam vir a representar para a economia circumpolar e global.



**Figura 4** – Representação das Rotas do Norte

Fonte: (GRID-ARENDAL, UNEP, 2012)

	<b>Londres – Yokohama</b>	<b>Nova Iorque – Yokohama</b>	<b>Hamburgo – Vancouver</b>
Panamá	23.000	18.560	17.310
Suez e Malaca	21.200	25.120	29.880
Passagem do noroeste	15.930	15.220	14.970
Passagem do nordeste	14.062	18.190	13.770

**Figura 5** – Comparação das distâncias (Km) entre portos, em função das rotas

Fonte: Adaptado de (LASSERRE, 2004, p. 398)

#### 4. ATORES DA GEOPOLÍTICA E DINÂMICAS DE PODER

Numa corrida aos recursos inexplorados na região, os diferentes estados ribeirinhos do Ártico têm desenvolvido estratégias para a região, materializadas no seu desenvolvimento, cooperação e salvaguarda da soberania e dos seus interesses nacionais.

A sobreposição e/ou choque de interesses entre as pretensões de diferentes estados relativamente ao estatuto de áreas marítimas e/ou delimitação de fronteiras, tem-se constituído, de facto, como um factor de competição, materializada, frequentemente, em submissões à Comissão de Limites para a Extensão da Plataforma Continental ou na assinatura de acordos entre os estados.

Observa-se, assim, que as questões fronteiriças assumem efetivamente um papel de grande relevo nos estudos geopolíticos, nomeadamente na região do Ártico. Com efeito, numa metáfora-

ra com o que sucede com as placas oceânicas, nesta área, também “...as placas geopolíticas estão em movimento constante. Acontecem tremores maiores e menores, mas os sinais de mudança estiveram lá para todos aqueles que se preocuparam em vê-los” (COHEN, 1991, p.559) – sendo precisamente sobre estes sinais ténues que procuramos focar o nosso olhar.

A questão que subsiste no Ártico prende-se, fundamentalmente, com o facto de se tratar de uma região aparentemente hostil, mas com um grande potencial de exploração de recursos (USGS, 2009a) e capacidades (antes inimagináveis) que no presente ocorrem<sup>(5)</sup>, o que veio fazer incidir um novo foco na região, abrindo espaço a novas reivindicações de acordo com os interesses dos atores em questão.

O despertar para o potencial inexplorado materializou-se, desde um passado próximo até à atualidade por uma corrida à salvaguarda dos interesses nacionais por parte dos atores circumpolares, por razões de afirmação nacional e soberania nesta área, salvaguarda da gestão de recursos piscatórios e preocupações ambientais que, amiúde, parecem camuflar/evitar uma corrida declarada aos recursos energéticos que abundam nestas áreas.

De facto, um olhar atento sobre o Ártico, demonstra-nos, não apenas o vasto potencial energético que este encerra, como as fronteiras que o delimitam, o que nos permite um olhar crítico sobre as ações presentes e futuras de estados como o Canadá, USA, Rússia<sup>(6)</sup> ou Noruega enquanto detentores das maiores reservas de petróleo e gás natural nestas latitudes, sobretudo face a um contexto em que se especula a possível escassez e/ou dificuldades negociais destes recursos noutras áreas do globo (COPELAND & WATKINS, 2013).

Neste sentido, no seguimento das transformações observadas na região do Ártico e tendo em conta o aflorar de interesses a nível internacional, centrados nesta região, poder-se-á antever uma alteração significativa no mapa geopolítico da mesma, decorrente do conflito de interesses entre estados e em que o pano de fundo será a UNCLOS que, com base nas disposições anteriormente referidas, permitirá gerir os direitos e deveres de cada ator (AC, 2008).

De facto, existem no presente diversas questões de disputa relacionadas com fronteiras marítimas ainda não solucionadas. Outras, solucionadas diplomaticamente com recurso à cooperação, como a que se verificou no Mar de Barents, podem servir como padrão para a antevisão do futuro. Facto é que as propostas de extensão das Plataformas Continentais (PC), parecem traduzir a importância que os estados circumpolares dedicam ao Ártico, orientando neste sentido as suas estratégias e interesses nacionais, sendo, portanto, de esperar futuramente uma crescente interação entre estes, no sentido de diminuir os entraves à exploração destas áreas (ZWAAG, 2008).

---

(5) Como é o caso das rotas marítimas do norte, abertas na sequência do degelo na região.

(6) Conscientes da importância que a exportação de hidrocarbonetos detêm na economia deste estado, assinalamos que, de facto, na área da Rússia, as reservas assinaladas próximo do Mar de Kara, representavam em 2013 cerca de dois terços das suas necessidades de fornecimento de petróleo e gás.

Neste sentido, no que diz respeito à resolução do conflito de interesses que se observa na região, destacam-se, essencialmente, duas teses: a primeira, apoiando-se no recurso ao meio militar, formula uma especulação acerca da existência de um contexto semelhante a uma nova guerra fria na região (BLAU, 2013), que poderá ou não evoluir no sentido de um conflito; a segunda, no nosso entender mais ajustada ao SI atual, embora admitindo a competição entre os estados, numa corrida aos recursos do Ártico, vislumbra o recurso aos meios diplomáticos e à cooperação entre os atores envolvidos, realçando o papel das organizações supranacionais<sup>(7)</sup> nesta encruzilhada (BALÃO, 2014), não antevendo a probabilidade de conflitos ou o recurso a meios coercivos (COPELAND & WATKINS, 2013).

O que se observa no presente é uma conjugação ténue entre ambas, em que cooperação e diplomacia parecem surgir como vias idealmente eleitas, proferidas nos discursos dos dirigentes políticos e espelhadas nos documentos que contêm as estratégias dos estados circumpolares para a região. No entanto, paralelamente a este discurso, observa-se uma preocupação na identificação de regiões de potencial interesse estratégico dissimulando, por vezes, um acautelamento dos interesses nacionais de cada Estado, em alguns casos, já com uma aposta crescente nos meios de defesa.

No presente, nenhuma das disputas territoriais na região aparenta pôr em risco a estabilidade e segurança globais ou regionais (WEF, 2015; HIICR, 2014). No entanto, não poderemos deixar de ter em conta que as fronteiras no Ártico são frágeis, mesmo mantendo um forte envolvimento na diplomacia e na cooperação (ZWAAG, 2008). Com efeito, apenas “resta saber se a vontade política se manifestará através da ação ou da omissão. Em qualquer dos casos, a humanidade não deixará de ser a principal destinatária e, por isso, beneficiada ou prejudicada” (BALÃO, 2014).

Face ao exposto, observa-se existir uma considerável preocupação por parte de todos os estados com as questões ambientais, o desenvolvimento das suas economias locais, preconizando princípios de desenvolvimento sustentável e gestão responsável de recursos.

Por outro lado, não deixa de ser notória a preocupação com o exercício da soberania na região, decorrente, em grande parte, da necessidade de controlo e manutenção das suas fronteiras, o que suscita um desenvolvimento das suas capacidades militares. A Noruega, Canadá e a Federação Russa, no sentido de aumentar a sua presença e vigilância no Ártico planeiam uma aposta crescente nas suas Guardas Costeiras, traduzindo-se num aumento do potencial militar na região.

Por outro lado, às luz dos princípios estratégicos publicados pelos referidos estados e tendo em conta o expresso na Declaração de Ilulissat (AC, 2008), observa-se uma intenção de apostar no recurso ao diálogo e à cooperação para resolução pela via diplomática das divergências atualmente existentes na região. Porém, admitimos que ainda que tal constitua um facto necessário, não será suficiente para que se possam excluir os métodos coercivos na região.

---

(7) O papel nas organizações nomeadamente na cooperação no Ártico será desenvolvido mais adiante neste documento.

As dinâmicas de cooperação no Ártico assumem, igualmente um papel preponderante, constando em todos os documentos estratégicos como meio de concretização dos objectivos dos estados, bem como de resolução diplomática dos diferendos existentes na região. Neste âmbito, as organizações como o Conselho do Ártico ou a União Europeia, enquanto *fora* de diálogo primordiais (AC, 2011b) e parceiros estratégicos dos estados circumpolares, permitem equacionar o desenvolvimento de mecanismos de desenvolvimento sustentável, promovendo as potencialidades da região, a par da concretização de acordos regionais, ou multilaterais (EC, 2012), em que os estados assumem um papel central.

Se, por um lado, as dinâmicas de cooperação preconizadas nas estratégias dos seus atores e espelhadas em acordos bilaterais entre estados com vista ao seu desenvolvimento e à segurança na região, predizem um futuro estável, assente na resolução diplomática e pacífica das divergências; por outro, o crescente investimento na área da defesa a par dos conflitos noutras partes do globo (IISS, 2014), de que é exemplo a mais recente crise na Ucrânia, ameaçam transbordar os seus efeitos para a região, afectando a sua estabilidade e segurança (OLESEN & CLEMMENSEN, 2014) e produzindo consequências que se estendem muito além do círculo que a delimita.

Contrariando a primeira visão, para muitos autores o norte do globo está a tornar-se, rapidamente, um espelho das tensões que se geram bem mais a sul tornando-se, ele próprio, um espaço frágil de instabilidade latente.

Neste sentido, como refere o Professor Mendes Dias, o Sistema Internacional é, no século XXI, “caracterizado pela multiplicidade e diversidade de atores, muitos deles com comportamentos imprevisíveis, quer no espaço, quer no tempo, materializando, assim a heterogeneidade e a heteromorfia do ambiente internacional”, reafirmando a importância dos demais atores, “embora o Estado se constitua ainda como ator privilegiado”, num meio caracterizado por “vulnerabilidades crescentes e intrusões externas e onde as fronteiras começam a caracterizar-se pela permeabilidade” (DIAS, 2010, p. 60).

A imprevisibilidade do Sistema Internacional torna, de facto, as alianças presentes e os laços de cooperação entre os estados ténues, pelo que se pensa poder afirmar que, com retorno da competição estratégica decorrente do conflito da Ucrânia, surge uma maior necessidade de promover a consciência mais profunda entre os círculos políticos sobre a natureza volátil e inconstante do contexto de segurança no presente e das suas implicações. A gestão das tensões e interesses constitui um desafio de governança para o Ártico, materializando-se através de diversas formas possíveis, nomeadamente na criação de um código de direito internacional polar específico. Neste sentido, embora haja uma legislação internacional de base, à luz da qual os atores polares preferem que continuem a ser solucionados os diferendos desta região, a questão normativa permanece ainda em aberto, face aos novos desafios geopolíticos que se afiguram na região.

De facto, no ano de 2013, era previsível, de acordo com o secretário da defesa norte-americano Chuck Hegel, um reforço dos laços de cooperação com a Federação Russa, no seio de um contexto político de crescente estabilidade (KOREN, 2014).

Não obstante, com a crise decorrente da anexação da península da Crimeia pela Federação Russa, em março de 2014, o desgaste das relações diplomáticas entre Washington e Moscovo conduziu à ruptura dos planos de cooperação entre as duas partes no Ártico (BALÃO, 2015),

Com a fragilização das relações entre estas duas potências, que partilham um importante acervo histórico de divergências, há mesmo autores que equacionam um novo período de guerra fria no Ártico. O EUA são, de facto, a maior potência em termos de defesa a nível mundial, enquanto que a Rússia possui, inequivocamente, o maior contingente militar, entre os cinco estados ribeirinhos do Ártico e tem investido no seu reforço a um ritmo consideravelmente mais acelerado que o Canadá ou EUA (KOREN, 2014).

A promoção do diálogo e cooperação geopolítica no Ártico, a par de uma preponderância crescente do fator militar e projeção de poder na região, traduzem desafios transnacionais que nos parecem de grande relevo no século XXI.

A mesma área que, no final do século passado, era encarada como um teatro fechado da Guerra Fria, é hoje um *hot spot* mundial para a pesquisa científica, exploração de recursos e expressão de poder (FERRÃO, 2014).

Com efeito, a região do Ártico é, indubitavelmente, no presente, um território de interesse multinacional. Num contexto profundamente globalizado, em que as ameaças que se colocam ao Sistema Internacional trespassam as suas fronteiras ténues, reafirmando a importância dos seus atores e expondo as suas vulnerabilidades, observamos que as disputas no Ártico, bem como as ações dos seus atores noutras latitudes do globo, com consequências na região, poderão constituir fatores de tensão internacional.

Porém, face ao clima de estabilidade aparente que se faz sentir neste ponto do globo, a par dos inúmeros Tratados de cooperação e resoluções diplomáticas de contendas na região, conjugadamente com o facto de os atores que têm manifestado uma aproximação às potencialidades da região não vislumbrarem vantagens em manter relações contenciosas nestas áreas e serem, maioritariamente, estados de direito democrático, com respeito pela paz mundial e princípios de direito internacional, admitimos não estarem reunidas as condições suficientes para afirmar com certeza que o espaço Ártico possa indubitavelmente tornar-se um ponto de ameaça à escala global.

Refletir sobre a questão do Ártico no novo contexto global implica, assim, ter em conta a sua multiplicidade de povos e interesses, as questões globais de segurança e a evolução que o SI enfrenta, permitindo-nos, deste modo, perspectivar o futuro e ser proactivos, ao

invés de apenas reativos perante a multiplicidade de desafios que se afiguram ou são hoje ainda inimagináveis.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As disputas geopolíticas em torno da região do Ártico constituem, inequivocamente, um dos desafios estratégicos do século XXI. Não obstante não ser hoje um assunto inédito, as dinâmicas de poder nesta região constituem hoje uma matéria de interesse global (BALÃO, 2012).

Com efeito, decorrente da abertura de novas rotas marítimas e da exploração dos recursos energéticos estimados para a região do Ártico, adivinham-se novas e inúmeras potencialidades estratégicas, às quais os atores internacionais não ficam alheios, o que nos posiciona “diante de muitos desafios e possibilidades na gestão dos assuntos de interesse global. Resta saber qual a via que vai definir as regras do jogo” (BALÃO, 2012).

Revela-se, assim, de grande importância olhar e refletir sobre esta temática dos nossos dias que, atualmente, começa a produzir efeitos não apenas ao nível das estratégias dos estados circumpolares, mas que se projetam igualmente na estabilidade diplomática global.

No quadro nacional, o Conceito Estratégico de Defesa Nacional espelha a necessidade de um foco nas profundas alterações que o ambiente internacional sofreu na última década, com novos condicionamentos e crescente instabilidade e imprevisibilidade, reiterando que “Os EUA e a Europa são parceiros estratégicos fundamentais, nomeadamente no quadro da OTAN”, sendo a aliança com ambos “imprescindível, não só para a segurança transatlântica, como para a estabilidade da ordem internacional” (MDN, 2013).

A União Europeia, organização que poderia parecer (apenas) aparentemente distanciada das questões do Ártico, tem procurado, ao longo dos últimos anos uma aproximação à região, através do seu órgão executivo - a Comissão Europeia - solicitando o estatuto de Observador no Círculo Ártico, aditando a necessidade de cultivar um “leque de aliados” (BALÃO, 2014, p. 34) nesta região, com vista a um aumento das probabilidades de consecução dos seus objectivos a curto prazo (BALÃO, 2014).

Com efeito, este estudo revela-se pertinente na esfera nacional (BALÃO, 2014), indo ao encontro dos propósitos espelhados no referido documento estratégico, produzindo uma “cuidada identificação dos cenários onde os interesses dos estados possam ser postos em causa” (MDN, 2013, p. 12), tendo em conta que “a diplomacia e a política externa são essenciais para a prossecução dos objetivos da estratégia nacional nas relações internacionais” (ibidem, p.30).

Não sendo Portugal, tal como a UE, um dos estados com interesses diretos em disputa na região, o estudo assume a sua conveniência em termos nacionais, uma vez que a diplomacia e a política externa são, indubitavelmente, vetores fundamentais para a concretização da estratégia nacional.

Numa perspectiva organizacional, a temática em análise conflui interesses com o contexto em que foi concebida, na medida em que explora questões do ambiente internacional atual e futuro, com ecos intimamente ligados às questões de segurança e defesa a nível global.

Em suma, pensa-se ser inegável a conveniência das questões em estudo, que permitem explorar diversas linhas de reflexão, pelo que se crê, que este estudo possa ter um contributo, ainda que exíguo, de valor acrescentado.

### 5.1. Sugestões

Para além do exposto anteriormente importa ainda referir que a investigação desenvolvida não tem a presunção de se constituir um documento definitivo ou imutável. Face à acelerada transformação do objecto de estudo a que assistimos no presente, consideramos ser essencial manter um foco nesta área, nas políticas, estratégias e ações dos seus atores e dinâmicas de poder que se desenvolvem na região.

Neste sentido, consideramos ainda que o conhecimento holístico desta região, fundamenta que grande parte dos vetores por nós abordados venha a ser alvo de uma análise mais profunda ou centrada noutros domínios.

Assim, para que o Ártico seja cada vez mais uma fonte de conhecimento, enquanto caso de estudo geopolítico e ambiental, de entre outros vetores possíveis, e como desafio que se coloca no tempo presente, materializamos algumas linhas de análise que, na impossibilidade de serem abordadas, constituem, no nosso entendimento, vetores de análise pertinentes e, sobretudo, desafiantes:

1. Consequências do degelo do *permafrost* nas infraestruturas do Ártico e o impacto real da libertação do carbono nele contido para o ambiente;
2. Consequências das dinâmicas de poder entre os atores circumpolares e externos para as populações indígenas do Ártico;
3. Lacunas normativas relativas à circulação nas novas rotas do Norte e implicações na exploração petrolífera *offshore*;
4. Impacto real da exploração de recursos energéticos do Ártico na Economia Mundial: investimentos, lucros e relações de dependência.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AC. (27 de Abril de 2011b). *History*. Obtido em 30 de Novembro de 2014, de Arctic Council: <http://www.arctic-council.org/index.php/en/about-us/arctic-council/history>
- AC. (2008). *The Ilulissat Declaration - Arctic Ocean Conference: Ilulissat, Greenland, 27-29 May 2008*. Ilulissat: Arctic Ocean Conference.
- ANTRIM, C. (Summer de 2010). The Next Geographical Pivot: the Russian Arctic in the Twenty-first Century. *Naval War College Review* , 63, pp. 15-37.
- ATHROPOLIS. (5 de 08 de 2009). *Arctic: Canada Leads NATO Confrontation With Russia*. Obtido em 08 de 01 de 2015, de Global Research - Centre for Research on Globalization: <http://www.globalresearch.ca/articlePictures/arcticmap-new.gif>
- BALÃO, S. M. (2010). Globalização, Geopolítica, Geografias de Poder e a(s) Estratégia(s) para o Ártico. Trabalho de Investigação Final do Curso de Defesa Nacional. Lisboa: Ed. Autor.
- BALÃO, S. M. (2011). *A Matriz do Poder*. Lisboa: Edições MGI.
- BALÃO, S. M. (Janeiro/Julho de 2012). A PESC, a PESD, a PCSD e a definição da Estratégia da UE para o Ártico. *Debater a Europa* , N°6, pp. 169-206.
- BALÃO, S. M. (2014). Geoestratégia, Europa e Poder no Ártico. In Vários, *A Segurança nas Relações Transatlânticas*. Lisboa: Edições MGI.
- BLAU, J. (12 de Dezembro de 2013). *A new Cold War in the Arctic?* Obtido em 25 de Dezembro de 2014, de DW: <http://www.dw.de/a-new-cold-war-in-the-arctic/a-17290633>
- COPELAND, B., & WATKINS, D. (7 de Dezembro de 2013). Sunday Review: Rushing for the Arctic's Riches. *NY TIMES* , SR6.
- DIAS, M. (2010). *Geopolítica: Teorização Clássica e Ensinos*. Lisboa: Prefácio.
- EC. (2012). *Desenvolvimento de uma política da UE para a região do Ártico. progressos registados desde 2008 e próximos passos*. European Commission: [http://eur\\_lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52012JC0019:PT:NOT](http://eur_lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52012JC0019:PT:NOT).
- FERRÃO, E. M. (2014). *Cadernos do IESM, n°3: A Abertura da Rota do Ártico (Northern Passage): Implicações Políticas, Diplomáticas e Comerciais*. Lisboa: Fronteira do Caos Editores.
- FRANCO, J. (Julho/Dezembro de 2014). Uma introdução à geopolítica das regiões polares. *Revista de Geopolítica*, v. 5, n° 2 , pp. 50-66.
- GAZPROM. (18 de Abril de 2014). *First oil from Russian Arctic shelf loaded*. Obtido em 2 de Janeiro de 2015, de Gazprom news: <http://www.gazprom.com/press/news/2014/april/article189209/>
- GRID-ARENDAL, UNEP . (21 de Fevereiro de 2012). *Northern Sea Route and the Northwest Passage compared with currently used shipping routes*. Obtido em 30 de Janeiro de 2015, de GRID-Arendal: [http://www.grida.no/graphicslib/detail/northern-sea-route-and-the-northwest-passage-compared-with-currently-used-shipping-routes\\_1336](http://www.grida.no/graphicslib/detail/northern-sea-route-and-the-northwest-passage-compared-with-currently-used-shipping-routes_1336)
- IAEM. (1993). *Elementos de Análise Geopolítica e Geoestratégica*. Lisboa: IAEM.
- IAEM. (1982). *Origens e Evolução do Pensamento Geopolítico: Síntese Histórica*. Lisboa: IAEM.
- IISS. (2014). *The Military Balance 2014*. London: International Institute for Strategic Studies: Routledge.
- KINGDOM OF DENMARK. (2009). *Act on Greenland Self-Government*. Amalienborg: The Danish Parliament.
- KOREN, M. (15 de Setembro de 2014). *Geopolítica: ÁRTICO É ESPELHO DA TENSÃO ATUAL ENTRE ESTADOS UNIDOS E RÚSSIA. Texto do Defense One Tradução, adaptação, edição e título por Nicholle Murrel: defesa Net*. Obtido em 10 de Fevereiro de 2015, de Defesa Net: <http://www.defesanet.com.br/geopolitica/noticia/16815/Artico-e-espeho-da-tensao-atual-entre-Estados-Unidos-e-Russia/>
- LASSERRE, F. (Dezembro de 2004). Les détroits arctiques canadiens et russes. Souveraineté et développement de nouvelles routes maritimes. *Cahiers de géographie du Québec* , pp. 397-425..
- LEAL, J. L. (2014a). Geopolítica dos mares do espaço Ártico. In C. M. Dias, *Geopolítica e o Mar* (pp. 229-269). Lisboa: MGI, Lda.

- LUSA. (15 de Agosto de 2007). EUA: Bombardeiros russos cada vez mais perto das costas norte-americanas. *Jornal de Notícias*, p. Disponível online em: [http://www.jn.pt/paginainicial/interior.aspx?content\\_id=707485](http://www.jn.pt/paginainicial/interior.aspx?content_id=707485).
- LUSA. (22 de Abril de 2014). Putin ordena criação de rede de bases navais no Ártico. *Diário de Notícias: Globo*, p. Disponível online em: [http://www.dn.pt/inicio/globo/interior.aspx?content\\_id=3825224&seccao=Europa](http://www.dn.pt/inicio/globo/interior.aspx?content_id=3825224&seccao=Europa).
- McCARTHY, T. R. (2009). *Global Warming Threatens National Interests in the Arctic: Strategy Research Project*. Carlisle Barracks: U.S. Army War College.
- MDN. (2013). *Conceito Estratégico de Defesa Nacional*. Lisboa.
- MOREIRA, A. (2002). *Teoria das Relações Internacionais*. Coimbra: Livraria Almedina.
- NASA. (17 de Dezembro de 2014b). *NASA Satellites Measure Increase of Sun's Energy Absorbed in the Arctic*. Obtido em 20 de Dezembro de 2014, de [nasa.gov](http://www.nasa.gov): <http://www.nasa.gov/press/goddard/2014/december/nasa-satellites-measure-increase-of-sun-s-energy-absorbed-in-the-arctic/#.VKimG8bTXJ8>
- NASA. (24 de Julho de 2012a). *Satellites See Unprecedented Greenland Ice Sheet Surface Melt*. Obtido em 20 de Dezembro de 2014, de [nasa.gov](http://www.nasa.gov): <http://www.nasa.gov/topics/earth/features/greenland-melt.html>
- NATO. (2009). *Arctic Regional Handbook*. Brussels: NATO HQ Situation Centre (SITCEN).
- NORDREGIO. (2011). *Maps*. Obtido em 27 de Dezembro de 2014, de Nordic Centre for Spatial Development: <http://www.nordregio.se/en/Maps--Graphs/>
- NSIDC. (Janeiro de 2015b). *Sea Ice Index*. Obtido em 30 de Janeiro de 2015, de National Snow and Ice Data Center: [http://nsidc.org/data/seaice\\_index/](http://nsidc.org/data/seaice_index/)
- OLESEN, M. R., & CLEMMENSEN, J. (2014). *Arctic Security: Global Dynamics Upset Stable Regional Order: 8.12.14*. Arctic Council. Disponível online em: <http://www.thearcticinstitute.org/2014/12/arctic-security-regional-stability.html>.
- STIMSON. (15 de Setembro de 2013). *Evolution of Arctic Territorial Claims and Agreements: A Timeline (1903-Present)*. Obtido em 26 de Novembro de 2014, de STIMSON: 25 years of pragmatic solutions for global security: <http://www.stimson.org/infographics/evolution-of-arctic-territorial-claims-and-agreements-a-timeline-1903-present/>
- TFO. (2007a). *Le Climat et Les Saisons*. Obtido em 10 de Janeiro de 2015, de Terres Arctiques: <http://www.tfo.org/sites/liste/?s=18183>
- TFO. (2007b). *Les Eaux Arctiques*. Obtido em 2015, de Terres Arctiques: <http://www.tfo.org/sites/liste/?s=18183>
- UN. (17 de Dezembro de 2014). *Submissions, through the Secretary-General of the United Nations, to the Commission on the Limits of the Continental Shelf, pursuant to article 76, paragraph 8, of the United Nations Convention on the Law of the Sea of 10 December 1982*. Obtido em 25 de Janeiro de 2015, de Oceans and Law of the sea: Division of ocean affairs and the law of the sea: [http://www.un.org/depts/los/clcs\\_new/commission\\_submissions.htm](http://www.un.org/depts/los/clcs_new/commission_submissions.htm)
- UN. (2012). *The definition of the continental shelf and criteria for the establishment of its outer limits*. Obtido em 17 de Janeiro de 2015, de United Nations Oceans and Law of the Sea: Commission on the Limits of the Continental Shelf (CLCS): [http://www.un.org/Depts/los/clcs\\_new/continental\\_shelf\\_description.htm#definition](http://www.un.org/Depts/los/clcs_new/continental_shelf_description.htm#definition)
- UN. (1998). *The United Nations Convention on the Law of the Sea: A historical perspective*. Obtido em 22 de Janeiro de 2015, de United Nations: Oceans and Law of Sea: [http://www.un.org/depts/los/convention\\_agreements/convention\\_historical\\_perspective.htm](http://www.un.org/depts/los/convention_agreements/convention_historical_perspective.htm)
- UPRM. (n.d.). *Duxbury - seafloor*. Obtido em 17 de Janeiro de 2015, de Universidad de Puerto Rico: Department of Geology UPRM: [http://geology.uprm.edu/MorelockSite/morelockonline/1\\_image/duxburyseaf.htm](http://geology.uprm.edu/MorelockSite/morelockonline/1_image/duxburyseaf.htm)
- USGS. (Maio de 2009a). Assessment of undiscovered oil and gas in the Arctic. *Science Vol. 324. no. 5931*, pp. 1175 - 1179.
- USGS. (2008). *Circum-Arctic Resource Appraisal: Estimates of Undiscovered Oil and Gas North of the Arctic Circle*.
- WEF. (2014). *Global Risks 2014, Ninth Edition*. Geneva: World Economic Forum.
- ØSTERUD, Ø. (1988). The Uses and Abuses of Geopolitics. *Journal of Peace Research*, 25, 191-199.
- ZWAAG, D. e. (2008). *Governance of Arctic Marine Shipping*. Canada : Marine & Environmental Law Institute, Dalhousie University.

# Representação do Conceito de Qualificações nos Processos de Negócio



Autor: Nelson Ribeiro, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado  
em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador  
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Carlos Páscoa, Tenente-coronel Navegador  
Doutor em Engenharia Informática e de Computadores  
Divisão de Operações do Estado-Maior da Força Aérea, Alfragide

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

**Resumo:** Atualmente vivem-se tempos de constantes mudanças e alterações. As organizações, como elemento essencial numa sociedade, estão sujeitas a diversas dificuldades e adversidades a que devem responder.

Os processos de negócio de uma organização constituem-se como a sua realidade, o que verdadeiramente é feito pelos seus indivíduos. A Força Aérea, com o propósito de se tornar uma organização cada vez mais eficaz e eficiente, deve procurar conhecer os seus processos, mantê-los atualizados e efetuar um constante alinhamento entre estes e a própria organização.

As qualificações são um fator determinante para um indivíduo poder ocupar uma Posição Organizacional e cumprir as suas funções. Atualmente, as qualificações para cada posição encontram-se descritas nos manuais da organização mas não se encontram representadas nos processos, podendo assim ser uma fonte de desalinhamento.

Nesta investigação, através de um estudo bibliográfico e dos conceitos aprendidos na área de Engenharia Organizacional, é efetuado um estudo ao conceito de qualificações/competências das Posições Organizacionais e à forma como estas se relacionam com os processos de negócio da organização. Deste modo, é proposto um modelo para a representação do conceito de competências nos processos de negócio bem como, estabelecida uma proposta base de um Modelo de Competências e uma metodologia para o levantamento, análise e classificação de competências. Assim é possível relacionar as atividades executadas pelas Posições Organizacionais com as competências das mesmas e promover o alinhamento dos processos com a organização. Por fim, é utilizado um caso prático com uma Posição Organizacional com o propósito de obter algumas conclusões.

É esperado que através deste trabalho se promova o alinhamento na organização, clarificando o que são e como se relacionam as competências com as atividades executadas pelas Posições Organizacionais.

**Palavras-chave:** Organização, Processos, Qualificações, Competências, Alinhamento, Posição Organizacional, Engenharia Organizacional.

## 1. INTRODUÇÃO

*“As organizações têm um impacto enorme sobre as pessoas e a sociedade em geral. Como cliente, empregado, cidadão, estudante, etc, as influências positivas e negativas das organizações são experimentadas tanto a nível pessoal como profissional. Deste modo, um ótimo desempenho das organizações importantes para vários stakeholders deve ser uma preocupação central”* (HOOGERVORST, 2009).

A Força Aérea (FA) é uma organização de elevada importância para Portugal pois *“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 nacional. Compete-lhe, ainda, satisfazer missões no âmbito dos compromissos internacionais”* (EMFA, 2014).

Tal como qualquer outra organização, também a FA encontra dificuldades e condicionantes no meio que a rodeia. Desse modo é importante que a organização consiga acom-

panhar as mudanças, adaptando-se e efetuando ajustes quando necessário. Contudo, para saber de que forma a organização pode acompanhar as mudanças e se tornar mais eficiente, é necessário conhecer o funcionamento da mesma, nomeadamente através dos seus processos. Estes retratam a realidade organizacional e aquilo que verdadeiramente é feito.

Através dos manuais da organização é possível saber quais as competências e responsabilidades atribuídas à organização. Através dos processos é possível verificar o que é feito pelos membros da organização. Existe alinhamento quando os processos, ou seja, o que é feito, está alinhado com os manuais da organização, ou seja, o que a organização pretende que seja feito. Para além do alinhamento entre a organização e os seus processos, importa também garantir que as atividades dos processos são desempenhadas pelas pessoas certas. Para tal, a FA especifica nos seus manuais quais as qualificações essenciais e desejáveis para cada cargo, também denominado de Posição Organizacional no contexto da Engenharia Organizacional, que os seus membros devem possuir para poderem ocupar a posição e assim cumprir as suas funções.

Surge então o seguinte problema: **Não existe uma representação das qualificações das Posições Organizacionais nos processos de negócio.** Os autores caracterizam o problema através dos tópicos seguintes:

- Não está claro o que são qualificações na organização ou como são obtidas;
- Não existe uma metodologia que relacione as qualificações das Posições Organizacionais com as atividades dos processos de negócio em que participam;
- Algumas qualificações encontram-se escritas de diferentes formas em diferentes manuais da organização;

Derivada deste problema, surge uma questão que deve ser referida, nomeadamente:

- Em que medida é importante estabelecer uma relação entre as atividades executadas por uma Posição Organizacional com as qualificações necessárias para as poder executar?

As qualificações são um fator determinante para os indivíduos preencherem as Posições Organizacionais. Com a introdução das qualificações nos processos de negócio, procura-se alinhar a organização com os seus processos e aferir a capacidade dos indivíduos para executar as suas atividades. Deste modo é possível efetuar uma melhor gestão dos recursos disponíveis bem como procurar corrigir lacunas existentes nas Posições Organizacionais e consequentemente, na organização.

## 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. Engenharia Organizacional

A Engenharia Organizacional (EO) é definida como “o corpo de conhecimentos, princípios e práticas relacionadas com a análise, desenho, implementação e operação numa empresa” (LILES; JOHNSON; MEADE; 1995). A EO possui um claro foco de estudo, nomeadamente “como desenhar e melhorar todos os elementos associados com a totalidade da empresa através do uso de engenharia, métodos de análise e ferramentas para atingir as suas metas e objetivos mais eficazmente” (LILES; JOHNSON; MEADE; 1995)

De acordo com Dietz e Hoogervorst (2011), a Engenharia Organizacional é uma disciplina emergente que lida com o desenvolvimento de teorias, modelos, métodos e outras ferramentas para a análise, desenho, implementação e gestão de empresas de uma forma rigorosa e relevante. A EO combina vários conceitos de áreas diferentes e como tal é considerada uma área multidisciplinar. Através da EO são abordados vários conceitos importantes para que as empresas consigam manter bons níveis de eficiência e eficácia no cumprimento dos seus objetivos, nomeadamente, o seu *self-awareness*, as arquiteturas e respetivo alinhamento, agilidade, flexibilidade e adaptabilidade.

#### 2.1.1. Organizational self-awareness

*Organizational self-awareness* (OSA) consiste na capacidade das organizações de possuírem uma consciência e conhecimento de si próprias. Esta capacidade é importante para os indivíduos pertencentes à organização terem conhecimento do seu papel, das suas tarefas, das necessidades que têm e das suas interações com outros indivíduos. Segundo Zacarias (2008), a OSA é essencial nas organizações na realização das suas ações, processos de decisão e processos de aprendizagem. Uma das formas de potenciar a OSA é recorrendo à modelação. “A *framework* de modelação engloba uma arquitetura e ontologia, que reúne as abordagens humana, social e organizacional com a modelação através das ciências de computadores e tecnologias de informação” (ZACARIAS; et al; 2008). Como exemplos de modelações são as diferentes arquiteturas empresariais que representam a mesma organização segundo diferentes pontos de vista.

Segundo Vicente e Tribolet (2007), o conceito de OSA possui uma dimensão individual e outra organizacional. Elas distinguem-se na medida em que a individual está relacionada com as capacidades das pessoas de responderem a questões como: “Quem sou eu na organização?”, “Como são feitas as coisas?”, “O que está a organização como um todo a fazer naquele momento?”. A dimensão organizacional engloba não só as pessoas mas também as máquinas,

recursos e procedimentos que permitem à organização responder a questões como: “Quem são os meus colaboradores?”, “Como é que eles realizam as suas tarefas?”, “O que estão todos a fazer neste preciso momento?” Uma organização é *self-aware* quando estas duas dimensões se encontram alinhadas (ZACARIAS; et al; 2008).

## 2.2. Processos

Um processo pode ser definido como um “conjunto de atividades interrelacionadas e interatuantes que transformam entradas em saídas” (NP EN ISO 9000: 2005). Num processo é necessário que existam entradas que são sujeitas a transformações, originando saídas, nomeadamente produtos ou serviços. Segundo o modelo de Eriksson-Penker (TELHA; GORGULHO; GABRIEL; 2013), um processo tem de possuir um objetivo, pelo menos uma entrada e uma saída, recursos para serem utilizados no processo, um número de atividades realizadas na mesma ordem sequencial e pelo menos um cliente. Esta sequência de atividades pode afetar mais do que uma unidade organizacional horizontal e no final, o processo tem de criar valor para o cliente, podendo este ser interno ou externo.

Segundo McLeod (2011), o conhecimento dos processos existentes numa organização e a sua representação têm vários benefícios, nomeadamente: maior preocupação com a criação de valor para a organização e menor com a organização interna, promoção da otimização do conjunto das tarefas que compõe cada processo ao invés do foco na otimização de cada departamento ou de cada função, melhoria de oportunidades para monitorizar e aperfeiçoar os serviços, identificação de oportunidades para reduzir gastos, melhorar a comunicação e poupar recursos.

### 2.2.1. Arquitetura de Processos

A Arquitetura de Processos (AP) consiste numa estruturação dos processos em linhas de gestão. Através desta arquitetura é explicitado de que forma a organização cria valor, podendo assim ver, medir e gerir a eficácia e a eficiência da criação do mesmo. Dentro desta estruturação é feita uma hierarquização dos processos entre processos, subprocessos, atividades e tarefas, tantos níveis quantos forem necessários.

As atividades podem ser manuais, quando executadas por pessoas, automáticas, quando executadas por computadores, e semiautomáticas, se executadas pela interação de ambos. Cada processo deve conter a descrição do responsável do mesmo e quais os seus indicadores. Com a elaboração da AP explicita-se todas as outras sequências de atividades possíveis que não são processos da organização (TELHA; GORGULHO; GABRIEL; 2013).

### 2.2.2. Alinhamento

*“Organizational Engineering brings the concepts of self-awareness linked to the capabilities of flexibility and adaptability. It also enforces the need for organizational architectures that tie the alignment. One of these architectures is the Business Process Architecture which should*

*be aligned with Enterprise and Information Architectures. Constant transformation is the key to adaptable and flexible organizations” (PÁSCOA; 2012).*

Segundo Pereira e Sousa (2005), alinhamento pode ser definido como o nível de coerência entre dois conceitos. O alinhamento entre uma organização e os seus processos de negócio consiste num método contínuo de ajustes e alterações, orientando todos os seus elementos e recursos para as mesmas metas e objetivos. Este alinhamento entre os manuais da organização e os seus processos é importante e efetua-lo deve ser um processo contínuo devido às constantes mudanças no meio. Os processos representam as atividades realizadas pelas pessoas e como tal, aquilo que a organização verdadeiramente faz. Conseguir alinhar os manuais da organização com os processos é colocar os esforços e recursos da organização a trabalhar para metas e objetivos comuns e coerentes na organização.

Atualmente na FA ainda *“não existe alinhamento entre a organização e os processos de negócio associados: não existe coerência; não existe uma ponte entre os conceitos dos processos e da organização; algumas funções são muito abrangentes e carecem de atualização sempre que se alteram os processos” (MONTEIRO; 2014).*

### 2.3. Especificação de Processos

Na Força Aérea, a linguagem utilizada para a modelação de processos é o Business Process Modeling Notation (BPMN). O BPMN consiste numa notação gráfica que explicita a sequência de atividades dos processos de negócio. A notação foi desenhada especificamente para ter as atividades sequenciadas e as mensagens que circulam entre os participantes de determinadas atividades (OBJECT MANAGEMENT GROUP; 2013).

White (2004) apresentada as definições dos seguintes elementos:

- **Evento** consiste em algo que ocorre durante o processo de negócio. Estes eventos afetam o fluxo do processo e normalmente possuem uma causa ou um impacto.
- **Atividade** consiste no trabalho executado pela empresa. As atividades podem ser consideradas como um subprocesso ou uma tarefa;
- **Gateway** é utilizado para controlar a divergência ou convergência da sequência de fluxo;
- **Sequência de fluxo** é utilizada para apresentar a sequência de atividades num processo;
- **Fluxo de mensagens** é utilizado para explicitar o fluxo de mensagens entre dois participantes num processo;
- **Associação** é utilizada para associar dados, texto ou outros artefactos com objetos de fluxo. Serve também para mostrar as entradas e saídas das atividades;

- **Pool** representa um interveniente num processo. Também serve para compartimentar graficamente um conjunto de atividades relativamente a outras pools;
- **Lane** consiste numa subdivisão da *pool* que permite organizar e categorizar atividades;
- **Objeto** de dados demonstram quais os dados necessários para ou produzidos por uma atividade;
- **Agrupamento** é utilizado para documentação ou análise, sem alterar a sequência do fluxo do processo;
- **Anotação** permite acrescentar texto adicional no processo.

## 2.4. Qualificações e Competências

Uma qualificação consiste no *“resultado formal, nomeadamente, uma certificação, de um processo de avaliação e validação, obtido quando um órgão competente decide que uma pessoa alcançou resultados de aprendizagem de acordo com determinados padrões e/ou possui a competência necessária para fazer um trabalho numa área específica de trabalho. A qualificação pode ser um direito legal para a prática de uma atividade”* (EU Quality Assurance in Vocational Education & Training. Qualification; 2009).

Existem várias definições para competências, como por exemplo, a *“capacidade de aplicar ou usar conhecimentos, habilidades, comportamentos ou características pessoais para realizar com sucesso tarefas, funções específicas ou desempenhar determinada Posição Organizacional”* (ENNIS; 2008). Deste modo pode-se afirmar que um indivíduo pode possuir vários tipos de competências sendo as qualificações um desses tipos, ou seja, as qualificações incluem-se nas competências.

Mencionando Ennis (2008), uma forma de as organizações identificarem as competências necessárias para desempenhar uma determinada Posição Organizacional é através de ferramentas descritivas como modelos de competências. Para melhor entender quais as competências requeridas para uma Posição Organizacional, normalmente estas são representadas pictoricamente e segundo uma hierarquia. Relativamente às competências necessárias para desempenhar as posições, existem algumas que são requeridas por todos os funcionários da organização, e podem incluir conhecimentos, capacidades ou habilidades. Outras competências podem ser específicas de determinadas Posições Organizacionais.

### 2.4.1. Modelos de competências

Segundo Caetano, Pombinho e Tribolet (2007), os modelos de competências são usados em várias áreas de gestão de recursos humanos para alinhar os objetivos da organização e as capacidades dos seus funcionários. Um modelo de competências descreve assim as qualidades

requeridas a um funcionário para alcançar o sucesso na sua Posição Organizacional. Servem também como referência sobre aquilo que a organização procura e espera de quem preenche uma Posição Organizacional, funcionando também como possíveis objetivos individuais dos funcionários ao procurarem aumentar as suas competências. De acordo com Ennis (2008), o uso de modelos de competências encontra-se associado a organizações de sucesso, através de gestão estratégica do talento profissional existente dentro da organização.

Caetano, Pombinho e Tribolet (2007) afirmam que uma gestão baseada em competências estabelece uma ligação entre a organização e os objetivos pessoais dos agentes. Facilita também a análise dos processos da organização e uma estandardização na organização. Contudo, devido às mudanças organizacionais, a informação relativa às competências tem tendência para se tornar obsoleta, passando a consumir bastante tempo e recursos para se manter atualizada. Sistemas que suportam a gestão das competências têm como propósito encontrar pessoas especializadas, um melhor recrutamento para a organização e melhor gestão de projetos. Sem ferramentas auxiliares, estas atividades necessitam do julgamento humano para classificar as capacidades dos funcionários, avaliar o nível de competência e manter os perfis dos agentes atualizados.

Segundo o mesmo autor, as *frameworks* mais utilizadas atualmente na representação de processos carecem de mecanismos que permitam às organizações representar qualificações ou competências. No caso da Força Aérea, a notação utilizada para representação de processos é o BPMN, que segundo Caetano, Pombinho e Tribolet (2007) ainda não permite a representação de competências.

### 3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Neste capítulo é proposto um modelo para apresentar uma solução para a representação do conceito de qualificação nos processos de negócio.

#### 3.1. Modelo

O problema inicial prende-se com a inexistência de uma representação das qualificações nos processos de negócio, para aferição do alinhamento das qualificações requeridas para uma Posição Organizacional e as verificadas na realidade organizacional.

A representação das qualificações nos processos de negócio poderia aumentar o alinhamento entre a organização e os processos, ao fornecer indicações sobre as qualificações necessárias à execução das atividades. Além do problema inicial, foram identificados outros problemas como:

- Ausência de uma definição clara do que são qualificações dos indivíduos bem como uma estrutura das mesmas;

- Inexistência de uma correta uniformização das qualificações para as Posições Organizacionais nos diferentes manuais da organização;
- Ausência de uma metodologia para definir as qualificações essenciais ou desejáveis numa Posição Organizacional;

Tal como foi abordado na revisão da literatura, as qualificações são atribuídas mediante o cumprimento de certos requisitos e contêm uma certificação que ateste essa mesma qualificação. As competências consistem em qualificações, habilidades, capacidades, valores, conhecimentos e comportamentos necessários para desempenhar uma Posição Organizacional, sendo deste modo, mais abrangentes e mais completas do que as qualificações. Assim sendo, os autores concluem que qualificações são uma parte das competências que os indivíduos possuem. De agora em diante os autores passarão a referir-se a competências no lugar de qualificações, pois considera ser este o termo mais correto.

Importa agora clarificar o que são as competências dos indivíduos na organização. Dado que não existe uma definição consensual para competências, os autores propõem uma definição para «competência» de um indivíduo no âmbito da FA.

**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.

Para melhor definir as competências, os autores propõem alguns atributos que permitam caracterizar qualquer competência:

- **Nome** – nome que identifica a competência;
- **Descrição** – corresponde a uma descrição sobre aquilo em que consiste a competência;
- **Tema** – tema e área onde se insere a competência;
- **Código** – um código individual que identifique a competência;
- **Validade** – prazo no qual a competência é válida.

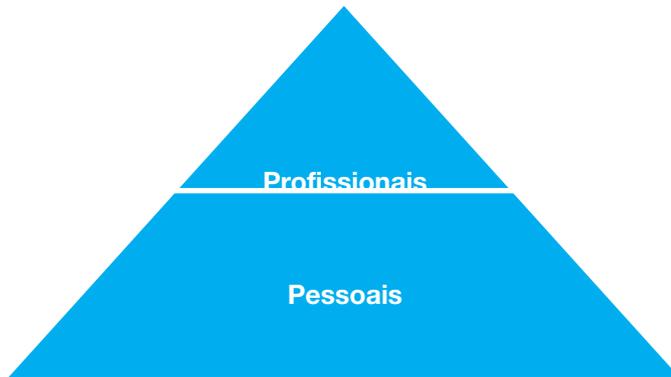
Com base nos conhecimentos abordados anteriormente e em modelos de competências já existentes, os autores propõem uma base para um novo Modelo de Competências para a organização, mais completo e que permita à organização colmatar possíveis lacunas, nomeadamente em relação às competências pessoais nos indivíduos. Com um modelo mais completo e com definições claras sobre as competências dos indivíduos, será possível não só à organização especificar de uma forma mais completa o que procura nos indivíduos para preencher determinada Posição Organizacional, mas também fornecer uma referência sobre as competências

que os indivíduos devem procurar desenvolver e melhorar para ir ao encontro das necessidades da organização. O modelo é apresentado em 3 imagens para tornar mais simples e clara a sua leitura.

Os autores propõem assim um modelo centrado em 2 principais grupos (ver figura 1), as competências Pessoais e as competências Profissionais, sendo que cada um destes grupos possui temas mais específicos. Esta divisão permite englobar as competências que a organização procura nos seus indivíduos mas por domínios de conhecimento.

Competências Pessoais – consistem nas competências associadas aos traços pessoais dos indivíduos. Estas incluem valores, comportamentos, características e especificações inerentes à própria pessoa.

Competências Profissionais – consistem nas competências relacionadas com a formação dos indivíduos, os seus conhecimentos e a sua experiência profissional.



**Figura 1** – Grupos do modelo de competências proposto pelos autores (fonte: Ribeiro, 2015).

No grupo das competências pessoais, são sugeridos pelos autores os seguintes temas:

- *“Liderança – Capacidades para inspirar e guiar grupos e pessoas pelo exemplo;*
- *Comunicação – Capacidades para comunicar, transmitir e interpretar mensagens de forma clara;*
- *Trabalho em equipa – Capacidades para criar sinergias de grupo para atingir metas coletivas e da organização” (CONSORTIUM FOR RESEARCH ON EMOTIONAL INTELLIGENCE IN ORGANIZATIONS; 2010);*
- *Especificidades técnicas – Algumas especificidades técnicas do indivíduo inerentes à própria organização, nomeadamente, posto, habilitações linguísticas, habilitações de segurança e carta de condução militar;*

No grupo das competências profissionais, são sugeridos pelos autores os seguintes temas:

- Recursos Humanos – Cursos, conhecimentos, experiência e técnicas de trabalho no tema de recursos humanos.
- Administração Financeira e Organização – Cursos, conhecimentos, experiência e técnicas de trabalho nos temas de administração financeira e da própria organização.
- Operações – Cursos, conhecimentos, experiência e técnicas de trabalho no tema das operações e parte operacional.
- Ciências e Tecnologias – Cursos, conhecimentos, experiência e técnicas de trabalho nas ciências e tecnologias.

Os temas das competências profissionais sugeridos pelos autores consistem numa aproximação às Divisões existentes no EMFA.

Cada um dos temas apresentados pelos autores pode ter várias áreas, ou seja, mais níveis dentro de cada tema que permitam especificar com maior detalhe a competência pretendida. Este nível de detalhe pode ser tão específico consoante o considerado necessário.

As atividades fazem parte de processos que por sua vez devem estar alinhados com determinada função de uma Posição Organizacional. Para executar uma determinada atividade pode ser necessário uma ou mais competências. Assim sendo, conclui-se que uma competência serve para habilitar a pessoa que ocupa a Posição Organizacional a cumprir uma ou várias das atividades que executa.

O alinhamento entre a organização e os seus processos é feito ao nível das atividades que uma Posição Organizacional executa e a informação que está descrita nos manuais (ver figura 2). O esforço de alinhamento deve também ter as competências como fator essencial a ter em consideração. As competências são o elemento que habilita os indivíduos que ocupam as Posições Organizacionais a executar as suas atividades. Mesmo que exista um alinhamento entre a organização e os seus processos, relativamente ao que é feito, ignorando as competências que são requisito à execução de uma atividade, pode levar a um desalinhamento. Deste desalinhamento ao nível das competências pode suceder que alguns indivíduos estão a ocupar Posições Organizacionais e a executar atividades para as quais não estão habilitados.



**Figura 2** – Competências como requisito à execução de atividades (fonte: Ribeiro, 2015)

Os autores consideram que para verificar as competências necessárias para uma Posição Organizacional deve ser efetuada uma análise dos processos em que intervém e as atividades que executa, aferir as competências necessárias para as atividades serem executadas e, posteriormente representar essas competências nas descrições das Posições Organizacionais nos manuais da organização.

### 3.1. Validação

Para validação do modelo, usa-se um caso de estudo para demonstrar se o modelo responde assim às características do problema. Para efetuar o caso de estudo, os autores recorrem ao levantamento das atividades e tarefas efetuado a uma Posição Organizacional de uma determinada Repartição do EMFA e às respetivas funções e qualificações.

Primeiramente, estabelece-se uma relação entre as qualificações descritas no manual da organização e o novo modelo de competências proposto pelos autores, criando uma tabela para o efeito.

Posteriormente cria uma tabela com as atividades e tarefas executadas por essa Posição Organizacional e efetua uma análise às competências necessárias para cada atividade ou tarefa executada por essa Posição Organizacional.

Seguidamente, através da análise às funções/atividades de uma Posição Organizacional bem como às competências identificadas anteriormente para a execução dessas atividades, cria uma matriz para classificação das competências como essenciais ou desejáveis.

Por fim, cria uma matriz para verificar o alinhamento entre as competências levantadas recorrendo às atividades que a Posição Organizacional executa e as descritas no manual da organização.

#### **4. CONCLUSÃO**

Não existe alinhamento entre a organização e os seus processos. Para que esse alinhamento seja alcançado, é preciso ter em consideração o elemento «competências». Estas estão representadas do lado da organização, através das descrições das Posições Organizacionais. Contudo, até ao momento não existe uma representação das competências do lado dos processos de negócio da organização.

Os processos de negócio representam a realidade organizacional, aquilo que verdadeiramente se faz. No entanto, o que determina o que um indivíduo pode fazer ou não são as suas competências. Assim, os autores representam as competências como requisito à execução das atividades. Um indivíduo que não cumpre o requisito das competências, não deveria executar a atividade.

Através do caso de estudo foi demonstrado que não existe alinhamento relativamente às competências. O Modelo construído pelos autores foi aplicado a apenas uma Posição Organizacional mas permitiu identificar lacunas relativamente às competências. Deste modo foi possível perceber que existe um problema devido ao facto de não serem feitas análises às competências a partir dos processos de negócio.

O Modelo proposto pelos autores, bem como as metodologias para análise das competências, não têm como objetivo alterar a forma como a organização funciona. Constituem-se sim como elementos a ter em consideração no processo de alinhamento na organização. Como referido anteriormente, a notação BPMN possui limitações, nomeadamente quanto à representação de competências. Apesar de existir a possibilidade de incluir anotações nos processos, os autores propõem que a associação das competências com as atividades seja feita num documento auxiliar, com tabelas de análise e classificação tais como as utilizadas no caso de estudo desta dissertação.

A FA é uma organização militar e com recursos limitados. Como tal, importa fazer uma correta gestão dos recursos humanos que possui e as suas competências. A correta identificação de competências, bem como um correto alinhamento entre a organização e os seus processos de negócio, permitem à FA uma correta alocação dos recursos disponíveis, onde eles são mais necessários. De igual forma, também permite à organização perceber melhor quais as suas ca-

rências e conseqüentemente procurar valorizar os seus recursos humanos através de um bom planeamento e uma aposta na melhoria das competências dos seus recursos. Por fim, também permite que os seus indivíduos procurem, por iniciativa própria, valorizar-se e complementar as suas competências para responder a necessidades da organização.

O objetivo dos autores consistiu em demonstrar que existe trabalho a ser efetuado na organização em matéria de alinhamento. Para tal propõe algumas soluções que auxiliem na resolução dos problemas e dificuldades existentes. No entanto, cabe à FA ter estas propostas em consideração, no seu esforço de promover o alinhamento para otimizar a organização e torná-la mais eficiente.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAETANO, Artur; POMBINHO, João; TRIBOLET, José – **Representing organizational competencies**. In Proceedings of the 2007 ACM symposium on Applied computing. ACM, 2007. p. 1257-1262.
- Consortium for Research on Emotional Intelligence in Organizations – The Emotional Competence Framework. [Em linha] 2010 [Consult. 15 jan. 2015] Disponível em: [http://www.eiconsortium.org/pdf/emotional\\_competence\\_framework.pdf](http://www.eiconsortium.org/pdf/emotional_competence_framework.pdf)
- DIETZ, J.; HOOGERVORST, J. – **Enterprise Engineering Manifesto: Advances in Enterprise Engineering I**. 2011.
- EMFA, Força Aérea – **Missão**. [Em linha] 2014 [Consult. 20 dez. 2014]. Disponível em: <http://www.emfa.pt/www/pagina-001>
- ENNIS, M. – **Competency Models: A Review of the Literature and The Role of the Employment and Training Administration** (ETA). U.S. Department of Labor, 2008.
- EU Quality Assurance in Vocational Education & Training. Qualification [Em linha]. 2009 [Consult. 25 out. 2014]. Disponível em: <http://www.eqavet.eu/qa/gns/glossary/q/qualification.aspx>
- HOOGERVORST, J. – **On the Realization of Strategic Success: A Paradigm Shift Needed: Enterprise Governance and Enterprise Engineering as essential concepts**. Springer Science & Business Media, 2009.
- LILES, D.; JOHNSON, M.; MEADE, L. – **Enterprise engineering: a discipline?**. 1995.
- MCLEOD, G. – **The Difference between Process Architecture and Process Modeling/design (and why you should care)**. 2011.
12. MONTEIRO, Miguel. – **As Funções numa Unidade Aérea**. Sintra: Academia da Força Aérea, 2014. Dissertação de Mestrado.
- NP EN ISO 9000:2005. Sistemas de gestão da qualidade – **Fundamentos e vocabulário**. IPQ.
- Object Management Group – Business Process Model and Notation. [Em linha] Dez 2013 [Consult. 02 dez. 2014]. Disponível em: <http://www.omg.org/spec/BPMN>
- PÁSCOA, Carlos – **Organizational and Design Engineering of the Operational and Support Dimensions of an Organization: The Portuguese Air Force Case Study**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, 2012. Tese de Doutoramento.
- PEREIRA, Carla; SOUSA, Pedro – **Enterprise architecture: business and IT alignment**. Proceedings of the 2005 ACM symposium on Applied computing. ACM, 2005.
- RIBEIRO, Nelson – **Representação do Conceito de Qualificações nos Processos de Negócio**. Sintra: Academia da Força Aérea, 2015. Dissertação de Mestrado.
- TELHA, A.; GORGULHO, J.; GABRIEL, P. – **Apontamentos das aulas de EO I**. Academia da Força Aérea, 2013.
- VICENTE, D.; TRIBOLET, J. – **Towards Organizational Self-awareness: A Methodological Approach to Capture and Represent Individual and Inter-Personal Work Practices**. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2007.
- ZACARIAS, M. [et al] – **Towards organizational self-awareness: An initial architecture and ontology**. In Ontologies for Business Interactions. 2008. p. 101-121.
- WHITE, S. – Introduction to BPMN. IBM Corporation. [Em linha] 2004 [Consult. 24 nov. 2014]. Disponível em: <http://www.bptrends.com/introduction-to-bpmn/>

# Taxonomia do BEING do Mapa de Configuração da Organização



Autor: Diogo Preto, Aspirante Aluno do Mestrado Integrado  
em Aeronáutica Militar na Especialidade de Piloto Aviador  
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Carlos Páscoa, Tenente-coronel Navegador  
Doutor em Engenharia Informática e de Computadores  
Divisão de Operações do Estado-Maior da Força Aérea, Alfragide

Coorientador: Jorge Gorgulho, Tenente-coronel Engenheiro Informático  
Direção-Geral de Recursos da Defesa Nacional, Ministério da Defesa Nacional, Lisboa

**Resumo:** Sobreviver significa adaptar-se, definir novos rumos, traçar novas metas e desenvolver novos métodos, porém é fundamental ter presente os limites, ter consciência das valências pois só assim é possível sobreviver. As organizações enquadram-se atualmente neste paradigma de instabilidade constante, deste modo precisam de ter vontade de vencer, de acreditar, contudo essa vontade tem de ser sustentada numa base coesa, ou seja, na sua identidade. Páscoa (2012) estabeleceu este paralelismo para os conceitos organizacionais e definiu o do Mapa de Configuração da Organização onde enquadrou os conceitos do BEING do BECOMING e do BEHAVING, numa perspetiva de desenvolvimento organizacional.

O BEING, representa a unidade base do Mapa de Configuração da Organização, a identidade, que contempla o Modelo de Negócio, a Estrutura, a *Governance* e os Recursos permitindo, deste modo, elencar estes elementos como estruturantes de uma organização. Assim, é essencial para uma Organização possuir o seu conceito de BEING perfeitamente identificado e interiorizado pelos seus agentes, na medida em que este representa a sua essência.

A organização é o reflexo dos seus agentes. A compreensão e a aceitação da identidade organizacional resultam numa harmonia entre agentes e organização que se traduz no sucesso dado que, estando os agentes adequadamente alinhados com os processos de negócio da organização, conseguem visualizar a importância que assumem nos mesmos.

Aplicando os conceitos de Engenharia Organizacional à Força Aérea com enfoque na área de investigação do conceito do BEING, foi possível criar um caso de estudo recorrendo à realidade da Organização e criar assim uma *framework* que relaciona os elementos que constituem este conceito. Desta forma, este estudo pode revelar-se uma ferramenta útil na gestão estratégica da organização e contribuir para o aumento do *Organizational Self-Awareness* e a melhoria da Agilidade, Flexibilidade e Adaptabilidade da Força Aérea.

**Palavras-chave:** Mapa de Configuração da Organização; BEING; Modelo de Negócio; Estrutura; *Governance*; Recursos; *Framework*; Engenharia Organizacional; *Organizational Self-Awareness*; Agilidade, Flexibilidade e Adaptabilidade.

## 1. INTRODUÇÃO

A Evolução acontece a todo e cada instante, sempre que um pouco de presente se transforma em passado, e sempre que um pouco de futuro se transforma em presente. Consequência deste processo evolutivo, o mundo apresenta-se hoje mais evoluído e universal que nunca. Novos desafios se erguem às organizações e surgem também novas oportunidades disputadas por um sem número de organizações concorrentes, que levam a cabo a sua missão num “campo de batalha” instável e mutável onde a sua sobrevivência e sucesso dependem, em muito, da sua adaptabilidade e flexibilidade e, fundamentalmente, da sua capacidade de reagir construtivamente, enfrentando os desafios que lhe são impostos.

A Força Aérea (FA), apesar da especificidade e da identidade militar, é uma organização com desafios idênticos a todas as outras. Está integrada nas Forças Armadas (FFAA) e, por isso, contribui com as suas capacidades para a Defesa Militar da República na componente aérea.

Deste modo, é passível de ser associada e sujeita a conceitos gerais aplicáveis no “mundo” organizacional, desde que o âmbito dessa aplicação esteja apoiada numa base coerente de raciocínio propriamente adaptada e logicamente desenvolvida.

É importante ter um plano de voo bem definido que possibilite “voar a organização” de um ponto partida para um ponto de chegada, cumprindo a missão com sucesso, passando pelos *waypoints* estabelecidos previamente. Para isso, são imprescindíveis ferramentas que indiquem o estado atual da organização, o seu desempenho real e que permita fazer as correções necessárias para manter a rota pretendida.

Contudo e antes de mais, é essencial que a FA tenha os seus agentes em sincronia com a identidade organizacional, ou seja, que estes conheçam e se identifiquem com o *DNA*<sup>(1)</sup> da organização, pois, só tendo por base esse conhecimento e esse enquadramento é possível “voar a organização” por forma a atingir o *waypoint* de destino, com a missão cumprida.

Não é fácil lidar com a mudança, contudo é ainda mais difícil lidar com o insucesso e é esta a realidade que as organizações têm que enfrentar num mercado globalizado onde as oportunidades estão onde menos se espera e o sucesso pertence aos perseverantes, aos trabalhadores, aos que lutam na procura constante pela perfeição, pela melhoria e pelo sucesso. Esta é a sociedade atual, uma sociedade onde a seleção natural continua presente.

A organização tem, assim, de estar pronta para crescer, para aceitar novos desafios e novas conquistas sem nunca estagnar nos êxitos alcançados. Deste modo as organizações têm de possuir um conhecimento interno e externo, extremamente aprofundado pois, só assim se mantêm “vivas”. É nessa problemática que este trabalho se enquadra.

Para que os agentes que nela trabalham se possam identificar com a identidade da organização, por forma a conseguirem identificar os seus limites de ação, é essencial que a própria organização o saiba definir e transmitir. Todas as organizações têm uma missão, uma linha orientadora, um propósito para a sua existência, que rege todos os componentes que a constituem, de formar a serem capazes de atingir o fim para que existem.

Os recursos humanos desempenham um papel fundamental nas organizações pelo que devem possuir um conhecimento claro e conciso do que a organização pretende alcançar e principalmente, qual a função que cada um assume no cumprimento da Missão. Muitas vezes, este aspeto da consciência organizacional é renegado para segundo plano dado parecer clara a linha de ação da organização e conseqüentemente o papel que cada agente assume na

---

(1) *DNA* – Significa *deoxyribonucleic acid*, conjunto orgânico formado pelas moléculas que contêm as instruções genéticas que coordenam o desenvolvimento e funcionamentos de todos os seres vivos e responsável por transmitir as características hereditárias. Assim, a sua aplicação ao nível organizacional caracteriza a identidade da organização, o BEING, como o elemento responsável pelo conjunto de instruções base da organização que coordena o seu desenvolvimento e funcionamento e que contêm as características hereditárias.

mesma. Contudo, numa organização com a complexidade da Força Aérea, estes aspetos nem sempre se tornam verdadeiramente perceptíveis pelo que se torna essencial a existência de uma *framework* de autoconhecimento que permita aos seus agentes tomarem conhecimento do seu enquadramento com o paradigma organizacional e com o BEING (SER) da Organização.

Assim, os autores propõem-se transpor os conceitos referentes às organizações em geral para o caso de estudo da Força Aérea, que “(...) *tem por missão principal participar, de forma integrada, na defesa militar da República(...)*” (LEI ORGÂNICA DA FORÇA AÉREA; 2014) sendo “(...) *uma Força ágil, coesa e capaz, tecnologicamente evoluída, (...) alicerçada no valor das Pessoas, (...) nas suas qualidades humanas e militares (...), sentido de equipa e de pertença institucional (...)*” (FORÇA AÉREA; 2013).

## 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 identificado e que se traduz em que a FA não possui uma definição de “BEING” atual.

### 2.1. Engenharia Organizacional

Cada momento da História da Humanidade apresenta desafios particulares, e a forma como os homens e as suas organizações a eles respondem fazem a diferença na sobrevivência das civilizações. Trata-se portanto “*de uma questão pragmática, esta de querermos lidar com as nossas organizações de forma que as mesmas cumpram os objetivos para que foram criadas da forma mais adequada à nossa sobrevivência individual e coletiva.*” (MAGALHÃES; 2005).

Assiste-se a um enorme volume de dados que diariamente recai sobre todos os sectores organizacionais e que necessita de ser tratada corretamente. A Engenharia Organizacional (EO) é uma ferramenta que tenta pôr ordem e estabelecer um fio condutor segundo o qual, todos os indivíduos, todos os órgãos, e todas as partes interessadas, se alinham para que as suas ações atinjam os fins pretendidos.

Liles & Presley (1996) definem Engenharia Organizacional “*como o corpo de conhecimento, princípios, e práticas relacionadas com a análise, desenho, implementação e operação de uma organização*”. Deste modo é estabelecido um conjunto de conceitos que auxilia as organizações a pensar de modo sustentável.

### 2.2. Organizational self-awareness

“*Human beings are, by nature, self-aware beings. This capacity lets us know who we are, how we do things, and what we (and others) are doing at any particular moment. In organizations,*

*self-awareness is an essential prerequisite for effective action, decision-making, and learning processes.” (ZACARIAS et al; 2008).*

A *Organizational self-awareness* (OSA) consiste na capacidade das organizações possuírem uma consciência e conhecimento de si próprias. Esta capacidade é importante para os indivíduos pertencentes à organização terem conhecimento do seu papel, das suas tarefas, das necessidades que têm e das interações com outros indivíduos. Segundo Zacarias et al (2008), a OSA é essencial na realização das suas ações, processos de decisão e processos de aprendizagem. Uma das formas de potenciar a OSA é recorrer à modelação. “A *framework* de modelação engloba uma arquitetura e ontologia, que reúne as abordagens humana, social e organizacional através das ciências de computadores e tecnologias de informação.” (ZACARIAS et al; 2008). As diferentes arquiteturas empresariais que representam a mesma organização segundo diferentes pontos de vista são exemplo de modelação.

Segundo Vicente e Tribolet (2007), o conceito de OSA possui uma dimensão individual e outra organizacional. Elas distinguem-se na medida em que a individual está relacionada com as capacidades das pessoas de responderem a questões como: “Quem sou eu na organização?”, “Como são feitas as coisas?”, “O que está a organização como um todo a fazer naquele momento?”. A dimensão organizacional engloba não só as pessoas mas também as máquinas, recursos e procedimentos que permitem à organização responder a questões como: “Quem são os meus colaboradores?”, “Como é que eles realizam as suas tarefas?”, “O que estão todos a fazer neste momento?” Uma organização é *self-aware* quando estas duas dimensões se encontram alinhadas.

### **2.3. Business Motivation Model**

*“Fundamental to the Business Motivation Model is the notion of motivation. The Object Management Group (OMG) thinking is this: if an enterprise prescribes a certain approach for its business activity, it ought to be able to say why; that is, what result(s) the approach is meant to achieve.” (OMG; 2015).*

O *Business Motivation Model* (BMM) fornece às organizações um esquema ou estrutura para o desenvolvimento, comunicação e gestão dos planos de negócio de uma forma organizada. Por outras palavras, o BMM identifica:

- fatores que motivam a elaboração dos planos de negócios;
- os elementos dos planos de negócios;
- fatores e todos os elementos que se inter-relacionam nos planos de negócio, sendo esses elementos responsáveis por fornecer a orientação ao negócio, como as Políticas e Regras de negócio.

## 2.4. Mapa de Configuração Organizacional

Atualmente as organizações estão expostas a um ritmo de mudança constante, o que exige um grau de adaptação elevado tendo, assim, a necessidade de recorrer a mecanismos de controlo e adaptação que lhes permita reagir em *near real time*.

A metáfora “Voar a Organização” (Páscoa e Tribolet, 2010) aplica os conceitos usados na aviação ao universo organizacional, considerando que uma aeronave começa seu voo com uma configuração pré-determinada e um conjunto de configurações previsíveis que são constituídas por um conjunto de artefactos que configuram a operação. Por exemplo, se a aeronave perde um motor de um total de dois, pode continuar a voar, contudo, o seu destino poderá não ser alcançado. Uma alteração das condições previstas inicialmente vai obrigatoriamente dar origem à necessidade de proceder aos ajustes necessários para atingir o objetivo inicial ou, eventualmente, definir um objetivo alternativo. Tal situação pode ser transferida para o universo organizacional quando uma organização se confronta com alterações ao seu plano inicial.

Contudo, esse paralelismo pode ser suscetível a falhas, sendo a inadequada configuração uma possível falha constante. Nesta situação é defendido o “*conceito de configuração da organização que permite uma abordagem holística proativa*” (PÁSCOA, 2012).

Como tal, Páscoa (2012) definiu a configuração organizacional “*como um conjunto de artefactos organizacionais que impulsionam os seus meios, de uma forma completa e organizada, a fim de atingir os seus fins*” defendendo que a “*configuração organizacional tem impacto sobre todos os aspetos organizacionais*”.

Com base no conceito “Artefato”, e noutros conceitos e teorias, como por exemplo a *General Systems Theory* (GST) (SKYTTNER, 2006), Páscoa (2012) defende que a organização pode ser considerada como um sistema que existe dentro de sistemas abertos, caracterizados por um processo interminável de troca com o meio ambiente (outros sistemas), permitindo que permaneça vivo e em equilíbrio dinâmico, mantendo os subsistemas estruturados. O sistema possui um ADN próprio (BEING), tem objetivos (BECOMING) e tem controlo e feedback (BEHAVING). Estes três elementos compõem o Mapa de Configuração Organizacional (MCO).

“*Para construir a componente “BEING” da configuração organizacional, é necessário identificar os componentes responsáveis pelas suas características únicas (DNA), pela sua estrutura, pelo controlo e pelos seus recursos*” (PÁSCOA; 2012), por outras palavras, a componente BEING, compreende o Modelo de Negócio, a Estrutura, a Governance e os Recursos (ver figura 1).

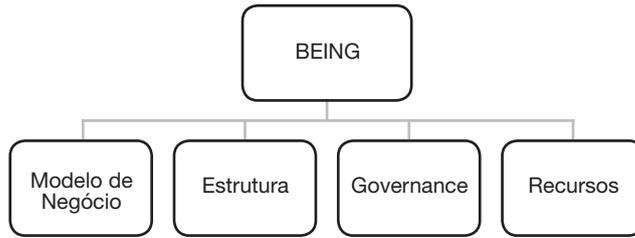


Figura 1 - BEING do Mapa de Configuração da Organização (PÁSCOA, 2012)

## 2.5. Taxonomia

Segundo Terra et al (2014), “Taxonomia é um sistema utilizado para classificar e facilitar o acesso à informação. O seu objetivo é representar conceitos através de termos; melhorar a comunicação entre especialistas e outros públicos; propor formas de controlo da diversificação e oferecer um mapa do processo de conhecimento. É, portanto, um vocabulário controlado de uma determinada área do conhecimento e um instrumento que permite alocar, recuperar e comunicar informações dentro de um sistema”. De acordo com Graef (2001) citando (AGANETTE; ALVARENGA; SOUZA; 2010), a taxonomia é uma estrutura que provê uma maneira de classificar “coisas” através de uma série de grupos hierárquicos para facilitar sua identificação, estudo ou localização. A estrutura taxionómica consiste em duas partes: Estrutura e Aplicações. A Estrutura consiste em categorias ou termos e os seus relacionamentos e as Aplicações são ferramentas de navegação que ajudam os utilizadores a encontrar as informações. Tendo em conta o vasto número de autores que abordam esta temática, o conceito de taxonomia não é novo, não emerge de repente nem é direcionado a solucionar problemas de representação de um determinado domínio específico. É um termo que resulta de um longo processo histórico de estudos e investigações demoradas e conturbadas que culminaram numa base teórica fundamentada.

## 3. DESENVOLVIMENTO DO MODELO

Neste capítulo é proposto um modelo baseado na taxonomia do BEING, estabelecendo as relações de causa-efeito entre os elementos de segundo nível.

### 3.1. Taxonomia do BEING

Como em qualquer organização, estão intrínsecos ao dia-a-dia da FA um vasto conjunto de processos que permitem o cumprimento da sua missão. Os processos são das mais variadas naturezas e abrangem toda a organização, contudo, estes processos têm por base uma identidade única, uma estrutura e uma cultura que advém da forma como os seus agentes visualizam a organização e interagem com a mesma. A Força Aérea, como todas as organizações, depende e emerge dos seus elementos pois são eles a sua essência e a sua génese. Todos os agentes culminam no cumprimento da missão atribuída à FA e sem eles seria impossível o funcionamento da mesma. Porém, é necessário existir um correto alinhamento entre os mesmos e sobretudo,

uma consciência organizacional que lhes permita reconhecer a importância que os mesmos assumem no e para o cumprimento da missão da FA.

A FA realiza um conjunto muito vasto de atividades, umas simples e outras complexas, umas que concretizam a missão basilar da organização e outras que servem de suporte. Contudo, seria impossível realizar a missão capital da FA sem as atividades e fundamentalmente os agentes que sustentam essas mesmas atividades de suporte. Deste modo, a criação da Taxonomia do BEING da Força Aérea vem identificar a identidade da organização, formalizando-a para que possa ser compreendida por todos os seus agentes, ao mesmo tempo que estes têm consciência da importância que assumem no cumprimento da Missão. Desta forma, os agentes que realizam processos considerados de apoio (por exemplo funções de restauração, de segurança de logística), podem perceber que são essenciais para o desenrolar da atividade operacional.

A FA possui uma identidade única, não só por ser uma organização militar mas pela especificidade dos seus processos de negócio e pela sua missão, sendo o seu *core business*, a “defesa militar da República” (LEI ORGÂNICA DA FORÇA AÉREA; 2014). Neste sentido, é fundamental existir um alinhamento entre os diversos níveis que constituem a FA. Contudo, esse alinhamento torna-se difícil de alcançar se não existir OSA por parte dos agentes organizacionais. Assim, é necessário transmitir a todos os agentes organizacionais a identidade da FA e esta, tem de ser compreendida e interiorizada pelos mesmos.

Para a investigação definiram-se duas abordagens metodológicas: a investigação em documentação relativa às FFAA e à FA, como legislação, manuais e regulamentos, artigos publicados e *sítios* oficiais de interesse; e realização de entrevistas, formais e informais, a entidades da FA que ocupam níveis organizacionais bastante diversificados. Assim, a metodologia utilizada nesta investigação permitiu que, partindo do BEING do MCO (Páscoa, 2012), os conhecimentos adquiridos na análise da documentação que sustenta a organização, se complementassem com a experiência e conhecimento dos militares entrevistados, levando a que fosse possível proceder a uma formalização global do BEING da Força Aérea sobre a forma de uma taxonomia permitindo, assim, uma melhor compreensão do DNA da Organização, como se pode observar na figura 2.

Dada a extensão da *framework*, como exemplo, apresentam-se apenas o conceito de “Valores”. Quais são os valores da FA? A **Lealdade**, como pilar que sustenta o compromisso firmado com a Pátria e a confiança mútua entre as pessoas que servem, através da permanente fidelidade a princípios éticos e a preceitos de honra e honestidade. Promove a confiança nas decisões dos escalões superiores, revela a saudável interação com os pares e realça o trabalho dos subordinados, constituindo-se como a base da solidariedade e do esforço coletivo; a **Integridade**, evidenciada pela assunção espontânea e rigorosa dos deveres, da justiça e da moral, tendo como retorno o respeito, a confiança e o fortalecimento do orgulho próprio. Materializada na probidade e na retidão das decisões e dos atos, a cultura de integridade institucional na Força Aérea deve pautar a atitude de todos os seus militares e civis no desempenho diário das suas funções com elevados padrões de ética e de profissionalismo; a **Competência**, assumida como a capacidade de mobilizar conhecimentos, de tomar decisões para agir com pertinência,

de gerar confiança e de tomar a iniciativa na realização de novos feitos. É o valor através do qual se torna possível mobilizar e otimizar os recursos afetos á Instituição; a **Excelência**, orientadora dos caminhos a seguir para a obtenção de elevados níveis de sucesso e de qualidade, nos processos, produtos e serviços. O compromisso de todos os militares e civis da Força Aérea na excelência organizacional resulta na materialização de progresso, na maturidade, no reconhecimento público e na comparação com os melhores.

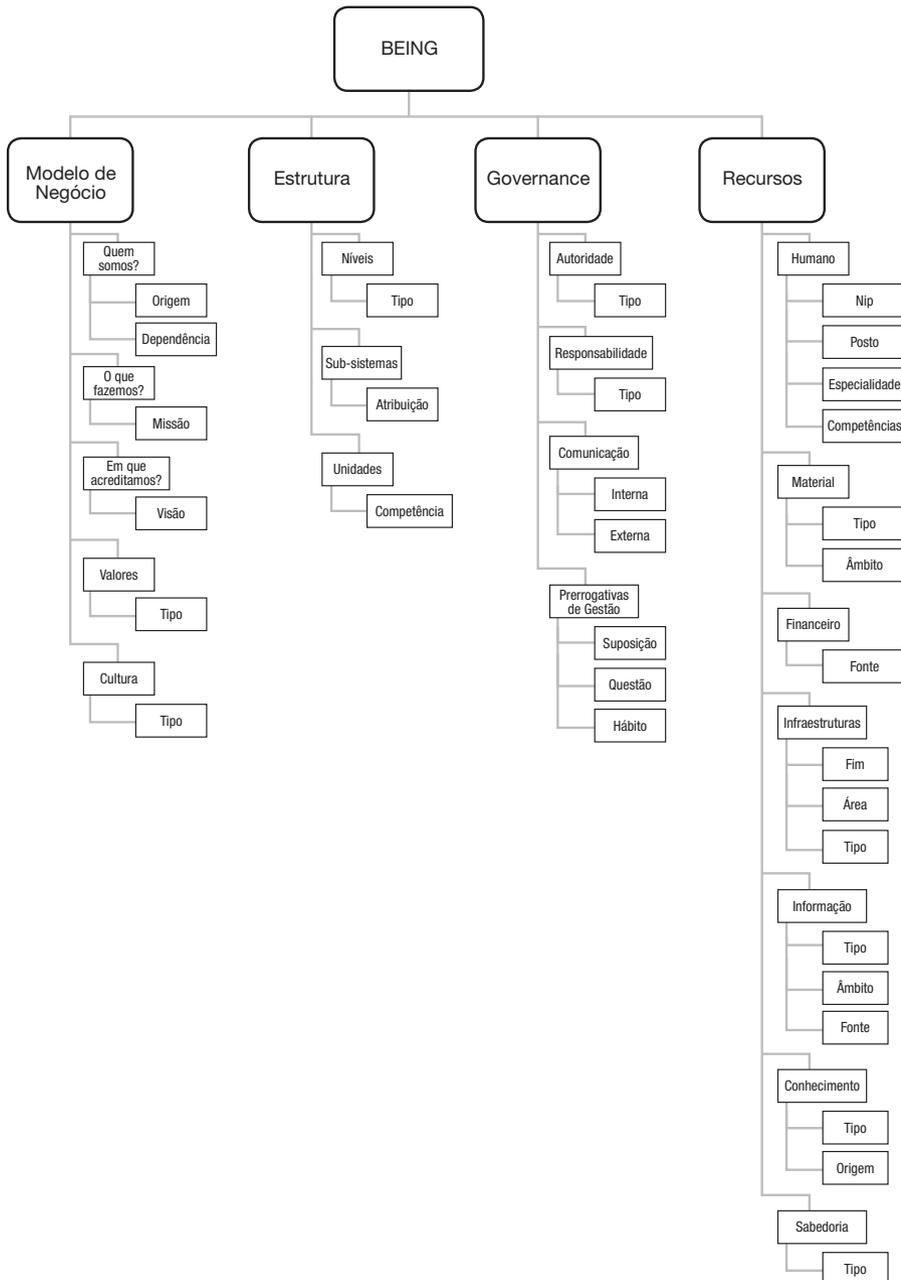


Figura 2 - Taxonomia do BEING da Força Aérea (Preto, 2015) adaptado de Páscoa (2012)

### 3.2. Framework do BEING

A formalização do BEING da FA estimula o desenvolvimento de uma *framework* da Organização (apresentada na figura 3) onde todos os seus elementos se relacionam, transmitindo através das relações identificadas na mesma, as consequências que as perturbações nos diversos elementos constituintes causam nos restantes, tendo como elemento central o *core business* da FA, uma vez que apesar das alterações que possam ocorrer, a missão capital da organização tem de se continuar a realizar sempre com o máximo de eficácia e eficiência.

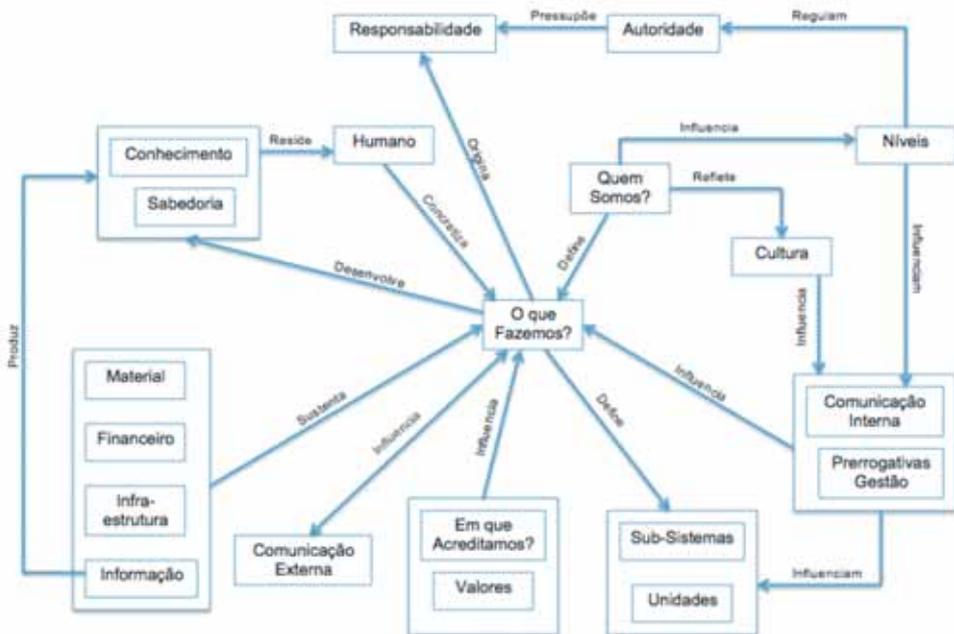


Figura 3 - Framework do BEING da Força Aérea (Preto, 2015)

### 3.3. Aplicação da Framework do BEING

A *framework*, sustentada nos conceitos referente às organizações em geral, transpostos de forma coerente e adequada para a conjuntura da Força Aérea, representa as relações de causa/efeito entre os elementos do BEING.

É assim possível observar os efeitos que as alterações nas organizações, provocam nas diversas áreas como se pode observar na figura 4.

Por exemplo, “O que fazemos?” assume uma posição central uma vez que representa o *core business* da organização, este influencia a “Comunicação Externa”, uma vez que esta, está dependente do que é realizado na organização para posteriormente ser transmitido aos órgãos

superiores, define os “*Subsistemas*” e as “*Unidades*”, na medida em que devem ser ajustadas à Missão. “O que fazemos?” é também influenciado pelo recurso “*Financeiro*” de forma limitativa, o que origina uma consequência direta no recurso “*Humano*”.



Figura 4 - Aplicação da *framework* do BEING

#### 4. CONCLUSÃO

A Engenharia Organizacional despoletou aos autores o sentido crítico para pensar a organização como um processo contínuo de otimização.

A primeira nota de conclusão será direcionada para a identidade. O fio condutor que orientou o autor na formalização do BEING da Força Aérea, tendo como base os conhecimentos de Engenharia Organizacional, os conhecimentos adquiridos através da análise da literatura referente à temática abordada e a documentação relativa à Força Aérea. A análise de toda esta panóplia de informação, permitiu construir uma *framework* que foi sujeita ao contraditório através da elaboração de entrevistas.

Os resultados obtidos foram coincidentes e conclusivos. Na sua generalidade, as hipóteses colocadas pelo autor foram aceites e validadas por todos os militares entrevistados, sendo que foram apenas complementados com o conhecimento desses mesmos agentes. Todos estes acontecimentos permitiram ao autor tirar várias ilações: a identidade da FA encontra-se definida, contudo não se encontra formalizada na sua globalidade nem difundida, compreendida e interiorizada por toda a organização nem pelos seus influenciadores; não existia na FA uma *framework* capaz de transmitir aos agentes que a constituem uma visão holística sobre a or-

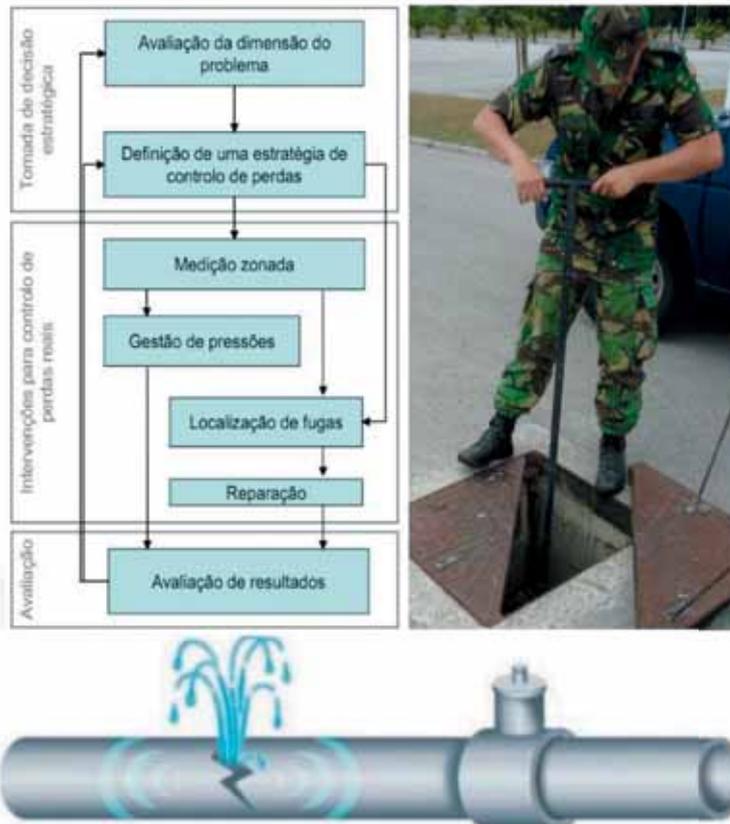
ganização, resultando deste modo na falta de consciência organizacional, *Organizational Self-Awareness*, tornando-se assim essencial para à FA ter a sua identidade perfeitamente difundida e interiorizada pelos seus agentes.

A segunda nota conclusiva está relacionada com a *framework* desenvolvida. De modo a tentar colmatar as lacunas identificadas nesta área de conhecimento, elaborou-se uma *framework* que relaciona os elementos constituintes do BEING, tendo em conta as suas relações de causa/efeito. Essa *framework* é apresentada sobre a forma de uma representação cíclica onde as relações identificadas fluem tendo em conta o sentido representado permitindo assim ser utilizada como ferramenta de suporte na gestão e no planeamento da FA. Contudo, esta *framework* apresenta ainda algumas debilidades dado que o BECOMING e o BEHAVING não se encontram ainda formalizados o que limita a análise das consequências nas perturbações entre os vários elementos que constituem o BEING da Organização.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGANETTE, E.; ALVARENGA, L.; SOUZA, R. R. **Elementos constitutivos do conceito de taxonomia. Informação & Sociedade**, Dezembro de 2010.
- OMG (Object Management Group); **The Business Motivation Model, v1.3, 2015** [In line]. [Consult. 3 june. 2015]. Available at: «<http://www.omg.org/spec/BMM/1.3/>».
- FORÇA AÉREA; **Diretiva N°04/2013**: Chefe do Estado-Maior da Força Aérea; Diretiva de Planeamento da Força Aérea; Alfragide; Fevereiro 2013.
- Lei Orgânica da Força Aérea**; Decreto-Lei n.º 187/2014; Diário da República, 1.ª série — N.º 250 — 29 de Dezembro de 2014.
- LILES, Donald; PRESLEY, Adrien; **Enterprise Modeling within an Enterprise Engineering Framework**, Dezembro 1996.
- MAGALHÃES, Rodrigo; TRIBOLET, José; **Engenharia Organizacional: das partes ao todo e do todo às partes na dialética entre pessoas e sistemas; in Sistemas de Informação Organizacionais**, capítulo “Organizações, Pessoas, Processos e Conhecimento: Da Reificação do Ser Humano como Componente do Conhecimento à “Consciência de Si” Organizacional”; Sílabo Edição, Novembro 2005.
- PÁSCOA, Carlos; **Organizational and Design Engineering of the Operational and Support Dimensions of an Organization: The Portuguese Air Force Case Study**; Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior Técnico. 2012. Tese de Doutoramento.
- PÁSCOA, Carlos; TRIBOLET, José; **Organizational and Design Engineering of the Operational and Support Components of an Organization: the Portuguese Air Force Case Study, Springer Lecture Notes in Business Information Processing (LNPIB) Series on Minutes of the Practice-driven Research on Enterprise Transformation (PRET)** Conference on Enterprise Engineering held in the University of Delft, Holland, November 2010.
- PRETO, Diogo; **Taxonomia do BEING do mapa de configuração da organização**, Tese de Mestrado, Direcção de Ensino, Academia da Força Aérea, Sintra, Portugal, 2012.
- SKYTTNER, Lars (2006): **General Systems Theory: Problems, Perspectives, Practice, World**. Scientific Publishing Company; 2ª Edição, Londres, UK.
- TERRA, J. C. C. et al. **Taxonomia: elemento fundamental para a gestão do conhecimento**. [In line]. [Consult. 25 nov. 2014]. Available in: [http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/libdoc00000102v003taxonomia\\_%20fundamental\\_GC.pdf](http://biblioteca.terraforum.com.br/BibliotecaArtigo/libdoc00000102v003taxonomia_%20fundamental_GC.pdf).
- VICENTE, D.; TRIBOLET, J. – Towards Organizational Self-awareness: A Methodological Approach to Capture and Represent Individual and Inter-Personal Work Practices. Instituto Superior Técnico, Lisboa, 2007.
- ZACARIAS, M. [et al] – Towards organizational self-awareness: An initial architecture and ontology. In *Ontologies for Business Interactions*. 2008. p. 101-121.

# Avaliação, Detecção e Localização de Fugas em Setores de Redes de Distribuição de Água: O Caso de Estudo da Força Aérea



Autor: Hugo Costa, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar  
na Especialidade de Engenharia de Aeródromos  
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Professora Doutora Dília Isabel Cameira Covas  
Doutora em Engenharia Civil  
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

Coorientador: Rui Ramos, Capitão Engenheiro de Aeródromos  
Academia da Força Aérea, Sintra

**Resumo:** O presente trabalho tem por objetivo a avaliação de perdas de água em sistemas de distribuição de unidades militares, centrando-se no caso de estudo do sistema de abastecimento do complexo militar de Sintra da Força Aérea. Para este efeito, realizou-se uma campanha de localização aproximada de fugas, quantificaram-se as parcelas de perdas de água e de consumo e, finalmente, recomendaram-se procedimentos para o controlo de fugas e para a operação mais eficiente do sistema.

Apresenta-se a descrição detalhada de uma Campanha de Localização Aproximada de Fugas (CLAF), com base na realização do fechamento sequencial de válvulas (*step-test*), tendo a mesma incidido sobre a totalidade da rede de distribuição do complexo.

Efetua-se a caracterização dos consumos, utilizando as medições de caudal realizadas durante a CLAF, dados de consumo faturado fornecidos pela entidade gestora local (SMAS de Sintra) e informações recolhidas em visitas realizadas ao local.

A avaliação de perdas é efetuada com base em duas abordagens distintas: (i) uma abordagem *bottom-up* que consiste numa análise do caudal mínimo noturno; e (ii) uma abordagem *top-down* que consiste no cálculo do balanço hídrico anual e na quantificação das diversas parcelas de perdas de água. São determinados, também, os indicadores de desempenho relacionados com as perdas de água. Os resultados são apresentados em forma de diagramas de sistema e de representações espaciais das perdas e dos respetivos desempenhos.

A estratégia de controlo de fugas e de operação eficiente do sistema é apresentada em termos de prioridades de intervenção e de recomendações para a avaliação permanente de fugas.

**Palavras-Chave:** Fugas, perdas reais, avaliação de perdas, campanha de localização aproximada, *step-test*, balanço hídrico, indicadores de desempenho.

## 1. INTRODUÇÃO

Da recolha de informação nacional objeto de auditoria aos serviços de abastecimento de água que a Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR) realizou anualmente resultam os seguintes dados (ERSAR, 2014a): anualmente, em média, 30.7% da água captada, tratada e distribuída de 97% dos serviços em baixa não é faturada. Os casos mais gravosos, em termos de água não faturada, podem atingir cerca de 70% e observam-se em áreas rurais ou mediantemente urbanizadas, com especial importância na região Norte, enquanto os casos de melhor desempenho, onde se registam valores inferiores a 10% se localizam nas áreas urbanas da região Centro e Lisboa e Vale do Tejo.

A água não faturada implica, para além de impactes ambientais, reduções de receitas, que comprometem a sustentabilidade económico-financeira das entidades gestoras refletindo-se, no final, na fatura dos consumidores. Considerando como limiar técnico aceitável de água não faturada o valor de 20% da água entrada nos sistemas de abastecimento, os operadores incorrem em custos por água captada, tratada e distribuída, existindo por isso um grande potencial de melhoria. No ano de 2012, em Portugal continental, registou-se 200 milhões de m<sup>3</sup> de perdas reais, o que representa, aproximadamente, 24% dos 850 milhões de m<sup>3</sup> de água captada (ERSAR, 2014b).

Como resposta à problemática das perdas de água, o presente trabalho procurou incentivar a utilização eficiente e eficaz de água e cooperar na consciencialização das entidades envolvidas para a importância do tema. Neste quadro, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento e aplicação de uma metodologia definida com base em técnicas e métodos existentes para a identificação e quantificação de perdas reais no Complexo Militar de Sintra (CMS) da Força Aérea (FA). Procurou-se que o conhecimento adquirido e a metodologia utilizada pudessem ser aplicados noutras Unidades Militares (UM), por forma a localizar as subzonas com maior probabilidade de terem fugas, e a propor meios técnicos para detetar as mesmas em trechos particulares da rede. Explorou-se a aplicação de métodos de localização aproximada, em particular o fechamento sequencial de fugas (*step-test*), ao caso de estudo da rede da distribuição do CMS e compreender as dificuldades de aplicação do mesmo, recorrendo aos meios disponíveis.

## 2. CASO DE ESTUDO

O abastecimento de água nas 18 bases militares (BM) da FA é garantido por sistemas públicos de abastecimento ou através da exploração de furos de captação de água subterrânea existentes nas mesmas. No ano 2013, a FA serviu, em todas as BM, cerca de 7 250 trabalhadores (residentes e não residentes) e geriu um volume médio de água de 3 000 m<sup>3</sup>/dia.

Em 2013, os custos totais associados, apenas, à compra de água às entidades fornecedoras foi de aproximadamente 500 000 euros. Neste valor, não se incluem os restantes custos associados à gestão global das redes de distribuição internas, relativamente aos recursos humanos, financeiros e consumidores, e às tarefas de planeamento e projeto, construção, operação e manutenção, e monitorização de qualidade, relacionadas com o abastecimento de água, contratadas a entidades externas.

A Base Aérea N.º1 (BA1), Academia da Força Aérea (AFA) e Museu do Ar (MUSAR) são as Unidades Militares que compõem o CMS, onde residiu ou trabalhou, em 2014, um total de 673 pessoas.

No ponto de origem (PO) da rede de distribuição, esta divide-se em 3 subsistemas: Zona da AFA, Zona da BA1 e Zona das Oficinas. Relativamente aos ramais de ligação da rede de distribuição, a ligação dos mesmos com a rede predial dos edifícios é, geralmente, assegurada através de válvulas de seccionamento dado que não existem contadores afetos à maioria das infraestruturas.

Existem três modos de abastecimento da rede de distribuição do CMS, segundo a natureza da origem da pressão. No modo de funcionamento normal, a rede é abastecida a partir do reservatório elevado existente. Os outros dois modos de operação dependem da realização de um circuito de *by-pass* ao reservatório elevado ou a outras componentes do sistema de abastecimento. No caso de o abastecimento de efetuar no circuito de *by-pass* apenas ao reservatório elevado, o sistema estará em pressão por bombeamento permanente através da Estação Elevatória (EE) do CMS, levando a que este modo de funcionamento, seja utilizado, apenas, em último recurso, devido aos custos associados ao bombeamento e ao desgaste dos equipamentos.

### 3. AVALIAÇÃO DE PERDAS REAIS

#### 3.1. Nota introdutória

A metodologia adotada na campanha de localização aproximada de fugas (CLAF) de água na rede de distribuição do CMS, através do fechamento sequencial de válvulas, pode ser resumida em três etapas distintas:

- (i) *Avaliação da dimensão do problema* - monitorização dos caudais na origem do sistema de abastecimento (coincidente com o ponto de entrega da entidade fornecedora), na quantificação das perdas de água tendo por base o caudal mínimo noturno observado e a definição da estratégia a adotar;
- (ii) *Medição zonada* - planear o isolamento das Zona de Medição e Controlo (ZMC) através do fechamento de válvulas de seccionamento, permitindo apenas uma secção de entrada de caudal;
- (iii) *Localização de fugas* - subzonamento e campanha de localização aproximada de fugas, constituída pelas seguintes etapas: realização de medições de caudal na entrada de cada ZMC; corte de abastecimento sequencial das suas subzonas; e tratamento dos dados obtidos.

#### 3.2. Avaliação da dimensão do problema

A avaliação da dimensão do problema foi efetuada com base na análise do caudal registado durante os períodos de menor consumo noturno. Após a preparação do sistema de abastecimento para a realização das campanhas de localização aproximada de fugas foi utilizado um *datalogger* que registou valores com um período de amostragem de 15 minutos, durante seis dias até ao término da bateria do aparelho, registando-se o caudal mínimo noturno de 1.44 m<sup>3</sup>/h (cf. Figura 1).

Embora possam ter ocorrido efetivamente consumos durante o período noturno, estes foram muito reduzidos, sendo comum associar aos consumos ocorridos durante a noite, os caudais perdidos por fugas. Nos dias em que foi registado o caudal mínimo noturno, estima-se que pernoitaram no complexo militar, aproximadamente, 30 pessoas. Assim, estimou-se que o consumo noturno médio foi de 0.01 m<sup>3</sup>, pelo que se considerou desprezável, com base na equação estatística apresentada no “*Report F – Using night Flow Data*” (WRc, 1994).

O valor das fugas existentes no sistema de abastecimento do CMS foi associado ao caudal mínimo noturno, 1.50 m<sup>3</sup>/h. Note-se, no entanto, que um dos principais componentes desconhecidos do valor estimado diz respeito à possibilidade deste valor poder incluir fugas existentes nas redes prediais. Tendo sido efetuadas medições antes e depois da adutora principal existente, estimou-se que o caudal de perdas nesta fosse da ordem de 0.25 m<sup>3</sup>/h.

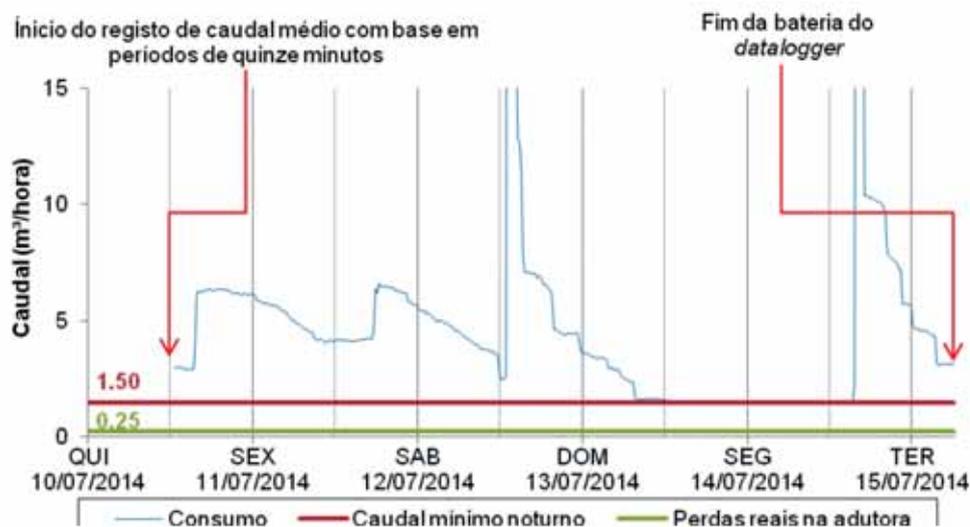


Figura 1 - Medição do caudal no PE da CMS com um período de amostragem de 15 minutos

### 3.3. Medição zonada

Após a análise da topologia da rede, planeou-se a divisão da rede de distribuição em zonas de medição e controlo (ZMC) através do fechamento de válvulas de seccionamento durante o período de realização da campanha. Uma ZMC é um sector da rede de distribuição que apresente uma única entrada de água, cujo consumo é monitorizado através da instalação de um medidor de caudal.

A aplicação do zonamento, apenas, durante períodos de tempo limitados (noturnos) levou à reconsideração da divisão do sistema de abastecimento do CMS em quatro ZMC (cf. Figura 2): Academia da Força Aérea (ZMC A), Aquartelamento (ZMC B), Zona Operacional da Base Aérea N°1 (ZMC C), e Oficinas (ZMC D). As ZMC apresentam comprimentos de rede que variam entre 800 e 3 800 m.

A janela temporal disponível para a realização do *step-test* foi de cinco noites, num número de horas limitado. Para o período referido foi necessário definir o apoio logístico necessário à realização das campanhas de medição e ajustar a campanha de localização aproximada de fugas às restrições temporais.

A divisão das ZMC em subzonas foi conseguida através do fechamento temporário de válvulas de seccionamento. Para se realizar o planeamento das campanhas de medição foi necessário analisar a rede e compreender o número de subzonas que poderiam ser consideradas tendo em conta o número de horas disponíveis por noite.

Na definição dos limites das subzonas, considerou-se, em relação à realização prática da campanha de localização aproximada de fugas, as seguintes condições: o número de zonas deveria estar ajustado ao tempo disponível para a realização dos testes; o comprimento da rede das diversas subzonas deveria ser aproximadamente o mesmo; e a operação das válvulas de seccionamento deveria envolver a abertura e a sinalização do menor número possível de caixas de visita.

No planeamento do fechamento sequencial de válvulas, procurou-se garantir equidade do número de subzonas a testar com o intuito da boa divisão de esforço no tempo disponível. Deste modo, optou-se pela divisão apresentada na Figura 3, onde as subzonas testadas e respectivas ZMC analisadas em cada campanha são enumeradas e representadas.

Após a análise dos dados das campanhas anteriores, foi possível identificar quais as subzonas com perdas reais e estimar os valores das perdas. No entanto, a fonte de informação nem sempre apresentou a especificidade e a fiabilidade pretendidas, por se tratar de dados baseados em estimativas ou extrapolações a partir de uma amostra limitada, levando à necessidade de realização de uma nova campanha que incidisse nas subzonas cujos valores de perdas se revelaram duvidosos.



Figura 2 – Zonamento da rede de distribuição do CMS

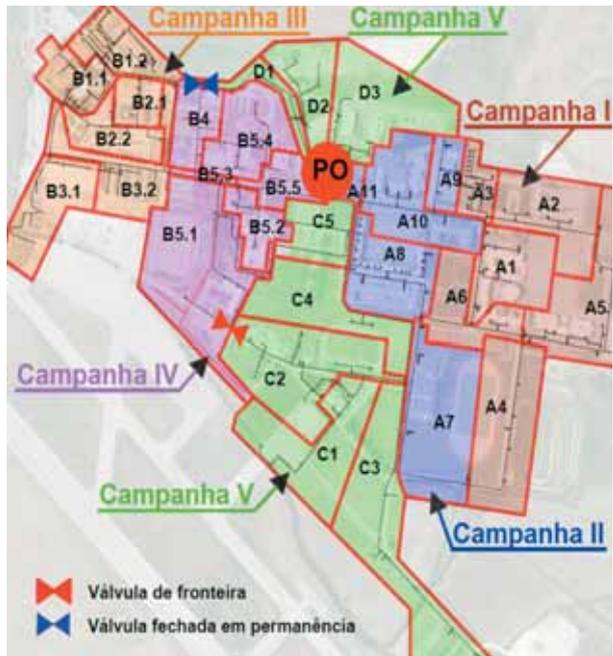


Figura 3 – ZMC e subzonas a analisar em cada campanha

### 3.4. Procedimentos das campanhas de medição

Através da representação da rede de distribuição e a apresentação de todas as informações relativas aos elementos que compõem a rede obtidas durante o levantamento do cadastro, planeou-se o fechamento sequencial de válvulas (cf. Figura 4). Uma campanha de medição é constituída pelos seguintes procedimentos:

1. Corte e reposição do abastecimento da rede.
2. Corte de abastecimento das ZMC não-alvo.
3. Definição das fronteiras hidráulicas das subzonas alvo.
4. Corte de abastecimento das subzonas alvo (cf. Figura 5).
5. Reposição do modo de funcionamento normal da rede.



Figura 4 – Fechamento de válvulas

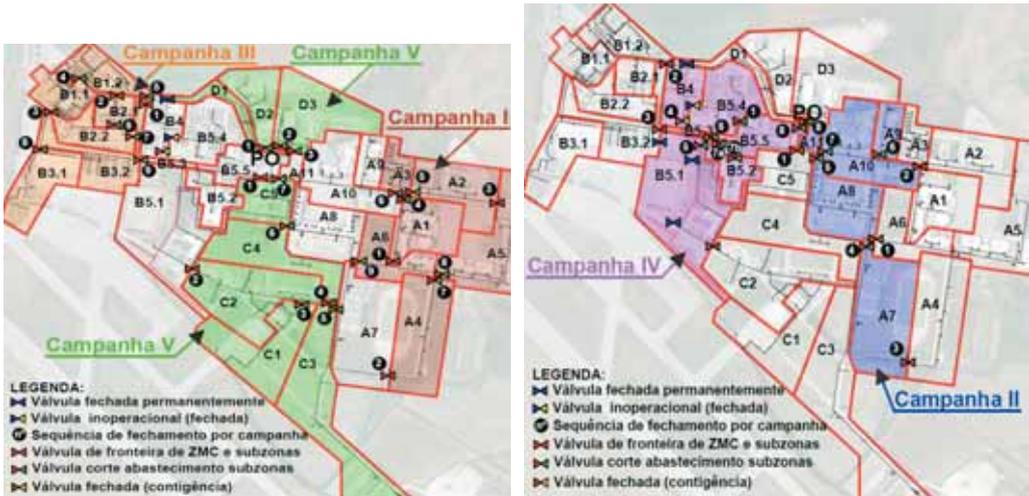


Figura 5 – Planos simplificado de fechamento sequencial de válvulas (Procedimentos 3 e 4) das várias campanhas: (a) - Campanha I, Campanha III e Campanha V; (b) - Campanha II e Campanha IV

## 4. AQUISIÇÃO DOS DADOS DE CAUDAL

### 4.1. Registos de caudal

Durante o fechamento sequencial de válvulas, os dados de caudal foram adquiridos por um *datalogger* digital que recebeu os impulsos enviados pelo medidor de caudal que os armazenou (expressos em m<sup>3</sup>/h) no ponto de entrega. A frequência de amostragem utilizada foi de 12 registos por hora (i.e., período de amostragem de 5 minutos).

No âmbito da localização aproximada de fugas, o objetivo da monitorização de caudais foi a obtenção de séries temporais de valores. A Figura 6 apresenta todos os registos de caudal obtidos até à alteração do modo de funcionamento do sistema de abastecimento, identifica as noites em que se realizou as seis campanhas (CAMP) e outros factos cronológicos relevantes.

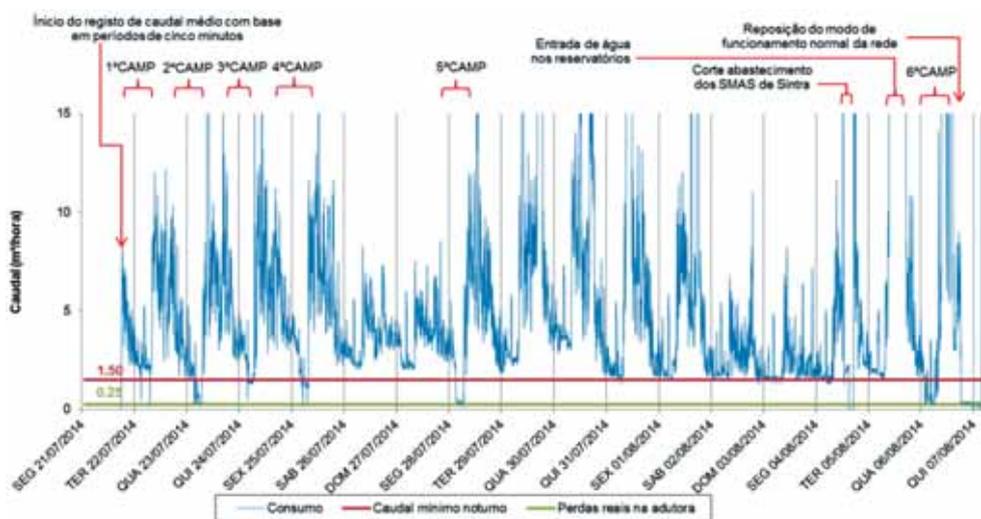


Figura 6 – Medição de caudal no PE da CMS com um período de amostragem de 5 minutos

### 4.2. Representatividade e precisão dos valores

A partir das séries de caudais médios originais, produziu-se uma série de caudais mínimos noturnos com a mesma base temporal, com os devidos cuidados na interpolação de valores, e processou-se de forma eficaz os brancos e os registos incoerentes ou fora da gama válida do medidor. Neste processo, existiram algumas dificuldades que serão apresentadas em seguida.

Por vezes, o fechamento ou abertura de válvulas abrange mais do que um período devido à imprecisão de sincronização horária entre o relógio do *datalogger* e o relógio das campanhas. Por outro lado, a abertura de uma válvula poderá prolongar-se por mais do que um período na situação de reposição de volumes de água (e.g., ZMC com consumos e perdas de água relevantes), que poderá exigir uma abertura lenta da válvula associada com o intuito de evitar a ocorrência de golpe de ariete.

No caso do CMS, com apenas um ponto de medição, a exatidão com que o caudal pode ser medido é limitada pelo erro introduzido pelo medidor. Deve, ainda, salientar-se que o processo de registo dos dados, através de um datalogger, introduz erros devidos a várias causas, como a resolução do registo em memória e a frequência de amostragem (Alegre *et al.*, 2005).

No CMS, os valores registados são múltiplos do caudal mínimo 0.18 m<sup>3</sup>/h com erro máximo admissível (EMA) de +5% associado ao medidor. Deste modo, será de esperar que existam oscilações dos valores do caudal registado mais ou menos frequentes conforme o valor do caudal real se aproxime mais ou menos de um múltiplo 0.18 m<sup>3</sup>/h. A oscilação foi máxima quando o valor do caudal correspondia à soma de um múltiplo de 0.18 m<sup>3</sup>/h com metade deste valor, pois nesta situação a variação dava-se em períodos consecutivos. Por outro lado, o valor registado poderá ser diferente do valor real em  $\pm 0.09$  m<sup>3</sup>/h.

Sempre que o caudal real não seja múltiplo do caudal mínimo do contador e superior a este, a estimativa do valor em causa só poderá ser obtida através da identificação e interpretação de tipos de séries de valores. Quando o valor do caudal não é contante, procura-se identificar séries de 3 registos consecutivos do Tipo I, e, posteriormente, do Tipo II, apresentadas no Quadro 1, que possibilitam a estimativa de caudais menores múltiplos de 0.06 $\pm$ 8.66% m<sup>3</sup>/h (um terço do valor base), respetivamente.

Para casos de medições que sofram apenas pequenas variações, como acontece frequentemente com os caudais noturnos, um outro parâmetro assume bastante importância na fiabilidade dos registos: a repetibilidade, ou consistência das medições. Merece ainda referência a necessidade de sincronismo dos relógios dos diversos equipamentos. Deficiências de sincronismo podem provocar erros muito grosseiros na avaliação dos caudais mínimos noturnos (Alegre *et al.*, 2005).

**Quadro 1** – Séries de valores consideradas que permitem estimar o caudal real

		Séries de Valores							
		V <sub>1</sub> constante	Tipo II.a		Tipo I		Tipo II.b		V <sub>2</sub> constante
Valores de Caudal Registrado (V <sub>2</sub> <sup>(1)</sup> >V <sub>1</sub> )	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	≤V <sub>1</sub> <sup>(2)</sup>	≤V <sub>1</sub> <sup>(2)</sup>	≥V <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	V <sub>2</sub>	≥V <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	V <sub>2</sub> V <sub>2</sub> V <sub>2</sub>
	V <sub>1</sub>		V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	
	V <sub>1</sub>		V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	
	V <sub>1</sub>		≤V <sub>1</sub> <sup>(2)</sup>	V <sub>1</sub>	≥V <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	≤V <sub>1</sub> <sup>(2)</sup>	≥V <sub>2</sub> <sup>(2)</sup>	V <sub>2</sub>	
Caudal real	V <sub>1</sub>	V <sub>1</sub> +1/3*(V <sub>2</sub> -V <sub>1</sub> )		V <sub>1</sub> + 1/2*(V <sub>2</sub> -V <sub>1</sub> )		V <sub>1</sub> +2/3*(V <sub>2</sub> -V <sub>1</sub> )		V <sub>2</sub>	

<sup>(1)</sup> V<sub>2</sub>= V<sub>1</sub>+0.18 ±0.02 m<sup>3</sup>/h ;

<sup>(2)</sup> Valor não pertencente à série, mas necessário para a identificação da mesma.

### 4.3. Tratamento das séries temporais de dados registados

Simultaneamente com a medição dos caudais, foram registadas as operações detalhadas realizadas nas válvulas durante as campanhas de medição. As operações de válvulas realizadas quando têm por objetivo o corte (C) de abastecimento ou a reposição (R) de abastecimento, através do fechamento e da abertura, de partes da rede, são indicadas as ZMC ou subzonas afetadas.

A execução racional e sistemática de análises de sensibilidade auxilia o conhecimento e a interpretação do comportamento do sistema e, em particular, a fundamentação (ou não) dos valores das flutuações de caudais reais e das diferenças entre os valores reais. Desta forma, é mais fácil distinguir se as diferenças observadas se devem ao fechamento sequencial de válvulas efetuado durante as campanhas, ou a deficiências na realização da campanha, ou apenas à aleatoriedade dos consumos. Esta dificuldade não deve ser esquecida, dado que impede que, com os métodos atuais, por mais sofisticados que sejam, se possa esperar uma concordância perfeita entre os resultados obtidos e a realidade.

Através desta análise, realizada para cada campanha, foi possível representar o consumo mínimo. A título de exemplo, apresenta-se a Figura 7, onde é possível observar que, entre os períodos P2.31 e P2.41 da Campanha II, houve mudanças de modo de abastecimento das ZMC e conhecer o caudal médio registado em cada um deles. Na figura apresenta-se, ainda, a variação do valor do caudal mínimo que apenas é diferente de zero em alguns dos períodos nos quais se altera o abastecimento de ZMC, o que representa a estimativa do valor do caudal da fuga na referida ZMC.

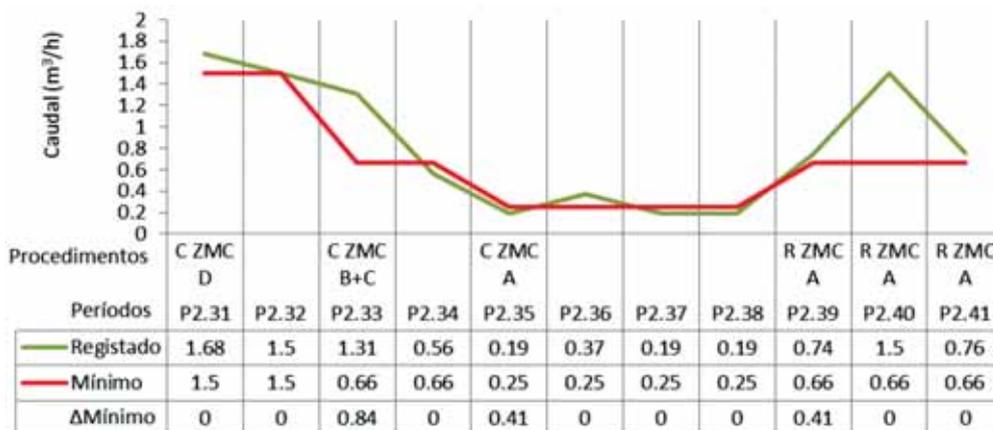


Figura 7 – Valores do caudal mínimo registado e respetiva variação, obtido através dos valores do caudal médio (Campanha II)

A avaliação dos caudais associados às fugas em cada subzona depende da correlação entre as várias informações retiradas da análise de cada uma das campanhas, assim como da sua fiabilidade. A confiança nos resultados obtidos depende da precisão dos valores utilizados no cálculo (caudais constantes, séries de valores, estimativas), dependente do número de registos antes e após o novo modo de funcionamento da rede em questão, e o volume e variabilidade

de consumos nos períodos em que foram calculados. Deste modo, deve-se procurar testar a coerência entre os diversos valores obtidos, tendo em conta os aspetos apresentados.

Após a avaliação de fugas identificaram-se as subzonas em que foram detetadas e qual o seu valor. No entanto, note-se que a existência de subzonas, cujos valores referentes aos caudais associados às fugas existentes nos mesmos suscitaram maior ambiguidade, levaram à necessidade de realizar uma nova campanha que incidisse sobre as mesmas, procurando clarificar ou reconfirmar os resultados obtidos anteriormente.

Deste modo, realizou-se uma campanha de validação e refinamento de resultados (CVRR), onde se definiram as subzonas a reanalisar, com o intuito de confirmar os valores obtidos através de estimativas e deduções, e as subzonas com maior caudal de fugas que, por sua vez, tinham a possibilidade de ser divididas, com o intuito de refinar a localização das fugas.

## 5. AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO SISTEMA

A Figura 8 apresenta os valores dos caudais de fugas em toda a área do CMS, comprovando a relevância do refinamento da localização das fugas realizado na última campanha de medição. Por exemplo, a subzona A8, ao ser dividida e reanalisada na Campanha VI, permitiu concluir que as fugas se localizam em apenas duas das parcelas que a constituem e têm gamas de caudais superiores às obtidas nas primeiras campanhas. Por outro lado, no caso da subzona B1, foi avaliado o maior caudal de fugas numa subzona, no entanto a validação permitiu compreender que as fugas se encontravam concentradas em, apenas, dois dos oito trechos desta subzona, segundo caudais da gama de valores mais elevada.

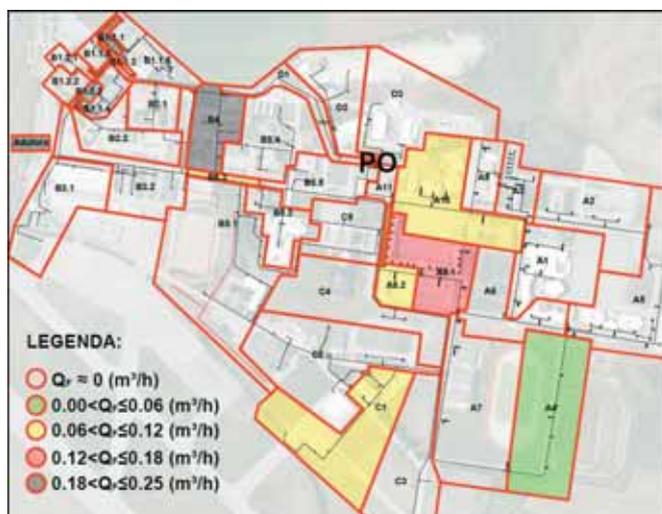


Figura 8 – Gamas de valores das fugas validadas, após o refinamento de algumas das subzonas com maior nível de perdas avaliadas durante a Campanha VI

Por outro lado, a localização exata das fugas permite conhecer o tipo de reabilitação necessária, através do conhecimento da distribuição das fugas nas subzonas, ou seja, se as intervenções de reparação são de carácter pontual ou se se estendem a vários troços de uma dada subzona. Se os níveis de perdas reais são muito elevados, indiciando um mau estado geral de conservação, pode ser preferível proceder a intervenções mais abrangentes, ou seja, de reabilitação.

Neste quadro, interessa avaliar o indicador de desempenho AA13 referente à eficiência na utilização de recursos ambientais, que apresenta as perdas reais de água expressa em  $[m^3/(km \cdot dia)]$  ou  $[l/(ramal \cdot dia)]$ . Segundo a ERSAR, este indicador destina-se a avaliar o nível de sustentabilidade ambiental do serviço em termos da eficiência na utilização de recursos ambientais no que respeita às perdas reais de água (fugas e extravasamentos). É definido como o volume de perdas reais por unidade de comprimento de conduta (conceito a aplicar ao sistema de abastecimento do CMS por tratar-se de uma entidade gestora de sistema em baixa com baixa densidade de ramais de serviço por km de conduta).

Nas Figura 9 alerta-se para as subzonas prioritárias ao nível de intervenções de controlo de fugas. Segundo a ERSAR, os valores de referência, para sistemas em “baixa” com densidade de ramais inferior a 20/km de rede, para qualidade de serviço boa, mediana e insatisfatória são dados pelos intervalos  $[0.0; 3.0]$ ,  $]3.0; 5.0]$  e  $]5.0; +\infty[$ , respetivamente.

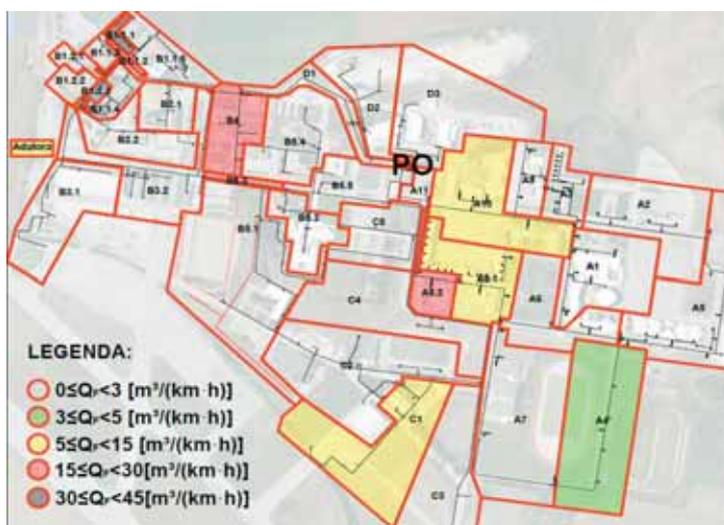


Figura 9 – Gamas de valores das fugas validadas das várias subzonas, segundo o indicador de desempenho e após o refinamento de algumas das subzonas avaliadas na Campanha VI

O aumento da gama de valores deste indicador nas subzonas B1 e A8, após o refinamento das mesmas, indica a diminuição de esforço envolvido na manutenção das mesmas. Após a Campanha VI, no caso da subzona B1, o facto de se restringir as fugas a áreas menores leva a que estas se tornem uma prioridade de intervenção devido ao aumento da gama de valores através do refinamento realizado.

## 6. BALANÇO HÍDRICO E INDICADORES DE DESEMPENHO

No cálculo dos indicadores de desempenho é necessário conhecer as componentes do balanço hídrico. Em primeiro lugar, sabe-se que o volume de água que entra no sistema é medido pela entidade gestora local, tendo-se admitido que as perdas aparentes resultantes de uma possível sobreavaliação eram desprezáveis (os erros de medição por defeito eram compensados pelos erros por excesso).

A realização da estimativa do consumo total autorizado anual é calculada com dificuldade por não ser possível efetuar leituras dos valores medidos nos contadores existentes nos sistemas prediais, impossibilitando a avaliação a partir de medição de caudais totais em áreas discretas com uniformidade de utilizadores-tipo, de várias categorias e subcategorias.

No presente método, estima-se o valor dos consumos subtraindo as perdas reais à água entrada no sistema, sendo estas últimas determinadas pelo somatório das subcomponentes dos consumos noturnos, ajustados de forma apropriada para as variações diurnas de pressão. No entanto, não houve a possibilidade de medir a pressão de serviço nos dispositivos de utilização, pelo que não se realizou a correção referida, assumindo-se, assim, como valor de referência, o volume de perdas reais máximo 13 140 m<sup>3</sup>/ano.

Assim, dado que o volume de água que entrou no sistema, em 2013, foi 47 296 m<sup>3</sup>, o consumo autorizado mínimo avaliado, em 2013, foi 34 156 m<sup>3</sup>, o que equivale aproximadamente a uma capitação de 139 l/(hab.dia). Os dados para o cálculo do balanço hídrico apresentados, em volume por ano, permitem o cálculo dos indicadores de desempenho. Assim, a importância do presente estudo resulta num instrumento promotor de uma maior eficácia e eficiência na atividade. Deste modo, foram calculados os indicadores apresentados no Quadro 2 para o volume perdas reais máximo.

**Quadro 2 – Resultados dos indicadores de desempenho**

Indicador de recursos hídricos (1ª geração)		
Ineficiência na utilização dos recursos hídricos (máximo)	27,8	%
$WR1 = A19 / A3 \times 100$		
A3 - Água entrada no sistema	47 296	m <sup>3</sup> /ano
A19 - Perdas reais	13 140	m <sup>3</sup> /ano
Indicador de sustentabilidade ambiental (2ª geração)		
Eficiência na utilização de recursos ambientais	3,3	m <sup>3</sup> /(km.dia)
$AA13 = dAA18a / (dAA30a \times 365)$		
dAA18a – Perdas reais (m <sup>3</sup> /ano)	13 140	m <sup>3</sup> /ano
dAA30a – Comprimento total de condutas (km)	10,8	km

O valor o volume anual de perdas reais máximo representa 27,8% do volume consumido no ano de 2013, sendo superior à meta de 25% proposta para 2020 pelo PENSAAR 2020 - Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (MAOTE, 2014).

As perdas económicas, considerando apenas a tarifa de água praticada pela entidade vendedora de 2.20€/m<sup>3</sup> e desprezando os custos de elevação e cloração no CMS da AFA, para o valor máximo de perdas reais, correspondem a cerca de 28 900€/ano.

O sistema de indicadores de desempenho permite a uniformização da qualidade dos serviços de águas à escala nacional, através de avaliação e de comparação (*benchmarking*) das entidades gestoras, constituindo um elemento relevante de apoio aos decisores e uma fonte de informação para todos os intervenientes. Por outro lado, se aplicado anualmente, permite registar a tendência de evolução que a entidade gestora apresenta interanualmente.

Perante a falta de um histórico de valores nos diferentes sistemas pertencentes às bases da FA, no Quadro 3 listam-se os resultados disponibilizados pela ERSAR de um dos indicadores de perdas para um conjunto de entidades gestoras portuguesas (100% do Serviço em Alta e 4% do Serviço em Baixa) que acordaram entre si comparar o seu desempenho. O presente caso de estudo enquadra-se na tipologia de um sistema de distribuição com uma densidade de ramais de ligação menor que 20 por km de conduta, dado que existem cerca de 115 ramais num comprimento total de rede (condutas de distribuição e ramais de ligação) de 10.8 km.

No quadro destacam-se os valores associados ao serviço em baixa com uma densidade de ramais inferior a 20/km de rede por se tratar de uma referência de comparação para o sistema de abastecimento do CMS. Em relação a este indicador, compreende-se que o valor das perdas reais no CMS de 3.3 [m<sup>3</sup>/(km·dia)] está ligeiramente acima do valor limite de referência que marca a qualidade de serviço boa, no entanto, quando se analisa avaliação do indicador ao nível de Portugal continental, as diferenças observadas tornam-se muito mais expressivas, dado que é superior ao dobro da média nacional. Na comparação dos valores com as entidades similares nesta fase de avaliação global e tomada de decisão, fica claro que o sistema de abastecimento se encontra numa situação abaixo da desejável, com tendência para piorar devido à inexistência de uma estratégia de controlo de fugas.

**Quadro 3** – Valores de referência de qualidade de serviço e avaliação a nível de Portugal continental do indicador de perdas reais (AA13). Adaptado (ERSAR, 2014a)

Densidade de ramais	84% do Serviço em Baixa		100% do Serviço em Alta
	≥20/km de rede	<20/km de rede	(-)
Valores de referência - Qualidade de Serviço			
	[l/(ramal·dia)]		[m <sup>3</sup> /(km·dia)]
Boa	[0;100]	[0.0;3.0]	[0.0;5.0]
Mediana	]100;150[	]3.0;5.0[	]5.0;7.5[
Insatisfatória	]150; +∞[	]5.0; +∞[	]7.5; +∞[
Avaliação ao nível de Portugal Continental			
Perdas Reais (m <sup>3</sup> /ano)	152 375 824	3 070 970	21 629 474
Ramais de ligação (-)	2 956 803	-	-
AA13b – Perdas Reais [l/(ramal·dia)]	141	-	-
Comprimento Total da Conduta (km)	-	7 255	8 634
AA13a – Perdas Reais [m <sup>3</sup> /(km·dia)]	-	1.2	6.9

## 7. SÍNTESE E CONCLUSÕES GERAIS

O tratamento das séries temporais de dados levou à reflexão sobre os procedimentos de recolha e de análise de dados, obtidos durante o fechamento sequencial de válvulas (*step-test*), ao nível da avaliação exaustiva da sua representatividade e precisão. Assim, foi possível realizar análises eficientes dos caudais das fugas para localizar e propor a reparação de fugas.

Procedeu-se à avaliação de desempenho do sistema de abastecimento do CMS com base nos resultados obtidos através do método utilizado de avaliação de perdas reais. Neste processo, o sistema de avaliação utilizado permitiu obter uma visão abrangente, ainda que não completa, da forma como se encontram distribuídas as perdas pelo sistema de abastecimento, com base no indicador de desempenho da ERSAR.

O tipo de informações obtidas permite dirigir futuras inspeções para zonas restritas sem desperdício de esforço em técnicas de localização exata e compreender que o valor das perdas reais máximo no CMS de 3.3 [m<sup>3</sup>/(km-dia)] está acima do valor limite de referência que marca a qualidade de serviço boa, quando se analisa avaliação do indicador ao nível de Portugal continental.

Confirmou-se que o caudal noturno de perdas correspondia ao valor estimado durante a avaliação do problema e estimou-se que, neste caso, o volume anual de perdas representa 27,8% do volume consumido no ano de 2013. A ineficiência na utilização dos recursos hídricos é superior à meta de 25% proposta para o ano de 2020 pelo PENSAAR 2020 - Plano Estratégico de Abastecimento de Água e de Saneamento de Águas Residuais (MAOTE, 2014) e aumentará com a degradação natural e inevitável das infraestruturas de água e dos respetivos componentes.

Tendo em conta apenas a tarifa de água praticada pela entidade vendedora de 2.20€/m<sup>3</sup>, desprezando os custos de elevação e cloragem efetuados no CMS, e possíveis fugas e extravasamentos nos reservatórios enterrados, estimou-se que o custo associado à água perdida é da ordem de 29 k€/ano.

Deste modo, criou-se um ponto de partida para se adotar progressivamente práticas de gestão mais eficientes e de se sensibilizar os gestores dos sistemas de distribuição da FA de que gerir racionalmente um sistema pressupõe a disponibilização de dados que permitam suportar as principais decisões a tomar.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alegre, H., Coelho, S., Almeida, M., & Vieira, P. (2005). **Controlo de perdas em sistemas públicos de adução e distribuição de águas**. Lisboa: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Instituto da Água, Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

ERSAR. (2014a). **Relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal (2013)**. Volume 3 - Avaliação da qualidade do serviço prestado aos utilizadores. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.

ERSAR. (2014b). **Relatório anual dos serviços de águas e resíduos em Portugal (2013)**. Volume 1 - Caracterização geral do setor. Lisboa: Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos.

MAOTE. (2014). **Compromisso para o crescimento verde**. Ministério do Ambiente Ordenamento do Território e Energia.

WRc. (1994). **Managing leakage: report f - using night flow data**. United Kingdom: WSA, WCA, U.K. Water Distribution, Engineering Operations Committee.

# Gestão dos Resíduos de uma Base Aérea na Ótica da Valorização



**Autor:** Ivo Duarte, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar  
na Especialidade de Engenharia de Aeródromos  
Academia da Força Aérea, Sintra

**Orientador:** Professor Doutor João Torres de Quinhones Levy  
Doutor em Engenharia Civil  
Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

**Coorientador:** Rui Ramos, Capitão Engenheiro de Aeródromos  
Academia da Força Aérea, Sintra

**Resumo.** Nos últimos anos, assistiu-se ao aumento da preocupação ambiental o que, associado à elevada produção de resíduos, torna fundamental o desenvolvimento de ações que conduzam os resíduos a valorização e a tratamento adequados. As metas de valorização e de prevenção da produção de resíduos determinam exigências do seu aproveitamento como matéria-prima, de forma a diminuir os impactos ambientais e a preservar os recursos naturais e energéticos.

Primeiramente caracteriza-se o sistema de gestão de resíduos atual do Complexo Militar de Sintra (CMS). De seguida analisa-se a legislação no âmbito da gestão de resíduos, designadamente, o Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos para Portugal Continental (PERSU 2020), o Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR) e o Compromisso para o Crescimento Verde (CCV), e apresentam-se os conceitos Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e de logística inversa. A avaliação do sistema de gestão de resíduos atual foca-se nos objetivos estabelecidos na legislação, permitindo definir processos de valorização a implementar na melhoria do sistema, nomeadamente: reutilização/redução; compras públicas ecológicas; marketing social; reciclagem e valorização orgânica.

O resultado da dissertação assenta na otimização da gestão de resíduos, recomendando ações a adotar para atingir os objetivos estabelecidos. Avaliam-se estas ações, comparando-as com a situação existente e estimando a produção de resíduos no futuro. Finalmente, descrevem-se os custos e ganhos da alternativa de gestão, em comparação com a situação atual.

**Palavras-chave:** gestão de resíduos, otimização, legislação, custos, quantificação de resíduos.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Enquadramento do tema e objetivos

Nos últimos anos aumentou a preocupação ambiental, tendo a gestão de resíduos atingido uma grande notoriedade, dado o aumento significativo de produção registado nas últimas décadas. A Força Aérea (FA) procura diminuir o impacto da sua atuação no ambiente, pelo que a gestão de resíduos se revela de muita importância, devendo desenvolver-se ações que conduzam os resíduos a tratamento, a valorização e a destino final adequado. Os resíduos produzidos numa Base Aérea (BA) revelam um particular interesse, na medida em que abrangem uma grande variedade, resíduos resultantes da atividade aérea e a elevada produção de resíduos perigosos, numa área restrita.

O objetivo do trabalho consiste em propor um cenário alternativo, ambiental e economicamente sustentável, ao sistema atual de gestão de resíduos no CMS. O trabalho baseia-se na quantificação dos resíduos, de modo a estabelecer processos de valorização e a gerir os resíduos produzidos no CMS, com vista à valorização e minimização de materiais levados a destino final.

A metodologia a desenvolver segue, desta forma, várias fases: enquadramento do caso de estudo e quantificação dos resíduos produzidos, que permite caracterizar a situação atual; aná-

lise da legislação, designadamente, o PERSU 2020, o PNGR e o CCV; avaliação do sistema de gestão de resíduos atual; definição de novos processos de gestão de resíduos; otimização do sistema integrado de gestão de resíduos; análise do custo das alternativas de gestão.

## **1.2. Enquadramento do caso de estudo**

A área de estudo, o CMS, inclui a BA1, a Academia da Força Aérea (AFA) e o Museu do Ar (MUSAR). A BA1 garante a prontidão e emprego das unidades aéreas, a segurança militar e exploração dos serviços de aeródromo (EMFA, 2014a). A atividade aérea na BA1, que pressupõe a existência de oficinas de manutenção e conseqüente produção de resíduos, é efetuada pela esquadra 101, que opera o avião Aerospatiale Epsilon-TB 30, visando a formação de pilotos em tirocínio. No apoio à mobilidade, a BA1 possui diversas viaturas motorizadas.

A AFA forma os futuros oficiais do quadro permanente da FA, ministrando cursos universitários, (EMFA, 2014b), com a especificidade de grande parte dos alunos se encontrarem em regime de internato. Está sediada na AFA a esquadra 802, que opera o avião Chipmunk MK20 e dois planadores, participando na formação dos futuros pilotos aviadores. O MUSAR tem como função colecionar, conservar e preparar para exposição pública o património aeronáutico de relevância histórica (EMFA, 2014c).

Os órgãos mais importantes na gestão de resíduos são a Esquadra de Abastecimento (EA) e o Oficial de Segurança em Terra e Ambiente (OSTA), sendo que os comandantes das subunidades e chefes de serviço são os principais responsáveis em cada serviço. Cada serviço é responsável pela separação dos resíduos que produz, por requerer a sua remoção ou transportá-los para o local de armazenamento e, quando possui um ecoponto industrial, é, também, responsável pela sua correta utilização. A EA é o órgão responsável pela gestão do espaço, armazenamento correto dos resíduos e garantir as condições de segurança, limpeza e arrumação do PATRIL (Parque de Armazenamento Temporário de Resíduos Industriais Locais); é, ainda, responsável pela recolha e encaminhamento dos resíduos por entidades externas certificadas e por reunir as Guias de Acompanhamento de Resíduos para entregar ao OSTA, que regista os dados no Sistema Integrado de Registo Eletrónico de Resíduos.

## **2. CARATERIZAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO DE RESÍDUOS ATUAL**

### **2.1. Tipos de resíduos**

A denominação de resíduo substituiu a designação vulgar de lixo, alterando a relação das pessoas com os produtos de que se desfazem (Zaneti, 2003). Segundo o Decreto-Lei (DL) nº 73/2011, resíduos são “quaisquer substâncias ou objetos de que o detentor se desfaz ou tem a intenção ou a obrigação de se desfazer”. A sua classificação pode ser realizada segundo a origem, o tipo de materiais constituintes, a composição química, o grau de perigosidade ou a utilização dada aos materiais (Martinho & Gonçalves, 2000), e podem definir-se fluxos espe-

ciais, sujeitos a uma gestão específica (MAOT, 2011). Segundo o DL n° 178/2006, os resíduos encontram-se divididos nos seguintes tipos: resíduos sólidos urbanos (RSU), resíduos agrícolas, resíduos de construção e demolição (RCD), resíduos hospitalares, resíduos industriais, resíduos inertes e resíduos perigosos.

## 2.2. Quantificação dos resíduos

A recolha indiferenciada de RSU no CMS realiza-se três vezes por semana, 3ª feira, 5ª feira e sábados, de manhã, pelos Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Sintra (SMAS). Com o intuito de verificar a regularidade da recolha e conhecer as quantidades produzidas, observouse a taxa de enchimento dos contentores durante duas semanas, na noite antes de cada recolha. Através da capacidade (volume), taxa de enchimento e densidade média (200 kg/m<sup>3</sup>) (Levy & Cabeças, 2006)), estima-se a quantidade de RSU produzidos, no Quadro 1. Os resíduos alvo de recolha seletiva, nos anos 2011, 2012 e 2013, apresentam-se no Quadro 2.

**Quadro 1 – Quantidades de RSU recolhidos indiferenciadamente**

Ponto de Recolha	Localização	Dia de maior recolha	Contentores		Volume total ocupado	kg/ semana
			Capacidade	Quantidade		
A	Alojamento 4	sábado	800 l	2	1.188 l	568
B	Salas de aula	sábado	800 l	1	576 l	216
C	CIAFA	sábado	800 l	1	648 l	144
D	Messe AFA	5ª feira	800 l	1	612 l	336
			1.000 l	4	3.015 l	1.630
E	Messe BA1	5ª feira	800 l	2	1.044 l	608
			1.000 l	4	3.285 l	1.990
F	Caldeiras	sábado	800 l	1	612 l	304
G	ETAR	sábado	800 l	1	108 l	8
H	Esquadra 802	sábado	800 l	1	360 l	144
I	Comunicações	sábado	800 l	1	684 l	344
J	Palácio	5ª feira	1.000 l	3	990 l	570
L	SC	sábado	800 l	2	864 l	560
Total 4.280 kg			21.400 l	24 385.944 kg	13.986 l	Total anual
			2.797 kg			

**Quadro 2 –** Quantificação de resíduos produzidos no CMS

Descrição	Quantidade produzida (kg)		
	2011	2012	2013
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	2.121	1.233	1.691
Misturas de resíduos provenientes de desarenadores e separadores óleo/água			3.780
Resíduos de hidrocarbonetos	7.392		
Resíduos de solventes	250	120	80
Embalagens de papel e cartão	500		1.250
Absorventes, materiais filtrantes, panos de limpeza e vestuário de proteção	88		
Filtros de Óleo	130		
Pequenos eletrodomésticos e outros equipamentos fora de uso		235	
Componentes retirados de equipamento	105		
Acumuladores de chumbo	989		150
Lamas de classificação de águas (ETAR)	5.780	6.420	6.860
Metais ferrosos		4.440	
Papel e Cartão	1.370	940	1.350
Lâmpadas fluorescentes	160	712	712
Equipamento fora de uso contendo clorofluorcarbonetos			1.681
			376
REEE	786	1.261	3.361
Equipamento Elétrico e Eletrônico (EEE) fora de uso			50
Outros resíduos urbanos e equiparados	123		
	19.171	15.361	21.341

### 2.3. Locais de destino dos resíduos

No CMS existem diversos pontos de recolha para deposição temporária de resíduos junto aos locais de produção, seguindo depois para os locais de armazenamento, nomeadamente, o PATRIL, a Secção de Combustíveis (SC), a Secção de Assistência e Socorro e o Centro de Saúde (CS), ou são transportados para fora do CMS. O PATRIL é um espaço vedado a céu aberto e um telheiro, com ligação a bacia de retenção que tem como função o armazenamento temporário de resíduos.

As embalagens metálicas de óleo, depois de drenadas, são consideradas sucata metálica, sendo recolhidas com os resíduos deste tipo e armazenadas no PATRIL, contudo, as que possuem características específicas ou materiais mais valorizados, são separadas. As baterias utilizadas em equipamentos de comunicação são separadas e, eventualmente, recuperadas. As lamas provenientes da lavagem de viaturas e de aviões são colocadas em bidões e encaminhados para o PATRIL. Os resíduos hospitalares dos grupos III e IV, considerados perigosos,

são separados e encaminhados do CS para o HFAR, enquanto os resíduos dos grupos I e II são depositados junto com os RSU. Os resíduos produzidos por entidades externas que desenvolvam qualquer atividade no interior do CMS, são responsáveis por encaminhar os resíduos para o exterior.

### **3. ORIENTAÇÕES DA LEGISLAÇÃO E COMPROMISSOS NACIONAIS**

As diretivas europeias são a principal referência para o desenvolvimento e evolução da gestão de resíduos em Portugal, visto que funcionam como um estímulo, definindo também uma orientação para a legislação portuguesa que adota e transpõe a legislação comunitária. Nas últimas décadas aprovaram-se bastantes instrumentos legais a nível europeu, e com repercussão a nível nacional, com o intuito de apoiar a adoção de estratégias de gestão de resíduos condizentes com os objetivos da política ambiental, nomeadamente, a ecoeficiência e a sustentabilidade (APA, 2013).

#### **3.1. PERSU 2020**

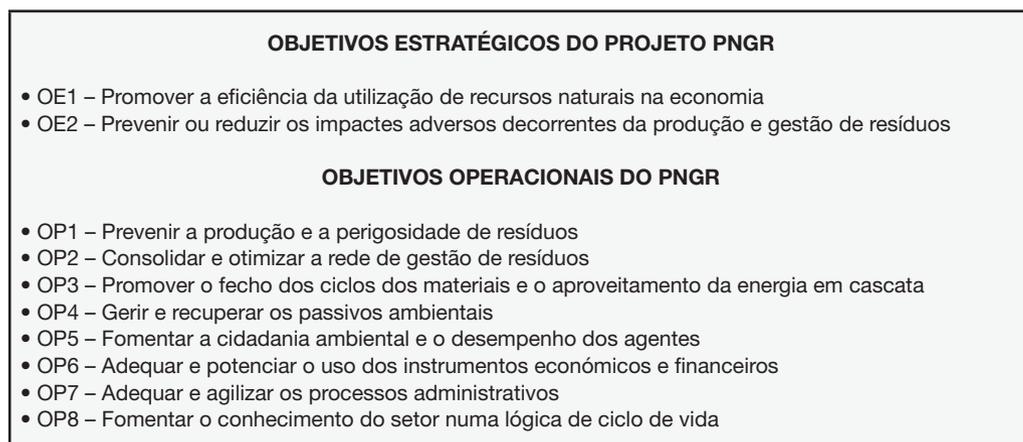
Até final dos anos 90, a gestão de RSU em Portugal cingia-se a recolha indiferenciada e deposição em lixeiras ou vazadouros. O principal precursor para o desenvolvimento de uma política de gestão de resíduos foi a aprovação do PERSU I em 1997, com a finalidade de apresentar as bases para a estruturação do setor de gestão de RSU. Apesar do PERSU I ter resultado numa revolução no setor dos RSU, revelou-se necessário a sua atualização, o PERSU II, que se assumiu como o instrumento de base da política de gestão de RSU em Portugal para o período 2007 - 2016.

Apesar do PERSU II fixar metas até 2016, apresentou-se o novo plano PERSU 2020 antes do Quadro Comunitário de Apoio 2014 – 2020, devido ao processo de alienação da Empresa Geral de Fomento e ao não cumprimento dos objetivos do PERSU II, e ao facto de terem sido apresentadas novas metas comunitárias para 2020 (AEPSA, 2013). As principais metas definidas visam o aumento da reciclagem e o desvio de RUB de aterro, pelo que se prevê alcançar as seguintes metas globais até 2020 (Ferrão et. al., 2014a): reduzir de 63% para 35% a deposição em aterro dos RUB, relativamente a 1995; aumentar de 24% para 50% a taxa de preparação de resíduos para reutilização e reciclagem; assegurar níveis de recolha seletiva de 47 kg/habitante. ano.

#### **3.2. Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR)**

O PNGR define a estratégia orientadora para a gestão sustentável dos resíduos até 2020, com ênfase na preservação de recursos e minimização de impactes sobre a saúde pública e o ambiente, bem como as regras orientadoras dos planos específicos de gestão de resíduos. Este plano preconizou uma transformação no paradigma da gestão de resíduos, integrando a prevenção e a gestão de resíduos no ciclo de vida dos materiais, de forma a reintroduzir ma-

teriais e energia na economia, isto é, promover uma economia circular e garantir maior eficiência na utilização dos recursos (APA, 2014). Os objetivos estratégicos e operacionais do PNGR enumeram-se na Figura 1.



**Figura 1** – Objetivos do PNGR (Ferrão et. al., 2014a)

### **3.3. Compromisso para o Crescimento Verde (CCV)**

O CCV define as bases para um novo ciclo de reformas estruturais e de investimentos estratégicos para a década de 2020 a 2030, com a seguinte visão: “Fomentar em Portugal um crescimento económico verde com impacto nacional e visibilidade internacional, estimulando as atividades económicas verdes, promovendo a eficiência no uso dos recursos e contribuindo para a sustentabilidade” (MAOTE, 2014). Ou seja, o CCV promove um modelo de desenvolvimento que associa ao crescimento económico, um menor consumo de recursos, justiça social e qualidade de vida das populações. O setor dos resíduos é estratégico, pois possui um elevado potencial para a instituição de uma economia circular.

A nível global, a economia verde representa 4 biliões de euros e cresce 4% ao ano. Na UE correspondia, em 2010, a 2,5 % do PIB, estimando-se um crescimento de 30% até 2025. O desenvolvimento sustentável assente no crescimento verde pressupõe os seguintes objetivos globais (MAOTE, 2014): dinamização da economia circular; desenvolvimento da produção e consumo sustentáveis; desenvolvimento de uma economia de baixo carbono, favorecendo atividades económicas e investimentos que contribuam para a diminuição das emissões de GEE.

### **3.4. Avaliação do sistema de gestão de resíduos atual**

Neste subcapítulo comparam-se as metas definidas em documentos estratégicos, sobretudo, o PERSU 2020 e o PNGR, que se apresentam no Quadro 3, e os resultados obtidos no CMS.

**Quadro 3 – Descrição das metas a atingir**

Metas	2016	2018	2020
M1 - Redução da produção de resíduos (kg/hab.dia)	1,16		1,13
M2 - Redução de RUB a depositar em Aterro (kt)			0,117
M3 - Redução da quantidade resíduos eliminados (t)	67	53	40
M4 - Recolha seletiva (kg/hab.ano)			47
M5 - Aumentar a integração de resíduos na economia (%)	59	64	68
M6 - Recolha de resíduos de pilhas e acumuladores (%)	45		
M7 - Recolha de óleos usados (%)	85 (recolha) 75 (reciclagem)		
M8 - Recolha de REEE (kg/hab/ano)	4		
M9 - Valorização e reciclagem de RE (%)			70
M10 - Recolha de pneus usados (%)	96 (recolha) 27 (reutilização e recauchutagem)		
M11 - Recolha de VFV (%)	85 (reutilização/reciclagem) 95 (reutilização/valorização)		
M12 - Reduzir a emissão de GEE do setor dos resíduos (Mt Co <sub>2eq</sub> )	4,8	4,4	4,0
M13 - Dissociar o crescimento económico do consumo de materiais	0,84	0,90	0,98
M14 - Dissociar o crescimento económico da produção de resíduos	0,096	0,089	0,082

### 3.5. Processos de gestão de resíduos

A gestão de resíduos no CMS deve assentar num modelo do tipo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), isto é, planeamento, consubstanciado no manual de gestão de resíduos, execução das ações propostas e verificação dos resultados obtidos. O modelo cíclico permite avaliar os processos, conforme o planeamento e atuar para corrigir falhas na execução, visando a melhoria contínua. Os relatórios ambientais trimestrais devem avaliar a estratégia de gestão de resíduos, bem como, através de informações comensuráveis, influenciar as ações de todos os funcionários.

**Reutilização/Redução:** A montante da reutilização, na hierarquia da gestão de resíduos, encontre-se a redução, com a finalidade de reduzir a quantidade de resíduos e a perigosidade dos materiais e dos produtos, atenuando, portanto, os impactos negativos no ambiente e na saúde (Ferrão et. al., 2014a).

**Compras Públicas Ecológicas:** Na UE, a contratação e compras públicas representam mais de 19% do PIB, pelo que as entidades públicas, como grandes consumidores que são, devem adquirir bens e serviços com reduzido impacto ambiental durante o seu ciclo de vida, contribuindo para a competitividade de bens e serviços ambientalmente sustentáveis, devido ao volume de negócios e criação de mercado (MAOTE, 2014b). Tendo em conta que os produtos verdes são definidos em função do ciclo de vida, esta estratégia influencia toda a cadeia de produção-consumo, o que incita à aplicação de critérios ambientais no setor privado. Em suma, as compras públicas devem influenciar o setor dos resíduos numa lógica de ciclo de vida,

visando a prevenção da produção e da perigosidade de resíduos, o incentivo à reutilização e a prioridade à recuperação através da reciclagem (Ferrão et. al., 2014b), fomentando as compras de produtos mais eficientes e ecológicos.

**Marketing social:** A avaliação do sistema de gestão de resíduos atual denota uma visão insuficiente do resíduo como recurso, pelo que o marketing social é um instrumento essencial na consciencialização dos funcionários em relação à gestão de resíduos e aos seus impactes ambientais e económicos. Este programa influencia o comportamento humano, recorrendo a princípios de marketing para o benefício social (GT Environmental, 2010), sendo relevante divulgar a quantidade de resíduos separados e o seu resultado, concretizado, por exemplo, em toneladas de CO<sub>2</sub> desviadas da atmosfera ou em quantidade de árvores protegidas, sustentando o compromisso dos cidadãos (Recyclebank, 2008). O programa deve envolver emocionalmente a população através da definição de compromissos e enraizar a reciclagem como uma atividade normal, alterando o comportamento das pessoas, através do comportamento de outros, ao demonstrar que todos participam na reciclagem (Rodrigues, 2013).

**Reciclagem:** Parte dos resíduos produzidos podem ser reaproveitados como matéria-prima, o que, para além de reduzir os resíduos a encaminhar a destino final, permite poupar energia e recursos, contribuindo para a redução da poluição, obtendo-se benefícios económicos, sociais e ambientais (Oliveira, Mendes & Lapa, 2009). Na inspeção do sistema de recolha de RSU observou-se a incorreta separação de resíduos e a deposição de materiais recicláveis em contentores de recolha indiferenciada. Tendo em conta o potencial da reciclagem, pretende-se consciencializar a comunidade do CMS para a sua importância, com o objetivo final de cingir a recolha indiferenciada a resíduos não recicláveis, aumentando os níveis de reciclagem e diminuindo a quantidade alvo de recolha indiferenciada. Na Figura 2, apresenta-se um programa para o aumento da recolha seletiva, que envolve a sensibilização dos trabalhadores, a definição de objetivos e ações para alcançá-los, e a observação e análise dos resultados obtidos.

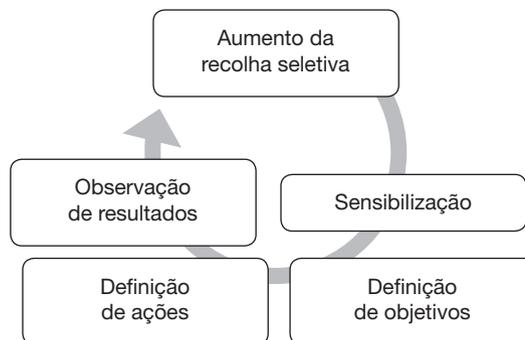


Figura 2 – Programa de aumento da recolha seletiva

**Valorização orgânica:** A valorização orgânica é uma das principais ações a adotar, de forma a reduzir a quantidade de resíduos a depositar em aterro (MAOTDR, 2007) e os diversos impactes ambientais provocados pela eliminação de RUB em aterro (Levy & Cabeças, 2006). O PERSU 2020 define como prioritário o incentivo à compostagem de resíduos, de jardins e orgânicos de cozinhas, a nível local, isto é, a compostagem doméstica ou em pequenas comunidades (Ferrão et. al., 2014a).

Considerando a quantidade de resíduos orgânicos produzidos no CMS, devido ao número de refeições servidas, lamas de ETAR e espaços verdes, recomenda-se a sua recolha seletiva, ou, como alternativa, o desenvolvimento de um programa de compostagem, como a vermicompostagem, que utiliza minhocas para acelerar o processo natural de compostagem. No Quadro 4, apresentam-se os resíduos produzidos no CMS suscetíveis de tratamento neste programa. O funcionamento da unidade de vermicompostagem exige uma área de 200 m<sup>2</sup>, com capacidade para produzir cerca de 131 toneladas de vermicomposto, que pode ser vendido, aplicado nos solos do CMS ou entregue a funcionários, aumentando a sua participação no sistema de gestão de resíduos.

**Quadro 4 – Programa de vermicompostagem no CMS**

Tipo de Resíduo	Quantidade (kg/dia)	Quantidade (kg/ano)
RUB (54,5% dos RSU (APA, 2013))	570,99	208.411
Lamas ETAR	18,79	6.858
OAU	1,03	372
	590,81	215.641

## 4. OTIMIZAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE GESTÃO DE RESÍDUOS

### 4.1. Solução a adotar e análise de resultados

Com o intuito de atingir as metas estabelecidas e melhorar o sistema de gestão de resíduos atual recomenda-se a implementação das seguintes ações:

- A1 - compras públicas ecológicas;
- A2 - instalar secadores de mãos elétricos, de forma a reduzir o consumo de toalhetes de papel;
- A3 - incentivar a utilização de recipientes individuais em máquinas de café e de água;
- A4 - implementação de recolha seletiva de resíduos orgânicos;
- A5 - desenvolvimento de programa de vermicompostagem;
- A6 - fomentar a utilização de bicicletas em deslocações internas;
- A7 - aumento da separação dos materiais;
- A8 - sensibilização e formação de toda a comunidade do CMS;
- A9 - colocar papelão de escritório no interior de gabinetes e quartos;
- A10 - colocação de pontos de recolha seletiva de embalagens junto dos bares;

- A11 - otimização da quantidade de contentores de recolha indiferenciada;
- A12 - revisão do manual de gestão de resíduos, em conformidade com a legislação em vigor; elaborar um guia de boas práticas e envolver os trabalhadores nos processos de tomada de decisão;
- A13 - rever os contratos com as empresas que recolhem e transportam os resíduos, integrando no contrato referências ao acondicionamento, encaminhamento e destino final dos resíduos;
- A14 - introduzir um sistema de monitorização, que permita verificar regularmente a produção de resíduos, de forma a avaliar o cumprimento dos procedimentos do manual de gestão de resíduos, monitorizar as ações implementadas e comunicar os resultados internamente e para o exterior;
- A15 - apresentar candidaturas a fundos estruturais com a finalidade de receber apoios para investimento em infraestruturas e equipamentos de valorização orgânica e material dos resíduos;
- A16 - registar a quantidade de resíduos recolhidos nos ecopontos; registar a quantidade utilizada/adquirida de pilhas e acumuladores e óleos usados.

Na Figura 3 apresentam-se os processos de gestão propostos para a otimização do sistema integrado de gestão de resíduos.



**Figura 3** – Otimização do Sistema Integrado de Gestão de Resíduos

No Quadro 5 apresentam-se as correspondentes ações a adotar, de forma a alcançar os objetivos definidos, relacionando-as, dentro dos processos de gestão, com as metas atingir. No Quadro 6 apresentam-se as quantidades estimadas de resíduos a produzir no CMS, nos anos de 2016, 2018 e 2020, que cumprem com as metas estabelecidas.

**Quadro 5 – Metas a atingir e correspondentes ações a adotar**

Ações a adotar	Processos de gestão	Metas													
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14
A1	P1; P2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A2	P1	x	x	x									x	x	x
A3	P1; P4	x		x						x			x	x	x
A4	P5		x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
A5	P5		x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
A6	P1; P4	x	x								x	x	x	x	x
A7	P3; P4		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A8	P1; P2; P3; P4; P5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A9	P3; P4		x	x	x	x				x			x	x	x
A10	P3; P4		x	x	x	x				x			x	x	x
A11	P1; P2; P3; P4; P5	x	x	x		x					x		x	x	x
A12	P1; P2; P3; P4; P5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A13	P1; P3; P5	x	x	x	x	x	x						x	x	x
A14	P1; P2; P3; P4; P5	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
A15	P3; P5		x	x	x	x				x			x	x	x
A16	P3; P4			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

**Quadro 6 – Quantidade de resíduos a produzir no CMS no horizonte temporal 2016 - 2020**

Descrição	Ações	Metas	Quantidade a produzir (kg)			
			2013	2016	2018	2020
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	A1; A6; A12; A16	M7	1.691	1.600	1.500	1.300
Misturas de resíduos provenientes de desarenadores e de separadores óleo/água	A1; A6; A12; A16	M3; M7	3.780	3.780	3.700	3.600
Resíduos de solventes	A1; A6; A12; A16	M8; M11	80	80	70	60
Embalagens de papel e cartão	A1; A7; A8; A9; A10; A12; A16	M4; M5	1.250	1.500	2.000	2500
Acumuladores de chumbo	A1; A6; A12; A16	M6; M8	150	150	125	100
Lamas de classificação de águas (ETAR)	A4; A5; A12	M2; M5	6.860	6.860	6.860	6.860
Papel e Cartão	A1; A2; A7; A8; A9; A12; A16	M4; M5	1.350	1.800	2.250	2700
Lâmpadas fluorescentes	A1; A7; A8; A12	M8	712	715	725	750
	A1; A4; A5; A12	M2; M5	376	370	360	350
REEE	A1; A12	M8	5.092	5.000	5.000	5.000
RSU indiferenciados	A1; A2; A3; A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10; A12; A13	M1; M2; M3; M4; M5	203.444	102.448	98.764	62.229
Recolha seletiva de resíduos orgânicos	A4; A5; A7; A11; A12; A15	M2; M3; M4; M5	182.500	182.500	182.500	182.500
Total			407.285	306.803	303.854	267.949

## 4.2. Otimização da recolha indiferenciada de resíduos

A otimização do sistema de recolha de RSU baseia-se nos resultados determinados no trabalho de campo, onde se observou a deposição de muitos resíduos recicláveis nos contentores de recolha indiferenciada, o que demonstra capacidade para aumentar a recolha seletiva permitindo reduzir a quantidade recolhida indiferenciadamente. Por outro lado, existem contentores recolhidos com níveis de enchimento baixos, evidenciando potencial para a otimização do circuito de recolha.

Analisou-se o dia de maior recolha, a que se acrescentaram 10% para precaver o enchimento dos contentores em excesso. Nos Quadros 7, 8 e 9, apresentam-se propostas para a otimização do sistema de recolha indiferenciada, mantendo a produção de resíduos, ou perspetivando uma redução da produção, considerando-se os seguintes pressupostos:

- admite-se que só é exequível reduzir a quantidade de contentores em locais onde existam mais do que um contentor, pelo que os pontos de recolha C, F, H e I, não apresentam hipótese de redução;
- os pontos de recolha A e B são os únicos que se consideram suficientemente próximos para associar a deposição de resíduos, visto que podem receber resíduos dos mesmos locais de produção;
- o preço de recolha de RSU aplica-se a contentores com volume até 1.100 l, por isso, na ótica do CMS, é indiferente ter contentores de 800 ou 1.000 l;
- devido a questões de salubridade deve manter-se a frequência de recolha, pelo que deve analisarse a redução da quantidade de contentores utilizados.

**Quadro 7** – Proposta de otimização da recolha indiferenciada – sem redução da produção – Cenário A

Ponto de Recolha	Localização	Capacidade instalada	Volume total ocupado (+10%)	Otimização
A	Alojamento 4	2 x 800 l	1.320 l	1 x 1.000 l
B	Salas de aula	1 x 800 l	640 l	1 x 1.000 l
C	CIAFA	1 x 800 l	720 l	1 x 800 l
D	Messe AFA	1 x 800 l	680 l	1 x 800 l
		4 x 1.000 l	3.350 l	4 x 1.000 l
E	Messe BA1	2 x 800 l	1.160 l	2 x 800 l
		4 x 1.000 l	3.650 l	4 x 1.000 l
F	Caldeiras	1 x 800 l	680 l	1 x 800 l
G	ETAR	1 x 800 l	120 l	0
H	Esquadra 802	1 x 800 l	400 l	1 x 800 l
I	Comunicações	1 x 800 l	760 l	1 x 800 l
J	Palácio	3 x 1.000 l	1.100 l	2 x 1.000 l
L	SC	2 x 800 l	960 l	1 x 1.000 l
TOTAL		24 contentores	15.540 l	20 contentores

**Quadro 8 – Otimização da recolha indiferenciada – Cenário B**

Ponto de Recolha	Capacidade instalada	Volume total ocupado (+10%)	Redução da produção de resíduos (kg/l)		Otimização
D	1 x 800 l	680 l	30 l	6,0 kg	0
	4 x 1.000 l	3.350 l			4 x 1.000 l
E	2 x 800 l	1.160 l	10 l	2,0 kg	1 x 800 l
	4 x 1.000 l	3.650 l			4 x 1.000 l
J	3 x 1.000 l	1.100 l	100 l	20,0 kg	1 x 1.000 l
TOTAL	24 contentores	15.540 l	140 l	28,0 kg	17 contentores

**Quadro 9 – Otimização da recolha indiferenciada – Cenário C**

Ponto de Recolha	Capacidade instalada	Otimização	Redução da produção de resíduos (kg/l)			
			face ao Cenário A		face ao Cenário B	
D	1 x 800 l	0	1.030 l	206,0 kg	30 l	6,0 kg
	4 x 1.000 l	3 x 1.000 l				
E	2 x 800 l	0	810 l	162,0 kg	10 l	2,0 kg
	4 x 1.000 l	4 x 1.000 l				
J	3 x 1.000 l	1 x 1.000 l	100 l	20,0 kg		
TOTAL	24 contentores	15 contentores	1.940 l	388,0 kg	40,0 l	8,0 kg

#### 4.3. Custo do sistema de gestão de resíduos atual

Os custos associados às operações de gestão de resíduos, no ano de 2013, apresentam-se no Quadro 10. A avaliação de custos do sistema de gestão de resíduos cinge-se à contabilização do custo financeiro referente a contratos com empresas certificadas que recolhem os resíduos. As receitas derivadas de operações de gestão de resíduos, em 2013, apresentam-se no Quadro 11.

**Quadro 10 – Custo das operações de gestão de resíduos atual**

Tipo de resíduo	Custo (€)
Outros óleos de motores, transmissões e lubrificação	765,74
Mistura de resíduos provenientes de desarenadores e de separadores óleo/água	
Resíduos higiénicos	233,20
Resíduos de solventes	944,49
Resíduos Sólidos Urbanos	21.700,24
Equipamento fora de uso contendo clorofluorcarbonetos	
Lâmpadas fluorescentes	2.091,00
Equipamento Elétrico e Eletrónico	
<b>Custo Total</b>	<b>25.734,67</b>

**Quadro 11 – Receitas das operações de gestão de resíduos**

Tipo de resíduo	Receita Total (€)
Recolha de resíduos não identificados	161,20
Recolha de papel/cartão	138,60
<b>Receita total</b>	<b>299,80</b>

O processo mais dispendioso é a recolha indiferenciada de RSU, que corresponde a, sensivelmente, 84% do custo total. Tendo em consideração os valores apresentados, o sistema de gestão de resíduos representou, em 2013, um custo operacional unitário de cerca de 55,66 €/t.

#### 4.4. Custo das alternativas de gestão

Neste subcapítulo comparam-se as ações a adotar com a situação atual. Nos quadros 12 a 16 descrevem-se os custos e ganhos associados às soluções a adotar, cujos valores são mensuráveis.

**Quadro 12 – Colocação de secadores elétricos – A2**

Quantidade de secadores elétricos a instalar	68	Consumo energético por equip. (W)	1000
Custo unitário (€)	273	Custo de investimento total (€)	18.564
Tempo de vida útil (anos)	7	Amortização anual (€/ano)	2.652
Custo unitário da energia (€/KWh)	0,13914	Tempo de secagem (s)	10
Número de utilizações diárias	30	Custo energético (€/ano)	287,79
Custo total (€/ano)			2.939,79

**Quadro 13 – Custo anual com toalhetes de papel**

	Quantidade de caixas anual	Custos (€/ano)
BA1	270	3.265,20
MUSAR	31	337,60
AFA	128	1.439,04
Total	429	5.041,84

**Quadro 14 – Recolha seletiva de resíduos orgânicos – A4**

Quantidade de resíduos orgânicos produzidos (kg/dia)	590,81
Custo da recolha seletiva de resíduos orgânicos (€/semana) (1 m <sup>3</sup> – 10 m <sup>3</sup> )	90,55
Densidade dos resíduos orgânicos (ton/m <sup>3</sup> ) (Gomes, Matos, & Carvalho, 2008)	0,45
Quantidade de resíduos orgânicos produzidos (m <sup>3</sup> / semana)	9,19
Custo total (€/ano)	4.708,60

No Quadro 15 considera-se que o vermicomposto produzido é utilizado nos terrenos do CMS e distribuído pelos trabalhadores, pelo que não são obtidos proveitos da venda de composto.

**Quadro 15 – Custos da unidade de vermicompostagem (Lourenço, 2014) – A5**

	Metal	Plástico	Alvenaria
Custo de fabrico	1200 €/m <sup>2</sup>	800 €/m <sup>2</sup>	300 €/m <sup>2</sup>
	240.000,00	160.000,00	60.000,00
Minhocas (100 €/kg)	2.500,00		
Custo (€/m <sup>2</sup> )	1.212,50	812,50	312,50
Custo total (€)	242.500,00	162.500,00	62.500,00
Custo total (€/ano)	24.250,00	16.250,00	6.250,00

**Quadro 16 – Custo do circuito de recolha de resíduos indiferenciados – A11**

	Sistema atual	Cenário A	Cenário B	Cenário C
Contentores	24	20	17	15
Custo anual (€)	21.520,46	18.624,00	16.269,00	14.614,20
Custo mensal (€)	1.793,37	1.552,00	1.355,75	1.217,85
Poupança anual (€)		2.896,46	5.251,46	6.906,26

As ações avaliadas, em comparação com a situação atual permitem obter as seguintes conclusões:

- a colocação de secadores elétricos nas instalações sanitárias apresenta vantagens económicas e ambientais face a toalhetes de papel;
- a recolha seletiva de resíduos orgânicos no CMS por uma entidade externa demonstra ser mais económica em relação à instalação de uma unidade de vermicompostagem, para além de compreender menos esforço em termos de manutenção do sistema e de trabalhadores envolvidos;
- a otimização do sistema de recolha indiferenciada para 20, 17 e 15 contentores, possibilita a poupança de 2.896,46€, 5.251,46€ e 6.906,26€ anuais, respetivamente.

Analisaram-se, ainda, relativamente à evolução de custos consoante a quantidade a produzir estimada, os seguintes fluxos de resíduos: produção de óleos, combustíveis e mistura de resíduos provenientes de desarenadores e separadores óleo/água – A1, A6, A12, A16; produção de solventes – A1, A6, A12, A16; produção de REEE – A1, A12; recolha seletiva de papel e cartão – A7, A8, A9.

No Quadro 17, resumem-se os custos do sistema atual e da alternativa de gestão proposta, de forma a selecionar a solução a adotar ou manter o sistema de gestão de resíduos atual.

**Quadro 17 – Custo das alternativas de gestão**

Sistema atual		Alternativa de gestão
Tipo de resíduo	Custo (€)	Custo (€)
Recolha de hidrocarbonetos	765,74	716,05
Resíduos higiénicos	233,20	233,20
Resíduos de solventes	944,49	802,93
RSU indiferenciados	21.520,46	14.614,20
Recolha de resíduos do PATRIL	179,78	179,78
REEE	2.091,00	2.050,00
Recolha seletiva de resíduos orgânicos		4.708,60
Toalhetes de papel/Secadores elétricos	5.041,84	2.939,79
Tipo de resíduo	Receita (€)	Receita (€)
Recolha de resíduos não identificados	161,20	161,20
Papel/cartão	138,60	236,70
Custo médio (€/ano)	30.476,71	25.846,65
Custo total (2016 – 2020) (€)	152.383,55	129.233,25
Poupança anual (€/ano)		4.630,06 (15%)
Poupança total (2016 – 2020) (€)	23.150,30	

A otimização do sistema integrado de gestão de resíduos permite reduzir os custos relativamente ao sistema atual, representando uma poupança de 4.630,06€ anuais, através de receitas, mas, fundamentalmente, ao diminuir a produção de resíduos e aumentar a recolha seletiva. Para além da mais-valia financeira, o novo sistema pretende ser mais valioso ambientalmente.

## 5. SÍNTESE E CONCLUSÕES

Primeiramente caracterizou-se o sistema de gestão de resíduos atual, ou seja, explicitaram-se as atividades desenvolvidas no CMS, bem como as responsabilidades internas na gestão de resíduos, e quantificaram-se as quantidades produzidas nos anos de 2011, 2012 e 2013.

De seguida, apresentaram-se as orientações da legislação e compromissos nacionais, enquadrando-se a legislação nacional, e resumiram-se o âmbito e os principais objetivos do PERSU 2020, PNGR e CCV. As metas de valorização orgânica e material e as estratégias de prevenção da produção de RSU determinam exigências cada vez maiores para todos os agentes relacionados com a gestão de resíduos. Efetuou-se a avaliação do sistema de gestão de resíduos atual, comparando os objetivos definidos na legislação com os resultados no CMS, que ainda se encontram distantes dos objetivos fixados para alguns fluxos de resíduos. Apresentou-se uma estratégia de melhoria do sistema de gestão de resíduos, baseada nos processos de gestão de resíduos: reutilização/redução; compras públicas ecológicas; marketing social; reciclagem e valorização orgânica.

Na última fase do trabalho, expôs-se a solução a adotar. A análise de resultados avalia as ações propostas e estima as quantidades de resíduos a produzir no CMS para os anos de 2016 a 2020. Concluiu-se que o número de contentores de recolha indiferenciada pode ser reduzido: reduzindo a produção de resíduos atual em 28 kg é possível obter um sistema com menos 7 contentores, o que representa uma poupança de 5.251,46€ anuais; a redução da produção de resíduos em 388 kg permite reduzir mais 2 contentores, permitindo uma poupança de 6.906,26€, relativamente ao custo atual.

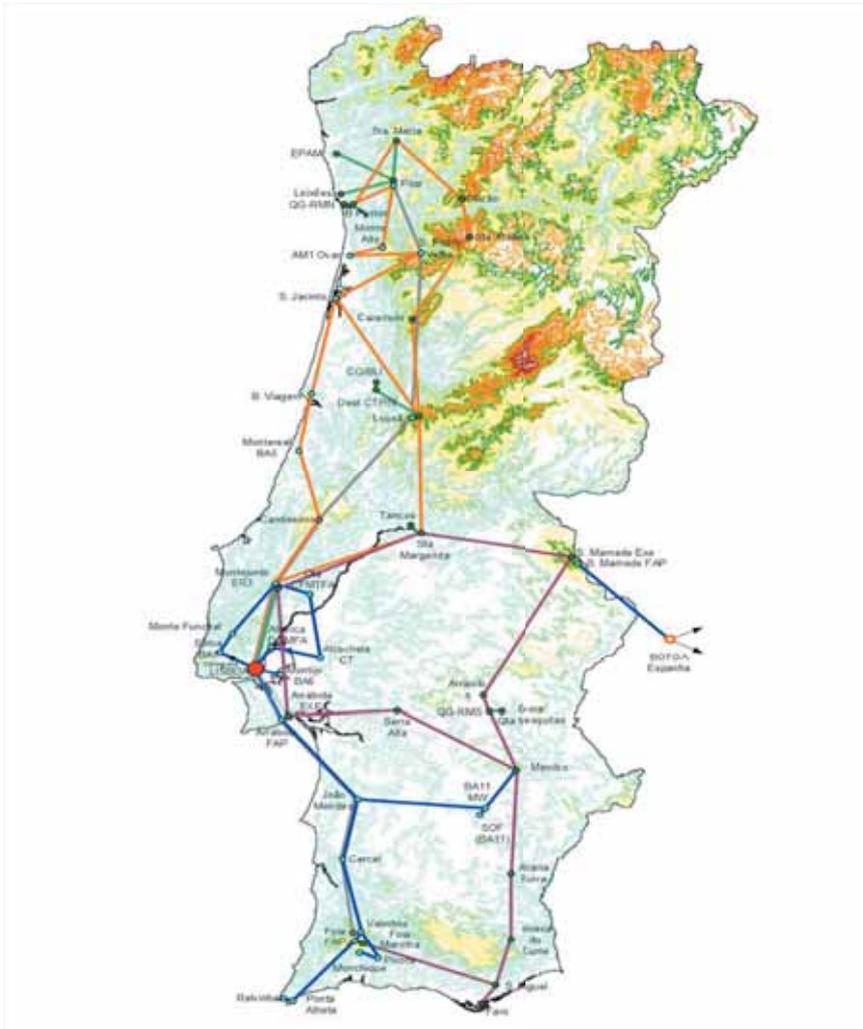
Apresentaram-se os custos do sistema de gestão de resíduos atual, que representou um custo total de 25.734,67€, em 2013. A avaliação do custo das alternativas para o sistema de gestão de resíduos descreve os custos e ganhos associados às soluções a adotar, cujos valores são mensuráveis. Por último, resumem-se os custos do sistema atual e da alternativa de gestão proposta. Conclui-se que a otimização do sistema integrado de gestão de resíduos permite uma poupança de 4.630,06€ anuais, fundamentalmente, diminuindo a produção de resíduos e aumentando a recolha seletiva.

O sistema de gestão de resíduos proposto pretende ser mais valioso ambientalmente, atuando em consonância com os documentos estratégicos e legislativos, reduzindo os resíduos encaminhados a destino final e fomentando a valorização.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEPSA (5 de outubro de 2013). *PERSU 2020 entra em discussão pública em Outubro*. Obtido em 13 de setembro de 2014, de <http://www.aepsa.pt/media-center/noticias/86-persu-2020-entra-em-discussao-publica-em-outubro.html>
- Agência Portuguesa do Ambiente (APA) (2013). *Relatório do Estado do Ambiente 2013*.
- Agência Portuguesa do Ambiente (2014). *Plano Nacional de Gestão de Resíduos*. Obtido em 14 de dezembro de 2014, de: <http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=108&sub3ref=1095>
- Estado Maior da Força Aérea (2014a). *Base Aérea Nº 1*. Obtido em 20 de julho de 2014, de [www.emfa.pt](http://www.emfa.pt): <http://www.emfa.pt/www/unidade-17-base-aerea-n-1>
- Estado Maior da Força Aérea (2014b). *Academia da Força Aérea*. Obtido em 20 de julho de 2014, de [www.emfa.pt](http://www.emfa.pt): <http://www.emfa.pt/www/unidade-53-academia-da-forca-aerea>
- Estado Maior da Força Aérea (2014c). *Museu do Ar*. Obtido em 20 de julho de 2014, de [www.emfa.pt](http://www.emfa.pt): <http://www.emfa.pt/www/unidade-55-museu-do-ar>
- Ferrão, P. M., IST, & APA. (novembro de 2014b). Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2014-2020.
- Ferrão, P., MAOTE, APA, IST, & EGF (17 de setembro de 2014a). *PERSU 2020 - Plano Estratégico para os Resíduos Urbanos. Aprovado pela Portaria nº 187-A/2014*
- Gomes, A. P., Matos, M. A., & Carvalho, I. C. (2008). Separate collection of the biodegradable fraction of MSW: an economic assessment.
- GT Environmental (2010). Hamilton County Solid Waste Management District. *Creating economic incentives*
- Levy, J. d., & Cabeças, A. J. (2006). *Resíduos Sólidos Urbanos - Princípios e Processos*. Associação das Empresas Portuguesas para o Sector do Ambiente.
- Lourenço, N. (fevereiro de 2014). Vermicompostagem. *Dimensionamento de unidades de vermicompostagem*. FUTURAMB.
- Martinho, M., & Gonçalves, M. (2000). *Gestão de Resíduos*. Universidade Aberta.
- Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território (MAOT). (17 de junho de 2011). Decreto-Lei n.º 73/2011.
- Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (MAOTDR). (2007). Portaria 187/2007.
- Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia (MAOTE) (15 de setembro de 2014). Compromisso para o Crescimento Verde. Governo de Portugal.
- Net Resíduos (2014). *Portal Português da Gestão de Resíduos*. Obtido em 12 de outubro de 2014, de <http://www.netresiduos.com/content.aspx?menuid=134&eid=1607>
- Oliveira, J. F., Mendes, B., & Lapa, N. (2009). *RESÍDUOS - Gestão, Tratamento e sua Problemática em Portugal*. Lisboa: Lidel.
- Raposo, M. F. (2010). *A Gestão de Resíduos Volumosos no Município do Barreiro*. Dissertação para obtenção do grau de mestre em Engenharia do Ambiente: Universidade de Aveiro
- Recyclebank. (2008). Preserving the environment one home at a time.
- Rodrigues, J. N. (2013). SISTEMA Pay-As-You-Throw. *ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DE UM INSTRUMENTO ECONÓMICO DE INCENTIVO*. Faculdade de Economia do Porto.
- Zaneti, I. C. (2003). *Educação Ambiental, Resíduos Sólidos Urbanos e Sustentabilidade. Um Estudo de Caso sobre o Sistema de Gestão de Porto Alegre. Tese de Doutoramento*. Brasília, Brasil: Universidade de Brasília.

# Migração de uma Infraestrutura de Comunicações Baseada em Circuitos para uma Baseada em Pacotes



Autor: Tony Gonçalves, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar na Especialidade de Engenharia Eletrotécnica  
Academia da Força Aérea Portuguesa, Sintra

Orientador: Professor Doutor Ricardo Jorge Feliciano Lopes Pereira  
Departamento de Engenharia Informática, Instituto Superior Técnico  
Universidade de Lisboa

Coorientador: Adalberto Santos, Capitão Engenheiro Eletrotécnico  
Direção de Engenharia e Programas da Força Aérea, Alfragide

**Resumo.** Nos últimos anos, as redes de telecomunicações têm sido sujeitas a um novo paradigma no que respeita ao transporte de informação, devido à crescente massificação das redes comutadas por pacotes. Esta tendência torna as tecnologias baseadas na comutação de circuitos, usadas nas redes de telecomunicações tradicionais, inadequadas e ineficientes, com custos de manutenção cada vez mais elevados, dada a presença de sistemas legados com equipamentos obsoletos. É necessária a adoção de medidas que não só permitam o desenvolvimento de novas soluções, baseadas em pacotes como também permitam a compatibilidade com os sistemas atuais, baseados em circuitos, de forma a permitir a modernização da rede e a redução de custos associados à gestão, equipamentos e recursos humanos.

Esta dissertação aborda uma estratégia de migração dos sistemas de telecomunicações atuais, baseada numa tecnologia que permite a emulação de circuitos em redes de pacotes e da sua aplicabilidade no âmbito da Força Aérea Portuguesa. São fundamentados os benefícios da sua utilização e realizada uma prova de conceito com equipamentos próprios para a emulação. A emulação de circuitos foi testada numa rede simulada, onde foi analisada a influência dos parâmetros de rede: atraso, e perda de pacotes, no desempenho do sistema. Posteriormente, a emulação de circuitos foi implementada em rede real, neste caso na rede de transporte da Força Aérea, com o objetivo de validar esta solução como possibilidade a ser aplicada no futuro.

Verificou-se que o é o principal parâmetro que influencia o desempenho relativo a erros do sistema, sendo fundamental a aplicação de regras relativas à Qualidade de Serviço (QoS) para permitir o correto funcionamento da emulação de circuitos.

**Palavras-chave:** comutação de circuitos, comutação de pacotes, (IP), emulação de circuitos, Qualidade de Serviço.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Enquadramento do tema

A troca de informação assumiu um papel importante na sociedade, fundamental ao crescimento da produção industrial. Uma rede de telecomunicações tem como principal função realizar, o transporte de informação, de uma forma simples e rápida, permitindo grande confiabilidade, transparência e ausência de erros. Nos últimos anos, as redes de telecomunicações têm tido um desenvolvimento notável, quer com o aparecimento de novas tecnologias com contínuos aperfeiçoamentos, como a nível de equipamentos, meios de transmissão e sistemas de gestão, tornando-as mais confiáveis, eficientes e sobretudo mais fáceis de operar. Um marco importante, corresponde à massificação das redes de transporte de alta velocidade através das redes de nova geração, baseadas em pacotes, provenientes do (IP), popularizado com a difusão da grande rede mundial de computadores, a . Esta abordagem surge no “mundo” das tecnologias tradicionais, caracterizadas pelo seu elevado grau de desenvolvimento e amadurecimento num mercado com grande distribuição e aceitação, vocacionado para as comunicações de voz, serviços predominantes até à década de 90. O aparecimento massivo de serviços de dados veio alterar as estratégias de implementação de sistemas de telecomunicações, onde fabricantes e

operadores incentivaram a migração para infraestruturas baseadas em pacotes. Desta forma, surge a necessidade de implementação de novas estratégias em relação aos sistemas de telecomunicações tradicionais, por parte de entidades e organizações.

A Força Aérea (FA), como parte integrante do sistema de forças nacional tem como missão cooperar, de forma integrada, na defesa militar da República, através da realização de operações aéreas e defesa aérea do espaço nacional, e ainda, satisfazer missões no âmbito dos compromissos internacionais. Para o cumprimento da missão é essencial que a FA tenha acesso, em tempo útil, a um conjunto de informações, de uma forma proficiente, nas suas várias vertentes:

- Âmbito operacional, de forma a garantir a segurança na prestação do serviço de tráfego aéreo e ter o completo controlo das atividades na (FIR);
- Âmbito logístico, proporcionando a distribuição de diversos serviços entre as várias unidades da FA, repartidas geograficamente pelo território nacional.

No caso particular da FA, a migração para infraestruturas baseadas em pacotes constitui um ponto fundamental para a continuidade da sua atividade, de forma a garantir o cumprimento da sua missão. Várias medidas já foram tomadas neste âmbito, especificamente a migração de serviços de voz para IP através de implementações (VoIP). Contudo, permanecem em funcionamento serviços legados que não são facilmente migráveis.

## 1.2. Objetivos e metodologia do trabalho

O objetivo principal deste trabalho consiste na elaboração de um estudo sobre uma migração transparente para IP, de forma económica mantendo os equipamentos legados, e que não aumente desnecessariamente a complexidade da rede. Deste modo, este trabalho propõe-se a estudar as alternativas existentes sobre a implementação IP em redes convencionais através da sua migração, de forma estruturada e concisa, possibilitando a modernização e o crescimento sustentável das redes de telecomunicações da FA. Pretende-se analisar soluções para sua a migração, através da técnica de emulação de circuitos, garantindo o cumprimento dos requisitos operacionais e funcionais, impostos nos sistemas de comunicação atuais. Trata-se de uma solução temporária pois estes equipamentos deverão ser substituídos à medida que forem ficando obsoletos.

Assim, a metodologia desenvolvida segue as seguintes fases:

- Estudo de formas possíveis de migração para infraestrutura baseadas em pacotes;
- Identificação e análise da infraestrutura de comunicação atual da FA;
- Apresentação de uma proposta relativa à migração IP das tecnologias legadas na FA;
- Implementação de uma prova de conceito referente à emulação de circuitos sobre uma Infraestrutura de comunicações baseada em IP, com tráfego simulado em rede emulada e rede real.

## 2. REDE DE TRANSPORTE DA FORÇA AÉREA

A rede de transporte da Força Aérea surgiu através da necessidade de interligação das Estações de Radar, no âmbito do projeto Sistema de Comando e Controlo Aéreo de Portugal (SICCAP). Inicialmente, foram projetadas ligações através do (PDH), dando cobertura à zona litoral de Portugal Continental, desde a Estação de Radar nº 2 (ER2) localizada na Serra do Pilar, em Paços de Ferreira até à Estação de Radar nº1 (ER1), localizada na Serra de Monchique, em Fóia. Mais tarde, e através de um sistema desenvolvido pelo Estado-Maior General das Forças Armadas (EMGFA), foi criada uma rede (SDH), denominada Sistema de Comunicações Militares (SICOM), com reaproveitamento das ligações por feixe hertzianos existentes dos diversos anos das Forças Armadas. O SICOM é uma rede de utilização unicamente militar de acesso privado à Forças Armadas Portuguesas, com garantias únicas de redundância e sobrevivência. Esta rede encontra-se implementada segundo uma topologia em anel através de quatro anéis que cobrem as unidades da FA. As comunicações para o arquipélago dos Açores e da Madeira são igualmente asseguradas pelo Estado-Maior General das Forças Armadas (EMGFA), que recorre pontualmente a operadores comerciais para complementar a rede de comunicações militares. Através da utilização de um ECI BG-30E, os circuitos (TDM) são incorporados na rede SDH. Este equipamento permite também uma implementação IP sobre SDH onde o tráfego IP pode ser enviado para a rede SDH, através de nós de acesso IP.

### 2.1. Circuitos TDM da Força Aérea

Através do Centro de Manutenção Eletrónica (CME), entidade responsável pela gestão técnica das ligações TDM, localizado no Comando Aéreo (CA) em Monsanto, foi efetuado um levantamento dos circuitos TDM operados pela FA. Deste modo, foi possível ter acesso a todos os tipos de ligações existentes identificando as respetivas funções, estações de origem e de destino, assim como equipamentos utilizados.

Foi possível distinguir vários tipos de serviços TDM distribuídos em cinco categorias:

- serviços de voz (central telefónica);
- serviços de dados;
- serviços em circuitos contratados;
- serviços e aplicações de sistemas militares operacionais;
- outros serviços.

A Figura 1 representa a distribuição dos circuitos segundo as cinco categorias.

A maior parte dos circuitos TDM correspondem a serviços de voz, serviços e aplicações de sistemas militares operacionais e outros serviços, existindo distribuição quase equitativa entre eles, 28%, 36% e 31% do total dos circuitos, respetivamente. Os serviços de dados e de circuitos contratados representam 3% e 2%, respetivamente.

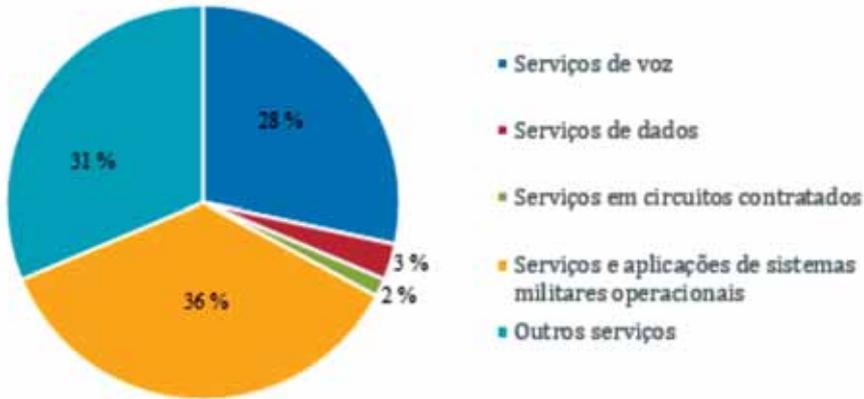


Figura 1 – Distribuição dos circuitos TDM na Força Aérea

### 3. PROPOSTA DE MIGRAÇÃO

A presença de equipamentos obsoletos com capacidade de manutenção cada vez mais limitada e com custos de operação elevados, associado à dependência de poucas pessoas com conhecimentos técnicos para a realização da manutenção dos equipamentos, obrigando a custos com recursos humanos na operação e formação, levam a que a migração para uma infraestrutura IP seja um ponto fundamental a nível estratégico para a FA, devendo a médio/longo prazo, ser uma prioridade. Contudo, esta migração deve ser analisada de uma forma cuidada, não só pelo elevado grau de complexidade do sistema atual, como também pelo seu elevado custo.

É possível identificar duas estratégias distintas de migração:

- migração total – substituição completa da estrutura atual;
- migração parcial – migração progressiva da estrutura atual com conservação de equipamentos e protocolos.

A migração total da estrutura requer a implementação de um novo sistema de transporte, através da substituição total da rede SDH atual, por uma rede de nova geração assente, por exemplo, no IP, com uso de tecnologias de transmissão óticas a nível físico, o que permite:

- Rede nativa orientada para a comutação de pacotes;
- Arquitetura convergente com forte interação com o cliente;
- Ambiente flexível na disponibilização de novos serviços;
- Rede multi-serviços de múltiplo acesso;
- Capacidade de qualidade de serviço para suporte das várias aplicações.

Os serviços atuais assentes na comutação de circuitos são substituídos por novas tecnologias, baseadas em pacotes com adoção de mecanismos inovadores e uso de novos protocolos,

como por exemplo a substituição dos serviços de voz para serviços VoIP ou a substituição do sistema de rádios para soluções (RoIP). Esta é uma solução que requer um elevado investimento inicial em novas implementações. É uma medida pouco atrativa, pois requer a substituição da rede de transporte atual, com substituição de grande parte dos equipamentos, quer a nível de transmissão, quer a nível de equipamentos de sistemas existentes, resultando na inutilidade dos mesmos. Além disso, a substituição pode trazer problemas relacionados com incompatibilidades entre os serviços TDM legados atuais e a própria rede de pacotes, não se justificando os investimentos. Por sua vez, a migração parcial da estrutura permite uma adaptação dos serviços atuais através de uma migração progressiva. Trata-se de uma migração relativamente mais simples e evolutiva com um custo de implementação significativamente mais baixo, permitindo ainda a continuidade de serviços mais complexos e de difícil substituição, com conservação de equipamentos e protocolos. O principal foco está na adaptação dos serviços atuais para uma realidade IP para que, no futuro, seja possível uma compatibilidade na implementação de uma rede IP nativa.

Esta migração pode ser dividida em duas etapas distintas:

- Interligação de serviços IP na rede SDH;
- Substituição ou adaptação dos circuitos TDM.

O primeiro passo já se encontra implementado, possibilitando o aproveitamento do investimento realizado no passado, assim como o desenvolvimento de novas soluções em IP. Aliás, é fundamental que as novas implementações sejam realizadas em IP, para que, os serviços baseados em TDM sejam cada vez menos.

O segundo passo de implementação está diretamente relacionado com os circuitos TDM existentes e pode ser realizado através da substituição dos serviços ou da sua adaptação ao IP. A substituição dos serviços visa as implementações mais simples, como por exemplo canais de voz e outros serviços, cujo custo de substituição é relativamente baixo. Parte deste trabalho, no que respeita às centrais telefónicas com implementações em IP através do . Nos serviços mais simples a migração é relativamente fácil, pois são na sua maioria, serviços de voz onde é possível a sua integração em centrais telefónicas ou aquisição de novos sistemas baseados em IP com baixo grau de complexidade e custo. Por outro lado, os serviços que operam através de equipamentos legados e que não podem ser facilmente substituídos devido à sua complexidade e custo são adaptados ao IP através da emulação dos circuitos baseado na tecnologia (CES).

### **3.1. Circuit Emulation Service (CES)**

O (CES) é uma tecnologia que teve o seu aparecimento na década de 90 através do IETF. O grupo (PWE3) foi criado especificamente para desenvolver as potencialidade da emulação de circuitos e é responsável pelo lançamento de normas fundamentais que regem o CES, o RFC 3985 que define a arquitetura de implementação e RFC 3916/ RFC 4197, os requisitos básicos para sua implementação. O CES permite o transporte de circuitos tradicionais mul-

tiplexados no tempo sobre redes de pacotes, os designados pseudo-circuitos, através da implementação de um conversor que realiza a conexão entre os circuitos e a rede de pacotes. A Figura 2 representa um esquema básico de implementação, onde o circuito TDM é recebido no conversor que realiza a emulação do circuito, através do seu encapsulamento em pacotes e conseqüente envio destes para a rede de pacotes. Do lado oposto é realizada a operação inversa.



**Figura 2** – Esquema de implementação *Circuit Emulation Service*

Na aplicação desta tecnologia é fundamental ter em conta diversos factores, nomeadamente:

- Qualidade de Serviço (QoS) – a definição de parâmetros que permitam definir prioridades de tráfego e controlo nos parâmetros intrínsecos redes de pacotes.
- Atraso - ao contrário de uma implementação nativa TDM, no CES o atraso não será constante, pois a rede de pacotes irá introduzir uma componente de atraso variável entre pacotes. Aliado a isto, será introduzida uma componente constante no atraso, que resulta da emulação de circuito, mais propriamente do encapsulamento do TDM.
- Sincronismo - o sincronismo é fundamental para permitir que os equipamentos respondam ao mesmo pulso de relógio. Um dos maiores problemas para o transporte TDM em redes de pacotes advém da dificuldade em sincronizar os vários relógios.

Todos estes parâmetros devem ser considerados em cada implementação, verificando a influência destes no desempenho global do sistema.

#### 4. PROVA DE CONCEITO

A viabilidade da utilização da emulação de circuitos como solução de migração para IP da rede da FA foi validada através de um protótipo realizado em ambiente laboratorial. Previamente, foi realizado um estudo das várias soluções de emulação de circuitos disponíveis no mercado, onde se optou, por disponibilidade de equipamentos utilizar o IP6700 do fabricante Loop Telecommunication International. De seguida, foram definidos os requisitos a serem cumpridos nos testes de validação, tendo sido definidos os equipamentos, ferramentas e procedimentos. Os cenários de testes utilizados na prova de conceito foram implementados de forma a replicar a situação atual da FA, com o objetivo de validar a aplicabilidade da emulação de circuitos na rede atual. Deste modo, a prova de conceito teve por base os seguintes objetivos:

- Analisar o desempenho da emulação de circuitos em ambiente controlado com a criação de uma rede de pacotes simulada;
- Implementação dos diferentes cenários de sincronização e comparação entre eles;
- Comprovar o desempenho da emulação de circuitos em rede real, neste caso na rede da FA.

#### 4.1. Requisitos de implementação

A Tabela 1 apresenta todos os requisitos e decisões tomadas para a implementação da prova de conceito, assim como as normas que fundamentam a sua atribuição.

**Tabela 1** – Requisitos definidos na implementação

	Requisito	Norma
<b>Estrutura do sinal TDM</b>	E1 Estruturado com CAS	N.A.
<b>Padrão de dados</b>	2 <sup>15</sup> -1	ITU-T O.150
<b>Tipo de emulação CES</b>	TDMoIP	N.A.
<b>Tamanho do <i>payload</i></b>	480	N.A.
<b>Tamanho do <i>jitter buffer</i></b>	Calculado consoante atraso	N.A.
<b>Valor máximo do atraso</b>	50 ms	EUROCAE ED.138
<b>Valor máximo do <i>jitter</i></b>	15 ms	EUROCAE ED.138
<b>Valor máximo da perda de pacotes</b>	0,5%	EUROCAE ED.138
<b>Valor máximo precisão de relógios</b>	50 p.p.m	ITU-T G.703
<b>Valor máximo relativo a erros</b>	ESR< 0,04, SESR< 0,002, BBER< 2 × 10 <sup>-4</sup>	ITU-T G.826
<b>Disponibilidade da ligação</b>	98%	ITU-T G.827

#### 4.2. Equipamentos e ferramentas de testes

Na prova de conceito, para além do equipamento que realiza a emulação do circuito Loop IP6700, foram utilizados os seguintes equipamentos e ferramentas de testes

- JDSU MTS 5800 – equipamento de teste e diagnóstico de ligações que permite apoiar a instalação e manutenção de diversos tipos de redes. Através das suas características, permite o envio de tráfego simulado quer em estruturas TDM quer em IP, possibilitando a simulação de um serviço e analisar o seu desempenho no percurso da rede;
- NETEM – ferramenta que permite simular as características de uma rede de pacotes. Através do uso desta ferramenta é possível verificar o desempenho de uma implementação, sem utilizar equipamentos de rede reais, permitindo a validação de uma solução em condições controladas.
- Oscilloquartz OSA 5530B SDU – unidade de distribuição de sincronismo utilizada na FA

A Figura 3 mostra o Loop IP6700 e o JDSU MTS 5800, equipamentos utilizados na prova de conceito.



Figura 3 – LOOP IP6700 (à esquerda) e JDSU MTS 5800 (à direita)

### 4.3. Esquema de implementação

Na simulação da rede de pacotes foi utilizado um esquema de implementação idêntico ao apresentado na Figura 4, sendo constituído pelo JDSU MTS 5800 que simula um sinal E1 enviado para um conversor LOOP IP6700, designado como A, que realiza a emulação baseada no (TDMoIP). O sinal, encapsulado em pacotes IP é enviado para o NETEM que simula uma rede de pacotes com parâmetros de rede configuráveis. Após passar pelo NETEM o sinal é convertido novamente para E1 através do conversor LOOP IP6700-B e enviado para o JDSU MTS 5800 que realiza a comparação entre sinal enviado e sinal recebido, fornecendo um relatório dos eventos ao longo do tempo.

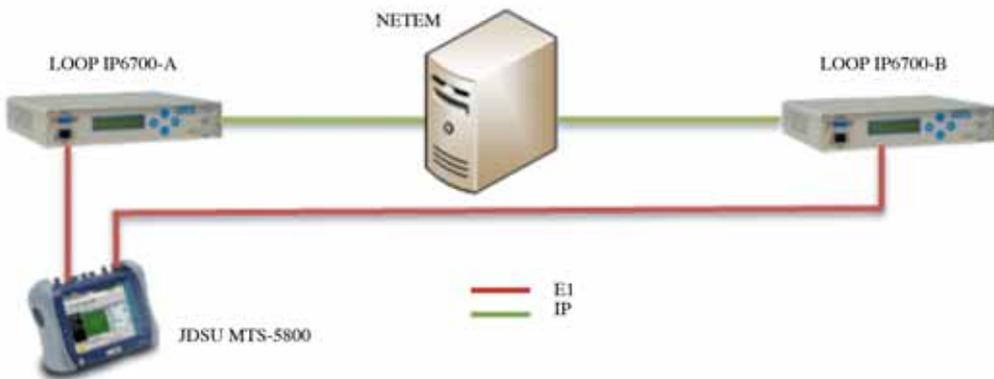


Figura 4 – Esquema de implementação na simulação de uma rede de pacotes

Seguidamente e devido às limitações do NETEM para simular uma rede de pacotes específica foi realizada uma implementação em rede real. A grande dificuldade da implementação em rede real esteve diferente localização dos dois conversores, não permitindo uma comparação do sinal E1 emitido com o recebido, uma vez que o sinal emitido criado pelo JDSU MTS 5800 se encontra numa extremidade e o sinal recebido na extremidade oposta. Para resolver esta

situação, e com o auxílio da Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (DCSI) foi possível realizar uma implementação através de configurações Cisco com a criação de uma (VRF), através de um protocolo de túnel (GRE). A Figura 5 apresenta o esquema do cenário usado. Foram criados dois túneis dentro da rede de pacotes criando uma ligação bidirecional, os quais ao chegarem ao seu destino são imediatamente reencaminhados de volta. Assim, o JDSU MTS5800 simula um sinal E1, emulado através do LOOP IP6700A, sendo utilizado o Cisco 800-A para encaminhar os pacotes ao seu destino. À chegada ao Cisco 800 Remoto, os pacotes são reencaminhados de volta para o Cisco 800 B, localizado no mesmo espaço físico que o Cisco 800 A. Através do LOOP IP6700 B o sinal é novamente convertido para E1 e comparado no JDSU MTS 5800. É também conectado um PC ao Cisco 800 A para obter registo do atraso utilizando o comando com o endereço do Cisco 800 B.

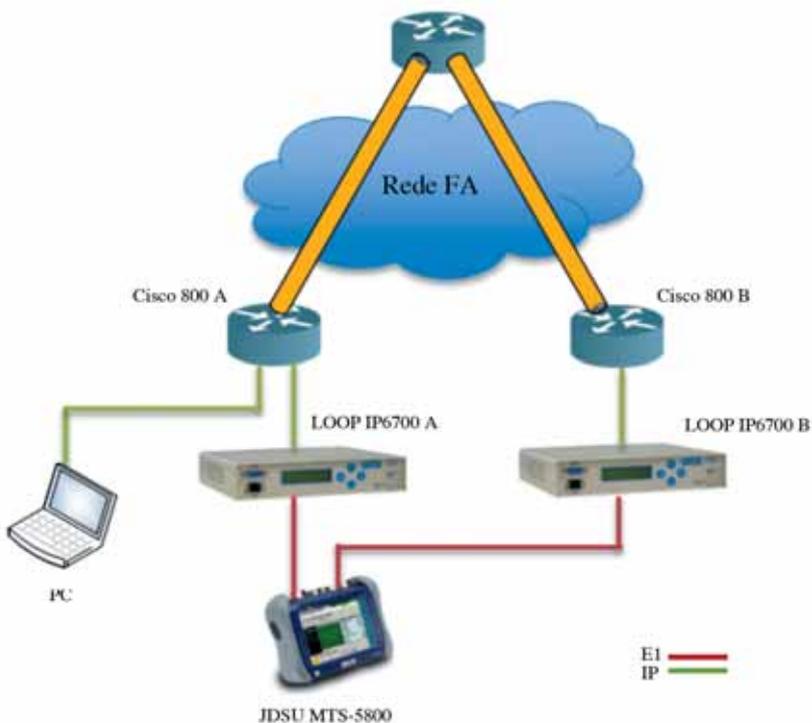


Figura 5 – Esquema de implementação na simulação de uma rede de pacotes

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Precisão de relógios

Para a realização de testes relativos à precisão dos relógios foi utilizado o primeiro cenário implementado (Figura 4), onde foram definidas duas combinações de parâmetros de rede no NETEM, formando duas redes de pacotes diferentes. De seguida, foram implementados dois cenários de sincronismo diferentes, adaptativo e externo e avaliados os valores de

precisão de relógio. No cenário de sincronismo adaptativo verificou-se uma dependência da precisão do relógio com as características da rede. Ao aumentar os parâmetros de atraso, e perda de pacotes verificou-se o aumento do desvio de precisão do relógio, apesar de pouco significativo em relação ao máximo admissível, nunca ultrapassando os 14 p.p.m. O cenário de sincronismo externo apresentou melhores resultados. Independentemente das características da rede, o desvio de precisão foi sempre baixo, com o valor máximo obtido de 2,5 p.p.m.

Assim, verifica-se que o cenário de sincronismo externo é aquele que permite obter melhores resultados de sincronismo, contudo em cenários reais, onde os equipamentos se encontram em locais diferentes, são necessários equipamentos que permitam obter uma referência comum em diferentes espaços físicos, estando o valor de precisão de relógio associado à própria precisão dos equipamentos utilizados. Pelo facto de, no decorrer da prova de conceito, o equipamento utilizado para a realização do sincronismo externo não estar disponível decidiu-se utilizar o cenário de sincronização adaptativo nas implementações seguintes, onde o sinal de relógio, no percurso na rede, é sucessivamente recuperado, apresentando nos testes realizados um desvio de precisão baixo e aceitável.

## 5.2. Desempenho relativo a erros

Os testes seguintes tiveram como objetivo verificar a influência das variáveis simuladas no NETEM no desempenho relativo a erros e consequente aprovação da norma ITU-T G.826. O primeiro passo consistiu na avaliação da influência do atraso como característica isolada através do aumento gradual do seu valor ao longo dos testes, registando as taxas de erro. De seguida, adicionou-se o como característica de rede baseando-se na variação do atraso segundo duas distribuições distintas, a uniforme e a normal, incluídas no NETEM. De forma a uniformizar os testes e obter resultados confiáveis foram realizados 5 testes de uma hora para cada combinação de atraso e com registo dos resultados das taxas de erro assim como a média e desvio padrão destes, relativamente às 5 amostras de teste. No último conjunto de testes foi introduzido a perda de pacotes.

Em todas as situações de teste, verificou-se que, à medida que são agravadas as condições da rede de pacotes surgem eventos de erro relacionados com perdas de sincronismo do próprio padrão de dados, diferente do sincronismo de relógio, configurado através de um cenário adaptativo, o qual apresentou sempre valores aceitáveis abaixo do limite de desvio máximo definido anteriormente. Verificou-se, também, a existência de uma grande diferença de resultados para pequenas alterações nas características da rede, ou seja, com condições específicas os testes não apresentavam erros e cumpriam a norma ITU-T G.826. Contudo, com uma pequena alteração nos parâmetros de rede obteve-se taxas de erro muito elevadas, muito acima do permitido pela norma.

Na primeira situação, em que apenas se variou o valor do atraso, verificou que, apenas para valores muito elevados deste, na ordem dos 2000ms é que surgem erros. Desta

forma se conclui que a presença do atraso de forma isolada, não põe em causa o correto funcionamento da emulação de circuitos. O mesmo não acontece com o que, onde independentemente do valor do atraso a que estava associado, a utilização de um relativamente baixo resulta em elevadas taxas de erro. A Figura 6, mostra a relação existente entre o e o limite máximo admissível da taxa de erros (SERS), representada através da linha vermelha na horizontal com o valor 0,002. O valor do atraso foi fixado nos 10ms. A linha azul representa a relação entre o gerado através de uma distribuição uniforme de atraso e o SERS, enquanto que a linha verde representa a relação da mesma taxa, mas desta vez com uma distribuição normal do atraso. Como é possível observar, existe uma variação brusca relativamente à taxa de erro, não existindo um aumento gradual deste relativamente ao aumento do *jitter*.

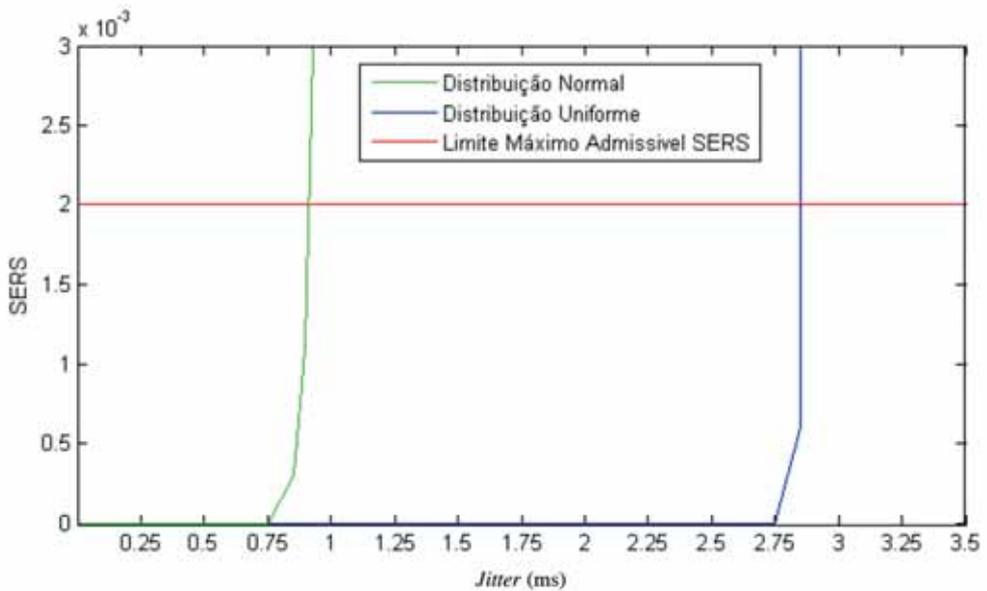


Figura 6 – Limite de *jitter* relativamente à taxa de erro SERS

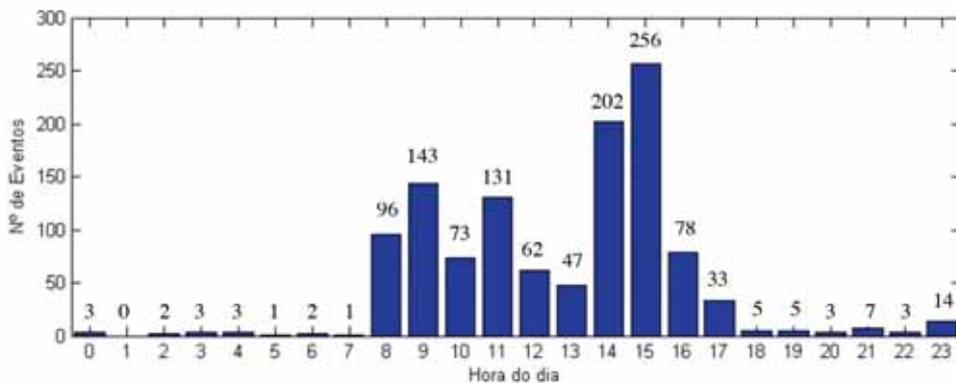
A diferença de resultados entre distribuições revela que as taxas de erro não dependem unicamente do valor do *jitter* mas do seu contexto na distribuição de atraso da rede. Assim, não é possível generalizar um valor de *jitter* que comprometa o funcionamento da emulação de circuitos. Será sempre necessário realizar uma análise da emulação de circuitos na própria rede.

Através do segundo esquema de implementação, foi realizada uma emulação de um circuito entre o Estado Maior da Força Aérea (EMFA) e três unidades da FA (BA1, BA5 e BA11), com registo do evento de erros e acompanhamento de atraso num tempo específico, permitindo detetar a ocorrência de um erro e associá-lo à variação do atraso em tempo real. Cada teste teve a duração de 24 horas. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos.

**Tabela 2 – Desempenho relativo a erros na emulação de circuitos**

	BA1	BA5	BA11
<i>Pattern Sync Loss</i>	1173	419	704
<b>ES / SES</b>	947	365	662
<b>ESR / SERS</b>	0,01096	0,00422	0,00767
<b>BBER</b>	0	0	2,3331× 10 <sup>-8</sup>
<b>Disponibilidade</b>	100%	100%	100%
<b>Resultado</b>	Não Aceite	Não Aceite	Não Aceite

Analisando os resultados obtidos verifica-se que nenhuma ligação cumpriu os requisitos definidos apresentando taxas de erros superiores aos valores definidos verificando que, nestas condições a emulação de circuitos não pode ser realizada. No relatório de erros fornecido pelo JDSU MTS5800 é possível averiguar a hora exata dos eventos, sendo organizados e distribuídos pela hora do dia em que sucederam. O gráfico da Figura 7 apresenta essa distribuição.



**Figura 7 – Distribuição dos eventos de erro ao longo do dia de teste da ligação EMFA-BA1**

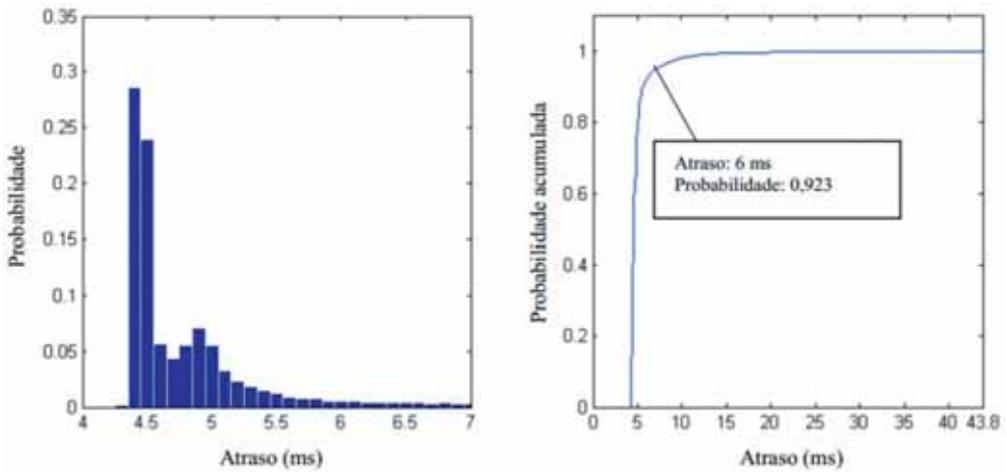
É visível a maior concentração de eventos no horário laboral, onde existe uma maior utilização da rede, causa da não aprovação da norma G.826. Por exemplo, se o teste for realizado entre a 00h00 e as 08h00 são contabilizados apenas 15 eventos de o suficiente para aprovação da norma.

Deste modo foi possível separar a amostra em dois períodos diferentes de tempo:

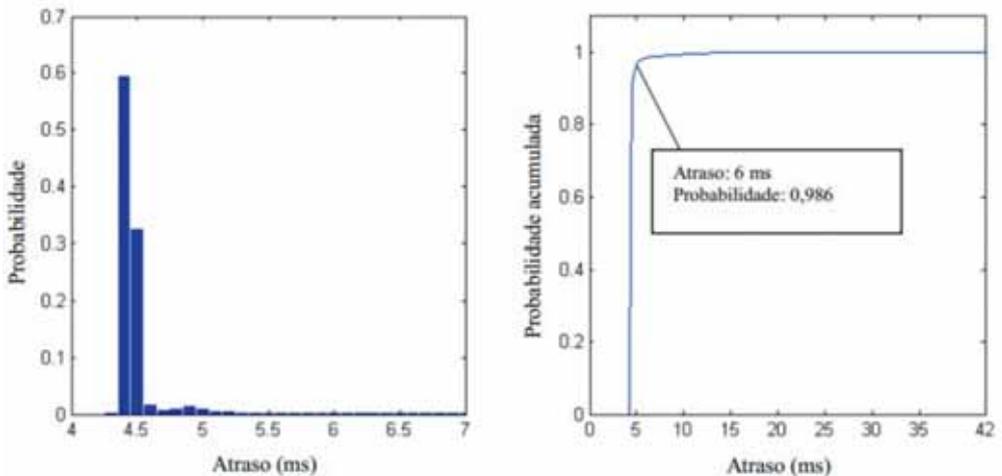
- Período laboral - correspondente ao período entre as 8h30 e as 17h30;
- Período não laboral – correspondente ao período entre as 17h30 e as 8h30.

De seguida, foi realizada uma análise às amostras de atraso obtidas para cada ligação em ambos os períodos. A Figura 8 apresenta a distribuição de probabilidade do atraso (à esquerda) e função de probabilidade acumulada (à direita) relativamente ao período laboral da amostra re-

lativa à ligação com a BA1, enquanto que a Figura 9 apresenta a mesma informação respeitante ao período não laboral.



**Figura 8** – Histograma de atraso e função de probabilidade acumulada no período laboral



**Figura 9** – Histograma de atraso e função de probabilidade acumulada no período não laboral

Da análise das duas figuras verificam-se diferenças nos dois histogramas de atraso, principalmente no que se refere à distribuição para valores mais altos. No período laboral existe uma maior distribuição do atraso para valores mais altos, com o valor mais verificado (4,4 ms) a ocorrer em cerca de 30% das vezes. A função de probabilidade acumulada mostra a presença de valores altos de atraso, onde cerca de 7,7% dos valores são maiores que 6 ms. Já no caso do período não laboral o valor mais frequente foi o mesmo que o no caso anterior, mas obteve uma ocorrência maior, cerca de 60%. A presença de valores altos de atraso foi menor, sendo que em apenas 1,4% foram verificados valores superiores a 6 ms. Com isto, é visível a diferença

entre os dois períodos, resultante da maior ocupação da rede durante o período laboral com maior presença de atrasos de fila verificado à saída de cada pacote. Isto implica o aumento do a ineficiência do mecanismo de usado e, conseqüentemente, a presença de um maior número de erros.

Verifica-se assim, que a implementação de regras de QoS através de atribuição de prioridade entre diferentes serviços pode ser a solução para a implementação do CES na FA. A aplicação destas regras resultaria na eliminação da componente de atraso de fila, mais visível no período laboral, tornando o atraso mais constante ao longo do dia, diminuindo as variações bruscas de atraso existentes.

## **6. CONCLUSÕES**

### **6.1. Conclusões gerais**

O estudo realizado sobre a tecnologia CES permite identificar as suas inúmeras vantagens, numa estratégia de migração IP progressiva das redes atuais. A emulação de circuitos possibilita um avanço fundamental no processo de migração IP, ao permitir interoperabilidade entre equipamentos novos e legados, com a convergência dos circuitos existentes com as novas implementações em IP, através do transporte de serviços e aplicações, numa plataforma de comunicação comum. Esta, permite a preservação de equipamentos atuais, com uma eficiente utilização da largura de banda de transmissão, e conseqüentemente permitindo uma redução de custos associados aos serviços, com a desativação progressiva dos circuitos existente e respetiva modernização da rede de transporte. Contudo, a sua aplicabilidade depende da sensibilidade dos serviços aos efeitos intrínsecos das redes comutadas por pacotes, tais como: perda de pacotes, atraso, . É fundamental a existência de atributos de QoS com atribuição de largura de banda suficiente, confiabilidade e atribuição de prioridade para os pseudo-circuitos emulados. Alguns serviços podem adaptar-se de forma bastante robusta às características das redes de pacotes baseadas em IP. Outros serviços mais sensíveis e críticos, necessitam de considerações mais cuidadosas na sua implementação com mecanismos de QoS.

A rede de transporte atual da FA é de carácter privado, com uso exclusivo das Forças Armadas Portuguesas. Grande parte dos sistemas, especialmente os mais antigos, estão assentes em TDM, sendo a sua migração através da substituição dos serviços por tecnologias nativas em IP um aspeto complexo, quer a nível financeiro quer a nível prático de implementação, dada a presença de sistemas legados de elevada complexidade e a inexistência de tecnologias nativas em IP no mercado, que permitam cumprir as necessidades atuais. Desta forma, e nestes casos específicos, verificou-se que a implementação de uma solução com recurso à tecnologia CES poderá ser uma solução viável para a migração.

A viabilidade da tecnologia CES foi comprovada através de uma prova de conceito. Numa primeira fase foram definidos requisitos na implementação, tendo em conta o serviço específico

que se pretendeu simular, as comunicações rádio. Foram também tomadas em consideração as decisões tomadas ao longo da implementação, nomeadamente o tamanho do , do e o atraso definido para cada ligação, fundamentais para obtenção de resultados de acordo com a caracterização pretendida.

Na segunda parte da prova foram realizados testes com o objetivo de validar a aplicação da emulação o de circuito num serviço simulado. Para além disso, foram validados os cenários de sincronismo e avaliado o desempenho relativo a erros segundo normas estabelecidas.

Relativamente aos cenários de sincronismo concluiu-se que, como esperado, a utilização de equipamentos externos específicos permite melhorar o sincronismo, diminuindo o desvio de precisão entre relógios dos elementos da rede e tornando este aspeto independente relativamente aos parâmetros da rede. Dadas as dificuldades técnicas na utilização deste tipo de sincronismo foi adotado o cenário de sincronismo adaptativo, o qual se mostrou igualmente robusto, cumprindo os requisitos estabelecidos relativamente aos desvio de precisão.

Para a realização de testes foram utilizados dois cenários diferentes. O primeiro teve como objetivo verificar a influência dos parâmetros característicos das redes de pacotes no desempenho da emulação de circuitos. Para isso, foi utilizada uma rede de pacotes simulada onde foi possível controlar os parâmetros da rede (atraso, e perda de pacotes). Verificou-se que o parâmetro que tem maior influência no desempenho da emulação é o . Contudo, o desempenho relativo a erros depende dono contexto da rede, ou seja, não é possível definir um valor máximo de que valide a emulação de circuitos pelo facto do ser um valor estatístico. Esta conclusão, foi obtida através da utilização de dois tipos de distribuição de atraso na rede de pacotes simulada com a obtenção de resultados diferentes. Conclui-se que a emulação de circuitos, para ser aplicada, exige a utilização de QoS para limitar o atraso e , devendo ser testada na própria rede, para cada serviço específico.

De seguida, procurou-se simular a rede da FA de maneira a obter resultados mais concretos. Foi implementado um esquema de teste em rede real, onde foi emulado um circuito para três unidades diferentes da FA. Nenhum dos testes em rede real cumpriu as recomendações existentes relativamente a erros. Da análise dos resultados conclui-se que a presença de erros está associada às contínuas variações do atraso, sendo estes mais evidentes com variações bruscas do atraso.

Com a análise da distribuição dos eventos de erro ao longo do teste, foi possível verificar que o não cumprimento da norma está relacionado com a inexistência de qualquer tipo de QoS na rede da FA. Verificou-se que em períodos de maior sobrecarga da rede, onde são visíveis maiores variações de atraso, existe maior probabilidade da ocorrência de erros. Por outro lado, em períodos de menor utilização da rede a probabilidade de ocorrência de erros diminui consideravelmente, cumprindo a norma. Contudo, considerando o período total do teste (um dia), o período de maior utilização da rede faz com que a norma não seja cumprida na totalidade do teste, uma vez que a grande presença de erros verificado neste período, tem maior influência

no valor final. Se a rede tivesse implementado regras de QoS seria possível atenuar o e, como consequência, diminuir a presença de erros durante o período de teste.

O objetivo final do trabalho foi cumprido, com a análise da necessidade de modernização dos sistemas atuais operados pela FA. A abordagem ao conceito CES, como solução de migração, mostrou ser uma opção interessante, apesar de no caso específico da FA estar dependente de uma implementação de mecanismos de QoS.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kurose, James F., Ross Keith W. (2013):**Computer Networking - A Top-Down Approach**, Pearson
- Pires, João. J. O. (2006): **Sistemas e Redes de Telecomunicações**, Lisboa, Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa.
- Tanunbaum, A. S. , Wetherall, D. J. (2010): **Computer Network**, 5th Edition Editora Campus.
- Dunsmore, D. T. S. (2003):**Telecommunications Technologies Reference**,: Cisco Press,. Indianapolis, USA.
- Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union (ITU-T) (2004):Series Y: Global information infrastructure, Internet protocol aspects and next-generation networks, **Recommendation Y.2001: General overview of NGN.**
- Request for Comments 3985: Pseudo Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3) Architectura**
- Request for Comments 3916: Requirements for Pseudo-Wire Emulation Edge-to-Edge (PWE3)**
- Request for Comments 4197: Requirements for Edge-to-Edge Emulation of TDM Circuits over Packet Switching Networks**
- Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union (ITU-T):**Recommendation G.703: Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces.**
- Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union (ITU-T) (2002)Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks, **Recommendation G.826: End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections.**
- European Organisation for Civil Aviation Equipment (EUROCAE) (2009):**ED-138 - Network Requirements and Performance for Voice over Internet Protocol (VOIP) Air Traffic Management (ATM) Systems.**
- Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union (ITU-T) (1992):Series O: Specifications of measuring equipment, **Recommendation O.150: Digital test patterns for performance measurements on digital transmission equipment.**
- Telecommunication Standardization Sector of International Telecommunication Union (ITU-T) (2003):Series G: Transmission Systems and Media, Digital Systems and Networks, **Recommendation G.827: Availability performance parameters and objectives for end-to-end international constant bit-rate digital paths.**



# **Estudo e Desenvolvimento de Metodologias de Cumprimento de Requisitos de Certificação Aeronáutica de um Piloto Automático para um UAV**



Autor: José Viana, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar  
na Especialidade de Engenharia Eletrotécnica  
Academia da Força Aérea, Sintra

Orientador: Professor Doutor Pedro Encarnação  
Doutor em Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
Universidade Católica Portuguesa, Lisboa

Coorientadores: João Simões, Major Engenheiro Eletrotécnico  
Ricardo Machado, Capitão Engenheiro Aeronáutico  
Direção de Engenharia e Programas, Força Aérea, Alfragide

**Resumo.** Os sistemas de aeronaves não tripuladas, também conhecidos por *Unmanned Aircraft Systems* (UAS), têm sofrido uma rápida evolução ao longo dos últimos anos. A capacidade de utilizar sistemas que podem apresentar características como elevada portabilidade, baixo custo, possibilidade de seguimento de alvos e recolha de imagens aéreas, sem a necessidade de um piloto a bordo da aeronave, motivou a rápida expansão e interesse de utilização destes sistemas, com um elevado número de aplicações.

Apesar de poderem apresentar objetivos de aplicação diferentes, a operação de UAS civis e militares não deve representar um risco adicional para pessoas e bens materiais. As aplicações em cenário de guerra têm permitido que os UAS militares tenham vindo a ser desenvolvidos e testados em condições de operação próximas das experimentadas por aeronaves convencionais, tendo atingido algum grau de maturação. No entanto, e quanto aos UAS civis, à data estes apenas podem ser operados em espaço aéreo segregado, pretendendo-se que no futuro estes possam partilhar o espaço aéreo com outras aeronaves, de forma controlada e segura. Torna-se assim necessário que estes sistemas respeitem os requisitos de aeronavegabilidade que têm vindo a acompanhar a aviação ao longo de décadas, garantindo a operação segura no espaço aéreo.

As normas existentes foram desenvolvidas para aeronaves tripuladas, sendo necessário a devida adaptação para que sejam aplicáveis aos UAS. Nesta dissertação analisaram-se as normas para aeronaves tripuladas e não-tripuladas, emitidas pelos diferentes organismos reguladores. Sendo o objeto de estudo um sistema de piloto-automático para um UAS, focou-se o levantamento dos requisitos aos aplicáveis ao *design* deste sistema, tendo em vista a sua certificação.

Fruto de uma parceria com a UAVision e com a finalidade de apoiar o desenvolvimento de um projeto de um sistema de piloto-automático certificável, analisou-se o Pixhawk PX4, um sistema *open-source*, face aos requisitos identificados. O novo sistema de piloto-automático da UAVision irá ser capaz de incorporar o Pixhawk PX4, sendo propostas algumas alterações, melhorias e estratégias de mitigação de riscos, para a obtenção de um sistema mais seguro.

**Palavras-chave:** aeronavegabilidade, piloto-automático, UAS

## 1. INTRODUÇÃO

Neste momento encontram-se disponíveis no mercado os mais diversos tipos de UAS, alguns dos quais acessíveis ao público em geral. Este fenómeno de crescente interesse tem vindo a introduzir, no espaço aéreo, vários equipamentos alheios às normas e recomendações existentes para as aeronaves tripuladas.

Dada a inexistência de normas para UAS a nível nacional e a sua escassez a nível internacional e tendo ainda em conta que a segurança constitui uma prioridade na aviação, é necessário que a introdução dos UAS obedeça a alguns princípios e normas, para que seja feita de forma sustentada, garantindo uma partilha do espaço aéreo com padrões aceitáveis.

## 1.1. Motivação

Um dos fatores de risco que tem atrasado a integração dos UAS em espaço aéreo não segregado é o elevado grau de autonomia exigido a estes sistemas, motivado pela ausência de um piloto humano a bordo que, numa aeronave convencional, assegura a maior parte senão a totalidade da gestão do voo em condições de segurança e em casos limite, a condução da aeronave durante as situações de risco.

Um dos sistemas instalados a bordo que ocupa um papel central na gestão do voo nas aeronaves em utilização hoje em dia é o piloto automático. Na utilização convencional, o seu papel principal é o de facilitador da gestão do voo: associado a um Sistema de Gestão de Voo (*Flight Management System* – FMS) ou isoladamente, o piloto automático regula alguns dos parâmetros de voo como sejam a altitude, velocidade, rumo e razões de subida/descida. Neste contexto e apesar de a sua utilização contribuir para uma gestão mais controlada e fina do voo, promovendo a segurança de operação, esta não é a sua principal finalidade, uma vez que é responsabilidade última da tripulação a bordo a condução em segurança do voo e a resolução das situações de risco.

No contexto da operação de UAS, a condução em segurança do voo, contando ou não com o apoio e controlo indireto de uma estação de terra com maior ou menor grau de capacidade de intervenção sobre a trajetória de voo, depende em última análise da robustez e autonomia do equipamento de controlo automático de voo instalado a bordo, equivalente ao piloto automático. A circunstância de não existir um piloto a bordo leva a um aumento da exigência de desempenho do piloto automático instalado a bordo de um UAV, pois requer a existência de mecanismos e processos de salvaguarda da segurança do voo, normalmente inexistentes ou não tão desenvolvidos em pilotos automáticos convencionais.

Desta forma, a necessidade dessas salvaguardas, leva a que durante o desenvolvimento deste tipo de equipamentos sejam tidos em conta requisitos adicionais, alguns necessariamente distintos, outros diferentes em termos de exigência, quando comparados com o projeto de um piloto automático convencional.

## 1.2. Objetivos

O objetivo último do estudo de requisitos para o projeto de sistemas de piloto-automático para um UAS é o desenvolvimento de processos de certificação para estes sistemas, com vista à integração de aeronaves não tripuladas em espaço aéreo partilhado, mantendo os elevados padrões de segurança da aviação. De facto, ao contrário do verificado em aeronaves convencionais e tripuladas, não existe ainda um quadro regulamentar que indique quais os requisitos para a certificação de um sistema de piloto-automático para um UAS.

Neste contexto, o objetivo desta dissertação é efetuar o levantamento e análise das normas existentes e respetivos *Acceptable Means of Compliance* (AMC), para cumprimento de

requisitos de certificação de UAS, nomeadamente um piloto automático, bem como, desenvolver metodologias de cumprimento dos requisitos que originem um produto certificável. Dada a escassez de normas para UAS, este levantamento deveria incluir também normas para aeronaves tripuladas, nos casos em que os sistemas sejam equivalentes, a nível de dimensões ou complexidade. Por outro lado, é importante perceber a origem de determinadas normas da aviação convencional, importando esses princípios no desenvolvimento de requisitos para UAS.

Dada a existência de uma parceria com uma entidade civil – a UAVision, com capacidade de produção de sistemas de piloto-automático para UAS, confrontou-se um dos produtos usados pela UAVision com os requisitos levantados no sentido de estudar quais as medidas a tomar por forma a aproximar esse produto de um sistema certificável.

### 1.3. Metodologia

Numa primeira abordagem começou-se por avaliar o estado da arte no que se refere a tecnologia existente de pilotos automáticos, quer no campo da aviação geral, quer no campo específico dos sistemas de UAV, passando-se à identificação e análise dos diversos requisitos de certificação exigidos para este tipo de sistemas, nomeadamente a legislação vigente e em preparação.

Com a parceria da UAVision, iniciou-se o estudo e avaliação do modelo de piloto automático disponibilizado para este trabalho em particular, explanando as suas características e principalmente os seus desvios funcionais face ao exigido pelo processo de certificação. Dado o estado embrionário do futuro sistema de piloto-automático da UAVision, foi abordado um sistema *open-source*, que virá fazer parte integrante deste novo produto. Com isto, foram propostas e desenvolvidas estratégias e metodologias de modificação dos processos e objetos relativos ao projeto do piloto automático, conducentes à satisfação, completa ou parcial, dos requisitos definidos na legislação de certificação vigente e em preparação.

Foram ainda identificados aspetos funcionais a desenvolver, avaliando o seu impacto e recolhendo informação de suporte a potenciais modificações, alterações de configuração ou modos de funcionamento e de operação do UAV. Finalmente foram desenvolvidas estratégias de controlo e mitigação de riscos que, na impossibilidade de controlar todas as condições de operação, podem ainda permitir uma operação controlada e segura.

## 2. DEFINIÇÃO DE CONCEITOS

De forma a compreender os requisitos vigentes nas normas para aeronavegabilidade é necessário compreender alguns conceitos base subjacentes ao tema em estudo.

## 2.1. *Unmanned Aircraft System (UAS)*

O UAS, também designado por *Remotely Piloted Aircraft System (RPAS)* é todo o sistema que permite a operação de um *unmanned aerial vehicle (UAV)*, englobando vários sistemas como o próprio UAV, a sua capacidade de navegação e equipamentos aerotransportados, a *ground control station (GCS)* e respetivo canal de comunicação com o UAV, o sistema de lançamento e recuperação do UAV e outras interfaces (CAA, CAP 722, Civil Aviation Authority, 2012; Austin, Reg, “Unmanned Aircraft Systems”, Wiley, 2010).

## 2.2. Aeronavegabilidade

A aeronavegabilidade é definida na alínea c) do Artigo 3.º da Autoridade Aero-náutica Nacional, “Regulamento n.º 539/2014 - Regulamento de Base em Matéria de Aeronavegabilidade no Âmbito da Defesa Nacional,” Autoridade Aeronáutica Nacional, de 2014, como “*a capacidade de uma aeronave ou outro equipamento a bordo ou de um sistema de operarem em voo e no solo, sem risco significativo para a tripulação, a tripulação de solo, os passageiros (caso aplicável) ou a terceiros*”. Esta definição insere-se no âmbito militar da aviação, podendo encontrar-se uma definição para aeronavegabilidade no âmbito civil em Florio (2006), que diz que “*para uma aeronave, ou componente duma aeronave, aeronavegabilidade é a posse dos requisitos necessários para o voo em condições seguras, dentro de limites aceitáveis*”.

De forma a minimizar a probabilidade de acidentes ou incidentes aéreos e, consequentemente, os riscos e eventuais danos ambientais, materiais e humanos que possam daí advir, as normas e padrões de segurança exigem que todas as aeronaves possuam certificado de aeronavegabilidade, que são renovados periodicamente de cada vez que uma aeronave é inspecionada ou uma Licença Especial de Aeronavegabilidade (LEA), que consiste numa autorização de voo temporária de acordo com o Regulamento n.º 539/2014 - Regulamento de Base em Matéria de Aeronavegabilidade no Âmbito da Defesa Nacional de 2014. Caso uma aeronave seja alvo de uma modificação ou alteração, estas devem ser alvo de aprovação, garantindo que os padrões de segurança da mesma não se degradam.

## 2.3. Diferentes organismos de referência e seu âmbito

Todas as exigências ao nível da conceção, construção e operação continuada de aeronaves e dispositivos aerotransportados resultam de normas, regulamentos e recomendações emanadas pelas autoridades aeronáuticas de diferentes Estados. Estas autoridades são ainda responsáveis por garantir que as normas ratificadas e publicadas são cumpridas.

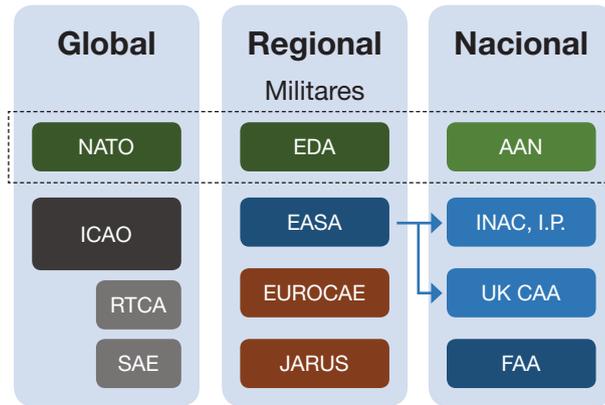


Figura 2.1 - Relação entre as diversas entidades aéreas reguladoras

Na Figura 2.1 podem ver-se algumas das entidades aéreas reguladoras com maior relevância. A *International Civil Aviation Organization* (ICAO), uma agência especializada das Nações Unidas é, de todas estas organizações, a que apresenta o maior número de Estados-participantes, assumindo um caráter internacional. A legislação emanada pela ICAO acaba por ser mais básica e genérica, de forma a poder ser adotada e trabalhada por todos os estados membros. Surgem depois outras organizações com diferentes âmbitos, que aceitam e fazem por cumprir as normas e princípios documentados pela ICAO. Ainda com reconhecimento global podemos encontrar a *Radio Technical Commission for Aeronautics* (RTCA) e a *Society of Automotive Engineers* (SAE), organismos que estabelecem normas e requisitos no seio da indústria.

A EASA é a agência reguladora europeia para a aeronavegabilidade, estando diretamente relacionada com a União Europeia, adotando as normas da ICAO e impondo normas aos Estados-membro através dos respetivos organismos reguladores nacionais, como a *UK Civil Aviation Authority* (UK CAA) e o Instituto Nacional de Aviação Civil, I.P. (INAC I.P.) Além destes organismos, existem outras organizações de caráter regional que emanam documentação, como a *European Organisation for Civil Aviation Equipmen* (EUROCAE) e a *Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems* (JARUS). Nestes dois casos, os princípios da ICAO e sempre que aplicáveis continuam a ser respeitados, não existindo uma dependência hierárquica direta entre estas e outras organizações, sendo as normas publicadas propostas para adoção dos membros contratantes.

No âmbito militar, são de particular interesse para este estudo a *Northern Atlantic Treaty Organization* (NATO), da qual são fazem parte alguns Estados europeus e norte-americanos, a *European Defense Agency* (EDA), uma entidade que regula paralelamente à EASA, no âmbito da defesa Europeia e que engloba a aviação militar; e ainda a *Autoridade Aeronáutica Nacional* (AAN), responsável pela aviação militar nacional e funcionando paralelamente ao INAC, I.P.

Apesar de não existir uma relação hierárquica que force uma dependência entre todos estes organismos, existe um reconhecimento mútuo entre as organizações, baseado na experiência

e resultados obtidos ao longo do tempo, o que permite a adoção das diversas normas e recomendações e/ou aceitação de equipamentos e aeronaves que respeitem estes princípios. Nesta secção irão ser abordados todos estes organismos e respetivo âmbito.

## 2.4. O UAV

O UAV é uma aeronave que se pretende operar sem que haja um piloto a bordo da mesma. Esta aeronave deve ser operável de acordo com as seguintes premissas:

- a) Manter voo sustentado segundo os princípios da aerodinâmica;
- b) Ser pilotada remotamente ou capaz de voo autónomo;
- c) Ser reutilizável;
- d) Não ser classificada como uma arma teleguiada ou um dispositivo *one shot* para transporte de munições (JAPCC, 2010).

Relativamente aos UAV, estes podem ser divididos por classes ou categorias, de acordo com as suas características físicas e grau de autonomia. Segundo a NATO, a classificação para UAS militares é feita de acordo com a Tabela 2.1. Em caso de conflito entre classes, o fator determinante para a classificação é o peso máximo à descolagem (NATO, 2009).

**Tabela 2.1** - Classificação NATO de UAS (adaptado de (NATO, 2009; NATO, 2014; JARUS, 2014),

Classe	Categoria NATO	Altitude de Operação	Raio de Ação	Entidade Reguladora
Classe I <150 kg	Small	<5000 ft AGL	50 km (LOS)	Normas de certificação NATO (STANAG 4703)
	Mini	<3000 ft AGL	25 km (LOS)	
	Micro	<200 ft AGL	5 km (LOS)	
Classe II 150-600 kg	Tactical	<10000 ft AGL	200 km (LOS)	Normas de certificação NATO (STANAG 4671)
Classe III >600 kg	Strike/Combat	<65000 ft	Ilimitado (BLOS)	
	HALE	<65000 ft	Ilimitado (BLOS)	
	MALE	<45000 ft MSL	Ilimitado (BLOS)	

No caso dos UAS civis e à data de publicação desta dissertação, a classificação apenas tem em conta a massa das aeronaves, sendo a classificação vigente a que se apresenta na Tabela 2.2. É de notar que se prevê que a massa que distingue um *small* UAS de um *light* UAS seja alterada de 20 para 25 kg.

**Tabela 2.2** - Classificação civil de UAV (JAPCC, 2010)

Grupo de Classificação por peso	Categoria Civil	Massa	Entidade Reguladora
1	Small Unmanned Aircraft	<20 kg	Nacional
2	Light UAS	20-150 kg	Nacional
3	UAS	>150 kg	EASA (Nacional para aeronaves de Estado)

Um UAV pode ser relativamente pequeno e apresentar um grau de complexidade bastante elevado, pelo que uma análise para segurança de voo não pode ter em conta apenas a classificação das aeronaves de acordo com as suas dimensões e peso e, portanto, além da categorização existente, aplicável aos UAS, deve ainda ser feita uma classificação segundo níveis de complexidade, identificados na Tabela 2.3 (EASA, 2012).

**Tabela 2.3** - Classificação de UAS por níveis de complexidade segundo a EASA (adaptado de (EASA, 2012))

Complexidade	Caraterísticas	Utilização de <i>software/hardware</i>
<b>Nível I</b>	Tecnologia convencional para comando e controlo. O piloto tem controlo da aeronave em todas as fases de voo e a integridade do <i>link</i> de comunicações é fundamental.	Bastante limitada. A complexidade é comparável à de um aeromodelo.
<b>Nível II</b>	Utilização de sistemas embebidos para aliviar a carga de trabalho do piloto. Capacidade de sobreposição manual permanente.	Superior a nível I. A necessária para permitir funções automáticas com autoridade limitada.
<b>Nível III</b>	Os sistemas de controlo têm autoridade total na gestão de voo do RPAS. Permite sobreposição manual, excetuando-se os casos em que se comprova que a probabilidade de falha é extremamente baixa.	Bastante extensiva. Utilização de sistemas com capacidade para tomada de decisão.
<b>Nível IV</b>	UAS completamente autónomo. Categoria não abrangida pela ICAO.	Superior a nível III. Elevada redundância e robustez.

## 2.5. O sistema de piloto-automático

O piloto-automático é um sistema que permite que um piloto se concentre no estado geral da aeronave e do voo, encarregando-se de desempenhar várias tarefas no processo de controlo e guiamento da aeronave. Quando instalado em aeronaves tripuladas convencionais, o sistema de piloto-automático, também conhecido como sistema de guiamento de voo (*Flight Guidance System*), é tipicamente um subsistema do sistema de gestão de voo (*Flight Management System* – FMS). Os parâmetros e plano de voo são normalmente introduzidos no sistema de gestão de voo, que por sua vez envia os comandos de guiamento para o sistema de piloto-automático, permitindo a navegação e controlo de velocidade automáticos (EASA, 2005).

Abordando um sistema de piloto-automático de uma aeronave autónoma, o objetivo de ser providenciada navegação e controlo automático de parâmetros de voo mantém-se mas o conceito é ligeiramente diferente. No caso de UAS de pequenas dimensões (MTOW inferior a 25 kg), por restrições de peso e volume, a função de piloto automático aglomera as funções que lhe são atribuídas em aeronaves convencionais com as funções de um FMS e outras que lhe permitam ter um maior grau de autonomia, detetar e evitar obstáculos pré-programados e ainda comunicar com o solo. Pretende-se a instalação de um sistema com

complexidade funcional superior, mas com uma arquitetura simples e robusta, importando assim ter em conta o nível de autonomia pretendido e a classe de UAS onde se pretende instalar. Assim, analogamente a uma aeronave tripulada, o piloto-automático pode ter desde funções mais simples como o aumento de estabilidade até funções mais complexas que permitam o controlo de trajetória, potência, altitude, velocidade, aproximação a aeródromos, entre outras.

### 3. DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO PARA UM PILOTO-AUTOMÁTICO

No desenvolvimento de um sistema de piloto-automático para uma aeronave de asa-fixa, existem normas e recomendações a ter em consideração. A nível europeu podemos encontrar os requisitos para aeronaves convencionais de asa-fixa nas CS-VLA, CS-23 e CS-25, no entanto e dado tratar-se de um sistema para um UAS, estas normas não contém toda a informação pretendida, sendo necessário recorrer a outros documentos, tais como a EASA A-NPA 16-2005; EASA E.Y013-01; JARUS AMC RPAS.1309; CS-LURS; UK CAA CAP 722 ou ainda FAA Order 8130.34C.

#### 3.1. Normas de referência

Os organismos referidos na secção 2.3 emanaram já um conjunto de normas e princípios básicos para UAS e aeronaves tripuladas que devem ser tidos em conta, de forma a melhor perceber que critérios devem respeitar os componentes de uma aeronave não tripulada. Em primeiro lugar deve atender-se aos princípios basilares na produção de documentação de organizações como a ICAO, FAA e EASA, cuja filosofia visa alcançar o nível máximo possível de segurança, estabelecendo normas e recomendações da forma mais uniforme possível, deixando pouca margem para erros e conflitos entre diferentes estados e fabricantes. Além disso deve atender-se ao facto de um UAV ser uma aeronave, que está a ser introduzida num espaço aéreo onde outras aeronaves operavam anteriormente, obedecendo a normas e recomendações, devendo o UAV ser capaz de se ajustar de forma a respeitar os procedimentos vigentes (JAPCC, 2010). Por último e dada a ausência de um operador a bordo da aeronave, existe um risco acrescido no caso de falha, devendo ser tomadas algumas medidas além das já existentes.

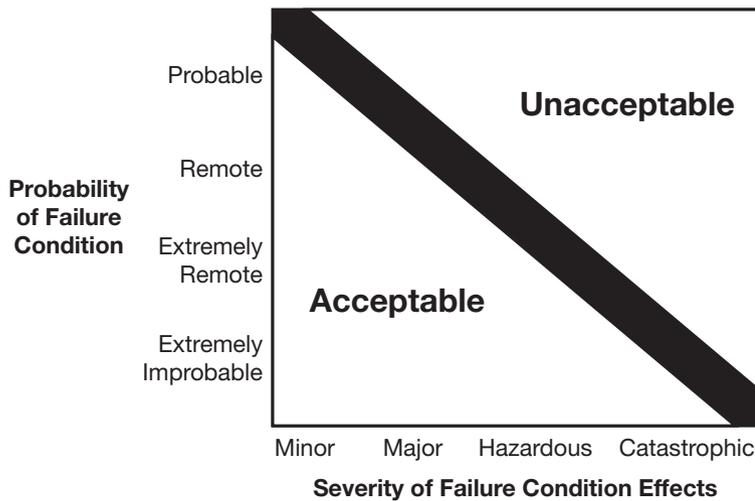
De acordo com a A-NPA 16-2005, considera-se que a obtenção de um certificado tipo para um UAS parte da seleção de especificações de certificação para uma aeronave tripulada. Esta seleção pode ser feita a partir de dois métodos (Pixhawk, 2015):

- Um baseado em considerações de energia cinética;
- Um baseado na definição de objetivos para a segurança.

Segundo o primeiro método, considera-se que a capacidade de uma aeronave de atingir terceiros é proporcional à sua energia cinética, sendo que um UAV é comparável a uma aeronave com a mesma energia cinética.

Quanto a matéria de certificação é passível de ser utilizada uma de duas abordagens (Pihawk, 2015) :

1. Abordagem convencional: nesta abordagem, utilizada na certificação de aeronaves civis tripuladas, são implementados códigos de aeronavegabilidade definidos, como as CS do sistema EASA. Esta é uma abordagem baseada na experiência acumulada ao longo do tempo, cuja concordância com os requisitos garante a obtenção de um certificado-tipo.
2. Abordagem *Safety Target*: esta abordagem é um conceito mais recente e visa alcançar um objetivo geral de segurança. Deste modo é aplicada uma metodologia de cima para baixo, focada nos aspetos críticos de segurança, que podem afetar o alcance dos objetivos. Os perigos potenciais podem ser atribuídos a combinações de requisitos de *design* e operação, permitindo que incertezas relativas a aeronavegabilidade sejam controladas pela limitação da operação. A vantagem desta abordagem é a maior concentração em riscos-chave, não estando restringida pela necessidade de compilar e seguir uma série de códigos de aeronavegabilidade que compreendem todos os aspetos de *design* para missões que podem estar fora do âmbito de operação. O cumprimento de requisitos essenciais contidos na regulamentação base da EASA pode limitar a utilização desta abordagem, pela exigência de cumprimento destas normas.



**Figura 3.1** - Relação entre a probabilidade de ocorrência de uma condição de falha e severidade dos efeitos causados (EASA, 2005)

Tendo em vista o alcance de um objetivo de segurança, pode ser estabelecida uma relação entre a probabilidade de ocorrência de condições de falha e os efeitos causados por esta em que, tal como o indicado na Figura 3.1.

## 4. DESENVOLVIMENTO DO NOVO SISTEMA DE PILOTO-AUTOMÁTICO DA UAVISION

A UAVision está a preparar o desenvolvimento de um novo sistema de piloto-automático, que vem substituir um sistema atualmente em utilização e que possibilitará a implementação do Pixhawk PX4, tornando pertinente o estudo e análise deste sistema. Com este novo sistema pretende-se melhorar as funcionalidades do UAS, aumentar o seu grau de segurança e, sobretudo, aproximar o piloto-automático de um sistema certificável.

### 4.1 Arquitetura do Pixhawk PX4

O Pixhawk PX4 é um sistema de piloto-automático que possui alguma robustez sendo que, tal como se pode ver na Figura 4.1, apresenta entradas e saídas de dados digitais, tendo ainda a capacidade de comunicar por CAN e tendo na sua composição dois microcontroladores, um principal e um secundário e de emergência, o que lhe confere alguma redundância. Outra característica importante do *Pixhawk* é o seu *design* modular, apresentado na Figura 4.2, simplificando o desenvolvimento de aplicações e limitando a propagação de falhas e erros (Pixhawk, 2011).

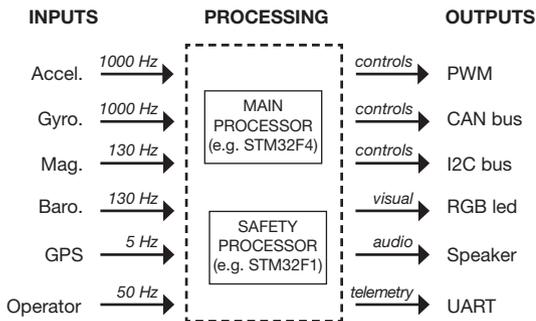


Figura 4.1 - Ligações de dados ao Pixhawk PX4 (Fonseca, 2011)

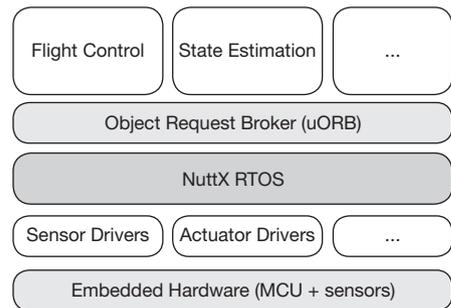


Figura 4.2 - Arquitetura modular do Pixhawk PX4 (Fonseca, 2011)

### 4.2. Considerações de segurança do sistema

Uma das características visíveis neste sistema é o facto de quase toda a comunicação ser digital, o que é de todo desejável, incluindo ainda a capacidade de comunicar por CAN. A comunicação digital tem várias vantagens face à comunicação analógica, sendo menos suscetível ao ruído e a erros, o que a torna mais íntegra e robusta, minimizando a ocorrência de falhas e avarias. Uma forma de combater os efeitos das falhas é através da implementação de sistemas redundantes, permitindo que na falha de algum elemento, um elemento ou sistema equivalente assumam a função pretendida e anule o efeito da falha existente.

Existem várias metodologias de implementar redundância, sendo as estratégias mais comuns os sistemas de dupla redundância, em que um dos sistemas entra em funcionamento perante a falha do outro, ou a existência de múltiplos sistemas, em número

ímpar e com um sistema de votação, que selecione um sistema que esteja a funcionar devidamente. A primeira metodologia permite a continuação da operação perante a falha de um equipamento, deixando no entanto de existir redundância e, ao longo da operação e mediante o funcionamento divergente de um dos equipamentos, não é possível perceber de imediato qual está com anomalias. O segundo sistema, como compara dados de equipamentos semelhantes e em número ímpar, consegue de imediato perceber se um equipamento está com dados divergentes, anulando-o ou reiniciando-o. Caso um dos equipamentos falhe, o sistema de votação pode ficar comprometido, continuando no entanto a existir redundância.

O Pixhawk PX4 apresenta um processador principal e um microcontrolador secundário, tendo capacidade de continuar a ser operado mediante a falha de um dos microcontroladores, apesar da redução das suas capacidades. Uma característica importante aqui considerada é a ligação do canal de comunicações aos microcontroladores. Esta ligação tem dupla redundância, com um canal bidirecional para o controlador principal e um canal emissor para o controlador secundário, que apenas consegue receber informação e tem um alcance inferior. Isto permite operar o UAS perante a falha de um dos canais de comunicação e ainda que, em condições normais, os dois microcontroladores comparem a informação recebida, aferindo o estado de funcionamento de ambos e dos canais, podendo a informação ser enviada para a GCS apenas através do microprocessador principal.

Existem no entanto algumas situações em que, na utilização de apenas um Pixhawk PX4, não existe redundância e o impacto de uma falha pode ser desastroso. Estes casos prendem-se essencialmente com a falta de redundância no fornecimento de dados dos sensores, como a informação de GPS, IMU ou magnetómetro e o armazenamento de dados através dum cartão SD.

#### 4.2.1 Robustez de software

As considerações para a *design* de *software* de sistemas aerotransportados são extensas, sendo o documento de referência na implementação das mesmas a DO-178B – *Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*. A adoção das normas e princípios contemplados na DO-178B permite a certificação do *software* implementado no UAS, garantindo um determinado nível de segurança.

#### 4.2.2 Robustez de hardware

Foi já abordada a questão da redundância dos controladores no sistema de piloto-automático, admitindo-se a possibilidade de continuar a operar o UAS mediante uma falha no microcontrolador principal. Neste caso, deve ser fornecida através do canal CAN, pelo menos informação do tubo de *pitot*, magnetómetro e IMU, de forma a possibilitar uma estimação da posição com um grau de precisão aceitável e proceder à recuperação do UAV.

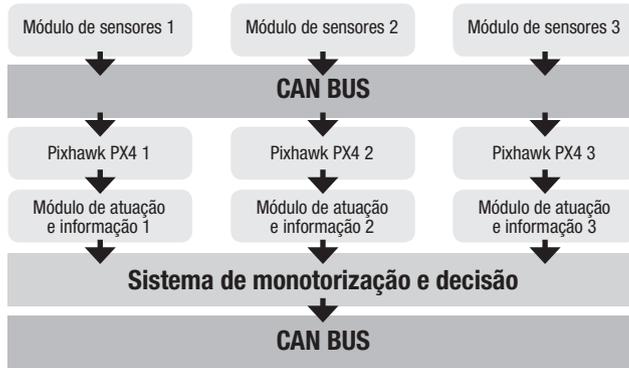


Figura 4.3 - Arquitetura sugerida para funcionamento do Pixhawk PX4

Na solução apresentada na Figura 4.3 propõe-se um sistema de tripla redundância com a instalação de três Pixhawk PX4 idênticos, com fontes de informação independentes, de forma a minimizar erros ou falhas de leitura dos sensores. Os sensores de inércia (IMU) e magnetómetro devem ser independentes e diferentes.

É fundamental a implementação de um sistema de votação, um sistema crítico, pelo qual passa todo o processo de tomada de decisão no UAV, tornando-se necessário garantir a robustez do mesmo e, sobretudo, garantir que a falha deste não compromete o voo seguro do UAV. Este sistema de votação deve assim ser um sistema simples, que apenas compara os dados à saída dos Pixhawk PX4 e seleciona qual dos três se encontra em funcionamento. Caso o sistema de votação falhe, o piloto automático pré-selecionado deve continuar em funcionamento e com autoridade sobre o UAV, devendo existir capacidade de detetar a avaria e de a transmitir ao operador na GCS.

### 4.3. Condições de voo anómalas

Nas operações em voo a bordo de uma aeronave tripulada podem ocorrer perturbações atmosféricas ou ações nos comandos que levem a situações de voo anómalas. Caso a aeronave esteja equipada e a operar em piloto automático podem ser dados alarmes ou até mesmo ser feita a passagem para modo manual, com as devidas contingências. No entanto, mesmo quando a operação é feita em modo automático, existe um piloto a bordo responsável por fazer a monitorização dos sistemas e perceber se tudo se encontra em condições normais.

Os sistemas de piloto-automático não têm previsto nas suas funcionalidades a recuperação da perda sendo que, tipicamente, é emitido um alarme devidamente identificado da aproximação de perda, sendo feita uma passagem para modo manual para que o piloto recupere desta condição anómala. Seria assim adequado implementar um modo de recuperação de perda.

No caso de uma *vrille* ocorrer numa aeronave tripulada, o procedimento de recuperação está bem definido e é feito sempre em modo manual, não existindo qualquer intervenção positiva do piloto-automático. No caso de um UAV seria adequado implementar um procedimento automatizado para a recuperação de uma *vrille*.

#### 4.4. Controlo e mitigação de riscos

Em aplicações em linha de vista e em locais onde claramente não existam riscos para terceiros as características do PX4 podem ser consideradas satisfatórias do ponto de vista da segurança, no entanto podem ser feitas melhorias de forma a tornar o sistema fisicamente mais robusto, diminuindo a probabilidade de falhas e minimizando os efeitos das mesmas.

##### 4.4.1 Definição das condições de operação

Quando um equipamento aerotransportado, aeronave ou, neste âmbito, um UAS são concebidos, antes de qualquer outro processo, é necessário definir os objetivos de operação e respetivas condições. As condições de operação vão ditar a complexidade e rigor com que deverão ser desenvolvidos os sistemas. Um UAS militar, com capacidade de transporte de equipamento explosivo e de operação em condições climáticas adversas, deve garantir um nível de segurança diferente de um UAS que apenas opere no interior de edifícios e transporte equipamento de obtenção de imagens, que por sua vez será diferente de um UAS que se pretenda para desempenhar um variado número de tarefas.

##### 4.4.2 Análise de segurança de sistemas (System Safety Assessment)

O projeto e desenvolvimento de equipamentos aeronáuticos deve obedecer a uma estrutura, sendo a primeira contingência a tomar a execução de uma análise de segurança, definindo *a priori* quais os objetivos de segurança a alcançar pelo sistema. Isto permite empregar pouca atenção em elementos pouco relevantes do ponto de vista da segurança, canalizando o esforço de *design* para que sistemas mais críticos tenham menos falhas (Fonseca, 2011).

Após a definição dos objetivos de segurança a alcançar pelo sistema, é feito o esboço da arquitetura do mesmo, tendo em conta a criticidade dos componentes e subsistemas implementados. O desenvolvimento do sistema deve aqui obedecer ao ARP-4754 – *Systems Integration Requirements Guidelines; Society of Automotive Engineers Inc., 1994*. Este processo deve ainda ter em conta os requisitos de *hardware* e *software* definidos respetivamente na DO-178C/ED-12C e DO-254/ED-80, onde estão também definidos os testes para obtenção da certificação. Posteriormente é feita a validação de acordo com as respetivas CS da EASA, ou normas nacionais caso se tratem de UAV cuja categoria o permita.

##### 4.4.3 Planeamento da missão

Parte da mitigação e controlo de riscos passa por um bom planeamento da missão, identificando os riscos inerentes à utilização numa determinada área de operação, localizando locais com potencial para aterragem em caso de emergência e tomando consciência das condições e utilização do espaço aéreo.

##### 4.4.4 Áreas de recuperação de emergência

Por muito improvável que seja a ocorrência de uma falha, esta pode ocorrer e é preciso garantir que o sistema e procedimentos estão estabelecidos de forma a minimizar o impacto para pessoas

e bens. Algumas condições de falha podem comprometer a segurança e operação do UAS, sendo no entanto possível fazer a recuperação do mesmo através de procedimentos estabelecidos e sem perdas materiais. Estes procedimentos podem incluir a implementação de um modo de regresso a casa (RTH) em que o UAV regresse ao ponto de descolagem e/ou para próximo do operador para se proceder a uma aterragem de emergência, podendo ainda ser definido como destino do UAS um local que fique mais próximo e que reúna condições para uma aterragem automática de emergência, devendo este ser previamente definido na fase de planeamento da missão. Deve ainda garantir-se que o UAV tem capacidade de chegar a estes locais e de reduzir a sua inércia antes de atingir o solo, podendo ser utilizado um para-quedas para o efeito.

#### 4.4.5 Áreas proibidas

As áreas proibidas são locais cujo sobrevoo é proibido, sejam quais forem as condições. Podem ser estabelecidas algumas estratégias de forma a evitar a entrada ou aproximação destas zonas, como a incorporação de um mapa com barreiras de navegação (*geofencing*). Um mapa de *geofencing* é constituído por um conjunto de coordenadas correspondentes a locais a não sobrevoar. Estes locais podem ser áreas proibidas, áreas perigosas, áreas densamente povoadas, áreas fora da área prevista e/ou autorizada para operação ou áreas onde a operação de um UAS constitua um risco adicional para outros utilizadores do espaço aéreo. Na impossibilidade de implementação ou inexistência de um sistema de *geofencing* no sistema de gestão de voo do UAS, estas áreas devem ser consideradas no planeamento da missão, com especial foco naquelas que estejam próximo do local de operações.

## 5. CONCLUSÕES

A utilização do espaço aéreo é feita há décadas, com métodos devidamente estabelecidos, controlados e regulamentados. A introdução dos UAS neste espaço deve respeitar as premissas previamente estabelecidas, com as devidas adaptações.

É preciso ter em conta que a evolução da normalização na aviação é tipicamente lenta, por ser conservativa e por se pretender caminhar para um padrão de segurança cada vez mais restrito.

Assim, o papel destas instituições passa por encontrar um compromisso entre a evolução tecnológica e a imposição de sistemas comprovadamente robustos e seguros.

A inexistência de um quadro regulamentar com normas, práticas recomendadas e métodos aceitáveis de cumprimento (AMC) tem sido vista pela indústria como uma grande lacuna. No entanto, com a devida adaptação dos requisitos atualmente existentes, é possível que a indústria dos UAS produza equipamentos suficientemente seguros para a operação em espaço aéreo, nomeadamente sistemas de piloto-automático.

Como foi referido ao longo do trabalho, os sistemas de piloto-automático dos UAS não são como os das aeronaves convencionais, sendo que nos UAS constituem um elemento vital para a

operação segura. Estes sistemas não se limitam a manter parâmetros dados pelo FMS, mas são eles próprios o FMS, podendo ainda ter embebida a capacidade de tomada de decisão em voo.

Encontramo-nos numa fase em que a operação de UAS apenas é permitida em espaço aéreo segregado e em linha de vista. O objetivo é sair desta redoma e permitir a partilha do espaço aéreo entre as mais diversas aeronaves. Para tal é necessário começar por definir o ambiente de operação do UAS em questão, pois o sistema de piloto automático deve estar devidamente adaptado e ser capaz de prever as mais diversas condições de falha, passando a segurança da operação, em última instância, pela mitigação dos riscos.

O desenvolvimento dos sistemas de piloto-automático para UAS tem sido feito com base em características de desempenho, com capacidade de implementação de múltiplas aplicações e, se possível, com a capacidade de adaptação a diversas plataformas. Isto torna os sistemas mais complexos e falíveis, o que se opõe aos princípios vigentes na aviação. Deste modo, torna-se fundamental estabelecer *à priori* as condições e objetivos de operação do UAS.

A inovação no desenvolvimento deste estudo prendeu-se com a abstração das capacidades tecnológicas dos UAS, compreendendo e assimilando os requisitos encontrados e adaptando um sistema já existente, tendo como foco a maximização da segurança. Olhou-se assim para o piloto-automático com uma visão crítica, utilizando conceitos comuns na aviação, como a redundância, e abordando o sistema como um todo, garantindo a segurança de uma forma global.

Concluiu-se ainda que existem algumas lacunas na conceção dos UAV, nomeadamente na inclusão de sensores. Quando o elemento humano passa a atuar remotamente é excluída a perceção adquirida pelos elementos sensoriais biológicos. Não sendo possível substituir todos estes elementos, é fornecida alguma informação, que pode não ser suficiente e que quando é lida apresenta já algum atraso devido ao canal de comunicações.

Não obstante e perante a impossibilidade de incluir todos os requisitos, podem ser criadas condições específicas de operação e métodos para controlar e mitigar os riscos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EASA, "A-NPA 16-2005," European Aviation Safety Agency, Colónia, Alemanha, 2005  
 EASA, CS-25 Amendment 12, EASA, 2012  
 Florio, Filippo, "Airworthiness - An Introduction to Aircraft Certification", Oxford: Elsevier, 2006.  
 Fonseca, Agostinho, "Slides da disciplina de Sensores e Sistemas", Lisboa, 2011.  
 JARUS, "JARUS AMC RPAS.1309," EASA, 2014  
 Joint Air Power Competence Centre (JAPCC), "Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO", 2010.  
 NATO, "STANAG 4671," NATO, 2009.  
 NATO, "STANAG 4703," NATO, 2014.  
 Pixhawk, "Modules," Pixhawk, [Online]. Available: <https://pixhawk.org/modules/pixhawk>. [Acedido em 2015 Março 7].  
 Pixhawk, "Pixhawk," 28 Outubro 2014. [Online]. Available: <https://pixhawk.org/A>. d. Fonseca, Slides da disciplina de Sensores e Sistemas, Lisboa, 2011.

# O Processo de Admissão de Cadetes na Academia da Força Aérea



**Autor:** Dinis dos Santos, Alferes Aluno do Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar  
na Especialidade de Administração Aeronáutica  
Academia da Força Aérea, Sintra

**Orientador:** Professor Doutor Pedro Verga Matos  
Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa

**Coorientador:** Paulo Simões, Major Técnico de Pessoal e Apoio Administrativo  
Repartição de Pessoal da Divisão de Recursos  
do Estado-Maior da Força Aérea, Alfragide

**Resumo.** O processo de admissão de cadetes à Academia da Força Aérea (AFA) realiza-se anualmente, com o intuito de dotar a Força Aérea (FA) de recursos humanos capazes de cumprir os seus objetivos. O presente artigo propõe uma alternativa de seleção de candidatos à AFA. Deste modo, é objetivo deste trabalho munir a FA de uma ferramenta analítica e matemática, que, através de análises mais detalhadas, permitirá suportar a tomada de decisão na admissão de cadetes à AFA, por forma a fazer face às exigências da carreira militar, das funções específicas da carreira de oficial dos Quadros Permanentes e consequentemente da missão da FA. O modelo foi desenvolvido em interação com os responsáveis de cada uma das áreas descritas no presente estudo, seguindo a abordagem multicritério MACBETH e utilizando a ferramenta informática WISED.

**Palavras-chave:** Força Aérea, Academia da Força Aérea, Admissão, Análise Multicritério, MACBETH, WISED.

## 1. INTRODUÇÃO

A análise multicritério surgiu nos anos 60 como uma ferramenta de análise comparativa entre dois ou mais projetos alternativos, com vista à seleção da melhor opção, tendo em conta um conjunto de critérios que fundamentam e caracterizam as várias hipóteses.

A metodologia multicritério MACBETH, enquanto instrumento de apoio à tomada de decisão, incorpora os julgamentos dos decisores, sendo aplicada no seio empresarial e institucional em inúmeros projetos de consultoria, nomeadamente na seleção de candidatos.

O processo de seleção de candidatos tem vindo a assumir maior relevância na estratégia das organizações, porquanto visa identificar os candidatos que melhor se enquadrem no perfil de determinada função e que possuam características pessoais consideradas essenciais para o bom desempenho da mesma.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo identificar soluções alternativas a aplicar na Força Aérea (FA), através da metodologia MACBETH, no âmbito da identificação dos candidatos que possuam melhores requisitos para o cumprimento e desempenho da sua missão. A ausência de um sistema multicritério de apoio à tomada de decisão na avaliação dos candidatos a admitir aos cursos de Mestrado em Aeronáutica Militar da Academia da Força Aérea, motivou a realização deste estudo.

Pretende-se, pois, munir a FA de uma ferramenta analítica e matemática, que, através de análises mais detalhadas, permita suportar a tomada de decisão na admissão de cadetes à AFA, por forma a fazer face às exigências da carreira militar e das funções específicas da carreira de oficial dos Quadros Permanentes e, consequentemente, conduzir ao cumprimento da missão da FA.

## 2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO

### 2.1. A complexidade da decisão nas organizações

De acordo com Bana e Costa (2006a), os gestores de todo o tipo de organizações, públicas ou privadas, com ou sem fins lucrativos, confrontam-se continuamente com a difícil tarefa de alocar recursos, considerando opções concorrentes, o que requer a ponderação de custos, benefícios e riscos.

A dificuldade inerente à tomada de decisão nas organizações pode estar associada a dois factores que, segundo Bana e Costa (2006b), a caracterizam: 1) Complexidade - as grandes decisões, designadamente as de investimento, são, por regra, complexas, no sentido em que englobam um elevado esforço financeiro, bem como custos e benefícios relacionados entre si e com diferentes variações de ritmo, dificultando a identificação dos factores-chave para a tomada de decisão; 2) Incerteza - a previsão das consequências das ações tomadas revela-se um desafio, o qual poderá ser atenuado pela definição clara dos objetivos a atingir, pela recolha de informação fidedigna e completa e por uma maior organização do processo.

### 2.2. Procedimento Metodológico

O processo consultivo de análise de decisão surge, assim, como uma ferramenta destinada a estruturar e simplificar a tarefa de tomar uma decisão complexa, tão bem e tão facilmente quanto a natureza da decisão permitir. Tal análise assenta, pois, no desenvolvimento e aplicação de metodologias e técnicas de sólida base teórica (Bana e Costa, 2006b), de entre as quais se conta a teoria da utilidade esperada, a qual virá dar origem à Teoria da Utilidade com Múltiplos Atributos (MAUT). Encerrando um conjunto de métodos multicritério, baseados na Escola Americana, esta teoria valoriza um critério ou uma alternativa de acordo com a sua utilidade na decisão (Weingartner, 1977). Não obstante, é atribuída à Escola Europeia, com origem na Escola Francesa, o primeiro Método Multicritério de Análise de Decisão (MCDA) (Tchemra, 2009). Este método contribui para estruturar o problema, permitindo escolher a melhor alternativa em circunstâncias de conflito entre critérios (Esslin e Montibeller, 1998; Belton e Stewart, 2002) e possibilitando a participação e aprendizagem dos decisores ao longo da evolução do processo de decisão, pela formulação de valores e preferências inexistentes aquando do início da análise (Roy, 1996; Esslin e Moreira, 2000).

### 2.3. Metodologias Multicritério de Tomada de Decisão (MCDM)

Segundo Bramont (1996), os métodos MCDA recorrem a técnicas destinadas a: (1) identificar a melhor opção, (2) ordenar opções e (3) distinguir as possibilidades viáveis das não viáveis. Da análise dos *tradeoffs* entre objetivos, resultará a decisão, com base em metodologias multicritério de tomada de decisão (MCDM).

Na ausência de uma classificação e terminologia generalizadas (Bana e Costa, 1995), apresenta-se, de seguida, um tipo de classificação para problemas MCDM (Bramont, 1996; Massam, 1988; Pires, 2013):

- Tomada de Decisão com Múltiplos Atributos (MADM) - envolve, por regra, a utilização de parâmetros determinísticos, em que o número de opções de ações é limitado, sendo as mesmas caracterizadas por desempenhos em pontos – *scores*;
- Tomada de Decisão com Múltiplos Objetivos (MODM) - tem como base métodos de programação matemática, em que as opções de ações são definidas considerando um conjunto de critérios e/ou alternativas contínuos com restrições;
- Teoria da Utilidade com Múltiplos Atributos (MAUT) - tem implícito o conceito de utilidade esperada, com recurso a parâmetros probabilísticos;
- Teoria da Escolha Pública (PCT) - envolve a busca de meios adequados para incorporar as opiniões de grupos de pessoas, no sentido de maximizar a satisfação da coletividade (Massam, 1988).

#### 2.4. Modelos de MCDM

Os principais modelos de MCDM de acordo com Bramont (1996), Rosa (2010) e Pires (2013) são:

- Modelos envolvendo ordenação lexicográfica, onde a premissa básica é que os critérios podem ser ordenados por ordem decrescente de importância, de acordo com os seus desempenhos. Este modelo apresenta o inconveniente de não considerar todos os critérios (Bodily, 1985);
- Modelos *outranking* ou de concordância, que permitem o tratamento da incompatibilidade entre as ações, ou seja, procuram representar o caso particular de opções de ações não comparáveis (Gartner, 2001); e *fuzzy*, aplicados em situações em que o decisor não apresenta a sua estrutura de preferências bem definida;
- Modelos aditivos, considerados os mais conhecidos e utilizados em MCDM (Keeney e Raiffa, 1976).

#### 2.5. Metodologia MACBETH

O MACBETH é uma metodologia de análise de decisão que incorpora um teste de consistência dos julgamentos do decisor e que ajuda a avaliar alternativas, ao compará-las qualitativamente em termos das suas diferenças de atratividade em múltiplos critérios (Bana e Costa, de Corte e Vansnick, 2005).

O método propõe a comparação, através de um procedimento interrogatório, de apenas duas ações a cada momento de julgamento (de cariz qualitativo) das preferências do avaliador (Bana e Costa, 2008). Esta análise par a par implica que a seguinte pergunta deva ser elaborada:

*Dados os impactos  $I(a)$  e  $I(b)$  de duas ações potenciais “a” e “b” de um critério “A” segundo um ponto de vista fundamental PVF<sub>j</sub>, sendo “a” julgada mais atrativa (localmente) que “b”, a diferença de atratividade entre “a” e “b” pode ser considerada “fraca”, “forte”,...? (Bana e Costa e Vansnick, 1994).*

Seis categorias semânticas são utilizadas para distinguir estas opções: (1) “muito fraca”, (2) “fraca”, (3) “moderada”, (4) “forte”, (5) “muito forte” e (6) “extrema”, que deverão ser representadas através de intervalos numéricos disjuntos, determinados conjuntamente numa escala numérica para as opções. A origem do nome MACBETH (medir a atratividade por uma técnica de avaliação baseada em categorias) decorre, precisamente, do uso destas categorias semânticas de diferenças de atratividade.

A finalidade deste método é, pois, construir um intervalo de preferências num leque de opções, sem forçar os avaliadores a produzir representações numéricas diretas das suas próprias preferências (Bana e Costa, de Corte e Vansnick, 2003). Para o efeito, há que cumprir com as seguintes etapas: 1) avaliação intra-critério das opções, com base em julgamentos de diferença de atratividade entre as mesmas, separadamente para cada critério, dando origem a pontuações parciais para as opções nos vários critérios; 2) ponderação dos critérios, com base em julgamentos de diferença de atratividade global entre opções (hipotéticas) de referência, definidas com base nas referências locais; e 3) avaliação inter-critérios das opções, dando origem a uma pontuação global para cada uma, calculada através da soma ponderada das pontuações parciais (Bana e Costa, Angulo-meza e Oliveira, 2013).

A aplicação desta metodologia no apoio à tomada de decisão é feita nos mais diversos contextos, tendo vindo a generalizar-se o seu emprego no contexto de processos de seleção de candidatos.

## 2.6. Métodos de seleção

Posteriormente à atração de candidatos através do recrutamento, afigura-se a necessidade de selecionar os que mais se adequam à satisfação das necessidades organizacionais e que, conjuntamente, demonstrem maior probabilidade de vir a manifestar elevados desempenhos (Cunha et al., 2012).

Neste contexto, recorre-se a técnicas de seleção, as quais deverão ajudar a compreender como os candidatos, por um lado, virão a desempenhar a função e, por outro, aprenderão a desenvolver as suas capacidades e aptidões, quer para as funções de curto prazo, como as de longo prazo (Cunha et al., 2012).

De entre os métodos de seleção de candidatos contam-se os seguintes:

- Centros de avaliação – *assessment centers*: envolvem a colocação dos candidatos numa situação de trabalho simulada, com o intuito de avaliar o seu comportamento, com recurso a métodos padronizados e validados, de modo a que os avaliadores sejam capazes de prever como os participantes realizarão a função futura (Taylor, 2007);
- Dinâmica de grupo – pressupõe a observação do comportamento dos candidatos na discussão de um tema ou problema proposto, no sentido de avaliar as suas competências interpessoais e analíticas e a sua determinação, os seus estilos de gestão do conflito e as respetivas estratégias de negociação (Sackett e Lievens, 2007; Cunha et al., 2012);

- Testes de aptidão física – usados em contextos específicos, estes testes requerem a realização de determinadas provas físicas, de forma a determinar se os candidatos estão aptos a executar certas profissões com algum nível de exigência física (Pulakos, 2005);
- Entrevista – assumindo um grande peso na tomada de decisão, implica uma interação, de duração limitada, entre um ou mais entrevistadores e um candidato a um emprego, com o propósito de identificar conhecimentos, competências, aptidões e comportamentos que podem ser preditores do sucesso no cargo (Wiesner e Cronshaw, 1988);
- Recolha de referências – tratando-se de um meio eficaz de acesso a mais informação acerca do candidato (Bartram, 2000), são, em regra, solicitadas junto das antigas chefias, colegas de trabalho e amigos e representam, frequentemente, o critério que permite diferenciar candidatos em igualdade de circunstâncias (Torrington, Hall e Taylor, 2005);
- Testes de capacidades cognitivas – medem aptidões, destrezas ou capacidades, tais como o raciocínio indutivo, a fluidez verbal, a capacidade numérica, a atenção, a percepção e a memória (Salgado, Moscoso e Lado, 2006).

### **3. ENQUADRAMENTO DO OBJETO DE ESTUDO**

#### **3.1. Missão da AFA**

Nos termos do Art.2º da Portaria nº 23/2014 de 31 de Janeiro, “a AFA tem por missão formar Oficiais dos quadros permanentes (QP) da Força Aérea, habilitando-os ao exercício das funções que estatutariamente lhes são cometidas, conferindo-lhes para o efeito as competências adequadas ao cumprimento das missões específicas da Força Aérea e promovendo o desenvolvimento individual para o exercício de funções de comando, direção e chefia.”

Os cursos de mestrado integrado, ministrados na AFA, visam, assim, assegurar uma sólida formação científica em ciências de base, ciências militares e comando e liderança e englobam as seguintes especialidades: Piloto Aviador (PILAV), Administração Aeronáutica (ADMAER), Engenharia Electrotécnica (ENGEL), Engenharia Aeronáutica (ENGAER), Engenharia de Aeródromos (ENGAED) e Medicina (MED).

Anualmente é aberto concurso para admissão aos cursos de Mestrado em Aeronáutica Militar, cujas condições de admissão, trâmites e provas de seleção são divulgados por meio de Aviso (no ano de 2014 foi publicado o Aviso n.º 6701/2014 no Diário da República, 2ª série, n.º 106, de 03 de junho).

#### **3.2. Provas de Seleção (Pré-Requisitos)**

Para ser admitido na AFA, cada candidato terá de passar por diversas provas de seleção (pré-requisitos) para determinar a sua aptidão para a especialidade ou especialidades a que concorre. Os candidatos admitidos a concurso realizam: 1) Provas de Avaliação da Condição Física; 2) Prova de Avaliação de Conhecimentos em Língua Inglesa; 3) Provas de Avaliação

Psicológica; 4) Inspeções Médicas; 5) Estágio de Seleção de Voo (ESV) só para candidatos à especialidade PILAV e 6) Prova de Aptidão Militar (PAM).

Os resultados das Provas de Seleção expressam-se por «Apto» ou «Não apto» e têm caráter eliminatório. A Seriação para preenchimento das vagas da 1.<sup>a</sup> fase de candidatura ao ensino superior é realizada da seguinte forma: os candidatos aptos em todos os pré-requisitos, anteriormente descritos, são ordenados por ordem decrescente da nota de candidatura, determinada de acordo com as regras de acesso ao ensino superior, utilizando a seguinte fórmula:

$C = 0,5S + 0,5P$  onde (expressas numa escala de 0 a 200 pontos):

C – Nota de candidatura;

S – Classificação do ensino secundário, fixada nos termos das regras de acesso ao ensino superior;

P – Classificação da prova de ingresso ou, no caso de ser exigida mais do que uma prova de ingresso, a média aritmética das classificações das provas de ingresso, para as especialidades a concurso.

## 4. METODOLOGIA E SUA APLICAÇÃO

### 4.1 Planeamento da Investigação

A estruturação do modelo de análise assentou, por um lado, numa abordagem às potencialidades da ferramenta MACBETH, através de um estudo da literatura, e, por outro, num levantamento dos critérios de seleção de candidatos aplicados na AFA, por meio da realização de entrevistas semiestruturadas a elementos de várias direções e departamentos. A validação da ferramenta a aplicar fez-se com base numa segunda ronda de entrevistas, em que se aferiu os julgamentos dos decisores sobre a escala de ponderação dos vários critérios, utilizando a plataforma WISED (desenvolvida com base na Metodologia MACBETH).

### 4.2. Preparação e Recolha de dados

Através da leitura efetuada do enquadramento legislativo ao concurso para a admissão ao curso de Mestrado em Aeronáutica Militar, constata-se que este engloba um conjunto de procedimentos. Assim, realizaram-se entrevistas exploratórias com vista a encaminhar o processo de investigação no sentido da identificação de soluções alternativas à prática atualmente em vigor no âmbito da admissão de cadetes, tarefa que é exigente e complexa.

Os dados foram obtidos por meio de inquéritos e entrevistas levados a cabo em Direções, Repartições e Secções da FA envolvidos com o objeto de estudo deste trabalho. Durante o processo foi salvaguardado o anonimato dos candidatos nos dados recolhidos, tendo os critérios adoptados sido alvo de uma rigorosa seleção.

### 4.3. Avaliação da evidência

A avaliação de candidatos para a admissão ao Curso de Mestrado em Aeronáutica Militar, com destino à categoria de Oficiais dos Quadros Permanentes (QP) da Força Aérea, apresenta dois vetores orientadores, devendo ambos ser atendidos para a correta e completa avaliação das soluções:

- 1) O que é oferecido como solução. A oferta depende, desde logo, das respostas dos candidatos ao Concurso de Admissão ao Curso de Mestrado, para que sejam preenchidas as vagas conforme o Aviso de Abertura e, posteriormente, do cumprimento dos requisitos necessários à satisfação das condições de admissão, de acordo com cada especialidade.
- 2) Avaliação dos candidatos face à Missão da FA. Neste caso, a avaliação deve incidir nos aspetos em que a solução apresentada permite maximizar a execução da Missão da FA. A sua validação requer uma análise criteriosa dos parâmetros de avaliação, assim como de todos os procedimentos a efetuar, de modo a manter a avaliação uniforme ao longo das soluções. A avaliação decorrerá de forma contínua, com o objetivo de avaliar a capacidade do candidato para o exercício das funções específicas da carreira de Oficial dos QP da FA, bem como avaliar a sua adaptação à vida militar.

A construção do Modelo de Avaliação, na plataforma WISED, com base na Metodologia MACBETH fez-se, pois, atendendo aos vetores descritos, depois de recolhidos e tratados os dados.

### 4.4. Identificação e Explicação de padrões

De forma a analisar as alternativas (opções admissíveis), recorreu-se à análise multicritério utilizando o modelo aditivo ponderado MACBETH. A pontuação final da solução foi obtida através do somatório das pontuações de cada eixo.

#### 4.4.1 Definição dos critérios

Os critérios a utilizar para testar os candidatos, identificados por meio das entrevistas, são: (Cr1) Nota de Candidatura (N. Cand.), (Cr2) Estágio de Seleção de Voo (ESV), (Cr3) Prova de Aptidão Militar (PAM), (Cr4) Prova de Avaliação da Condição Física (P. Cond. Fis), (Cr5) Prova de Avaliação Psicológica (P. Psic.), (Cr6) Prova de Avaliação de Conhecimento em Língua Inglesa (P. Líng. Ing.) e (Cr7) Inspeções Médicas (Insp. Méd.). Os critérios (Cr5), (Cr6) e (Cr7) foram agregados, por terem associada uma avaliação do tipo “apto” e “não apto”. Os restantes foram, por sua vez, divididos em subcritérios e estes em elementos mais específicos (tantos quantos os que se entendem necessários para avaliar justamente os candidatos).

#### 4.4.2 Ponderação dos critérios

Tendo por base a metodologia MACBETH, foi preenchida uma matriz, com o acompanhamento do decisor, com os seus julgamentos qualitativos sobre as diferenças de atratividade entre os critérios, através das seis categorias semânticas.

**Matriz de julgamentos**

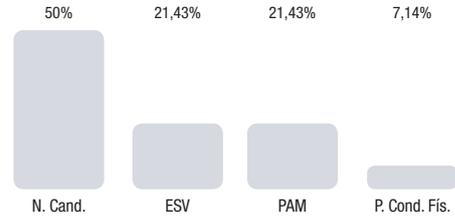
Matriz de julgamento de comparação entre cada par de critérios

	ESV	PAM	P. Cond Fis.	Neutral
N. Cand.	Forte	?	?	Extremo
	ESV	Indiferente	?	Moderado
		PAM	Franco	Moderado
			P. Cond. Fis.	Muito Fraco

**Figura 1** - Matriz de Julgamento do Modelo (PILAV)

**Lista dos Swings**

Lista dos Swings para o fator selecionado



**Figura 2** - Lista de Swings do Modelo Global (PILAV)

**Matriz de julgamentos**

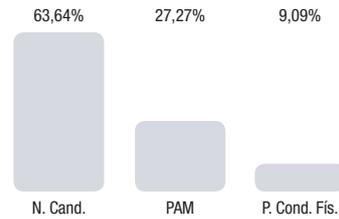
Matriz de julgamento de comparação entre cada par de critérios

	PAM	P. Cond Fis.	Neutral
N. Cand.	Forte	?	Extremo
	PAM	Franco	Moderado
		P. Cond. Fis.	Muito Fraco

**Figura 3** - Matriz de Julgamento do Modelo (restantes especialidades)

**Lista dos Swings**

Lista dos Swings para o fator selecionado



**Figura 4** - Lista de Swings do Modelo Global (restantes especialidades)

Os julgamentos obtidos e, por essa via, os fatores de ponderação, constam das Matrizes supra (Figura 1 e Figura 3), relativas, respetivamente, à especialidade de PILAV e às restantes especialidades (MED, ENGAER, ENGAED, ENGEL e ADMAER).

A ordenação em termos percentuais dos critérios em análise é apresentada graficamente por meio da “Lista de Swings” (Figura 2 e Figura 4). Verifica-se que o critério mais importante, Nota de Candidatura, tem uma ponderação aproximada de 50%, no caso da especialidade PILAV, e 63,64%, nas restantes especialidades. O critério Estágio de Seleção de Voo, aplicado apenas aos candidatos da especialidade PILAV, apresenta uma ponderação de 21,43%. A Prova de Aptidão Militar e as Provas de Avaliação da Condição Física apresentam, para os candidatos da especialidade PILAV e das restantes, respetivamente, as seguintes ponderações: 21,43% e 27,27% (para a primeira) e 7,14% e 9,09% (para as últimas).

Para todos os critérios, subcritérios e sub-subcritérios foi realizada uma Matriz de Julgamento, tendo sido obtida a ponderação de fatores apresentada na Figura 5, observando-se: 1) a azul, a ponderação percentual absoluta em relação ao objetivo e 2) a cinzento, a ponderação percentual relativa do subcritério em relação ao critério que lhe está subjacente.

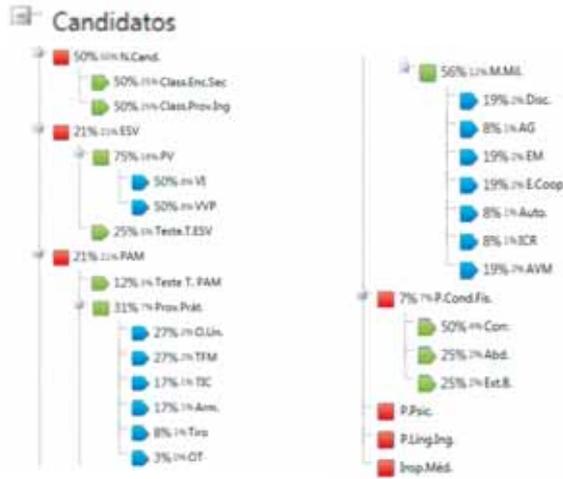


Figura 5 – Ponderação de fatores

#### 4.5. Aplicação da Metodologia

Após a avaliação de todos os sub-subcritérios, são apresentadas as ordenações decrescentes das pontuações globais, de acordo com os critérios estudados para os candidatos da especialidade PILAV e das restantes especialidades, do ano X (Figuras 6 e 7).

A numeração dos candidatos ( $C_j$ ) e dos candidatos de reserva ( $C_j$ -Res) (candidatos não admitidos mas com o resultado “apto” em todos os critérios) corresponde à ordenação dos mesmos segundo o modelo de seleção praticado atualmente, conforme explicitado no Capítulo 3. De acordo com a metodologia MACBETH, uma opção boa é aquela que apresente um valor global ponderado de 100, ou individualmente uma avaliação com nota 100 num critério específico, e uma opção neutra aquela que apresente um valor global ponderado de 0, ou individualmente uma avaliação com nota 0 num critério específico.

	N.Cand.	ESV	PAM	P. Cond. Fisc.	Total
Good	100	100	100	100	100
C1	75	65	62	45	68
C3	67	81	57	42	66
C2	69	51	54	52	61
C4	60	70	64	20	60
C5	57	58	53	55	56
C8	52	71	52	38	55
C9	52	71	49	38	54
C10	51	51	65	48	54
C7	52	63	53	25	53
C2-Res.	38	83	59	40	52
C16	43	71	64	18	52
C19	42	71	61	28	51
C13	44	68	45	68	51
C6	53	62	51	8	51
C15	44	65	56	40	51
C14	44	80	48	20	51
C3-Res.	37	72	60	45	50
C11	50	58	55	12	50
C18	42	68	47	42	49
C12	45	64	45	35	48
C1-Res.	38	56	59	35	46
C17	43	50	53	32	46
C20	39	54	55	38	46
C5-Res.	28	70	56	42	44
C4-Res.	30	68	54	32	44
Neutral	0	0	0	0	0
Weights	50%	21%	21%	7%	

Figura 6 – Tabela de pontuações (PILAV ano X)

	N.Cand.	PAM	P. Cond. Fisc.	Total
Good	100	100	100	100
C1Esp.2	80	58	48	71
C1Esp.1	80	53	10	66
C2Esp.1	78	45	38	66
C3Esp.1	77	51	22	65
C1Esp.1-Res.	72	56	40	64
C1Esp.3	68	57	50	64
C1Esp.4	56	55	48	55
C1Esp.2-Res.	57	51	40	54
C1Esp.4-Res.	54	58	25	52
C2Esp.2	58	44	25	52
C1Esp.5	52	53	38	51
C4Esp.5	44	63	50	49
C5Esp.5	42	65	48	49
C3Esp.3	42	63	25	46
C4Esp.3	39	62	38	45
C2Esp.5	44	51	32	45
C1Esp.3	42	55	32	45
C3Esp.5	44	48	40	45
C1Esp.5-Res.	42	50	48	44
C5Esp.3	38	58	32	43
C2Esp.3-Res.	36	66	22	43
C1Esp.3-Res.	38	53	42	42
C6Esp.3	38	58	15	41
C2Esp.5-Res.	40	45	32	40
Neutral	0	0	0	0
Weights	64%	27%	9%	

Figura 7 – Tabela de pontuações (restantes especialidades ano X)

#### 4.6. Análise de Sensibilidade aos ponderadores

A plataforma WISED permite comparar duas opções graficamente em termos de diferença de valor acrescentado de cada subcritério e, assim, identificar os subcritérios que mais influenciaram a hierarquização dos candidatos.

Desta forma, foi possível realizar uma análise comparativa entre o último candidato de cada especialidade que preencheria as vagas segundo a metodologia MACBETH apresentada e o candidato de reserva melhor classificado no ano X, de acordo com o modelo atualmente praticado, através da construção de “Perfis de diferenças”, os quais permitem realizar a respetiva análise de sensibilidade.

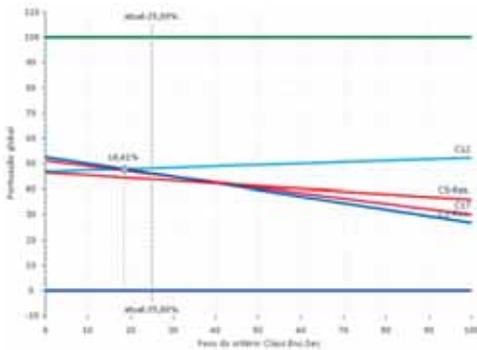


Figura 1 – Mapa de análise de sensibilidade de Cr1.1 dos candidatos da especialidade PILAV

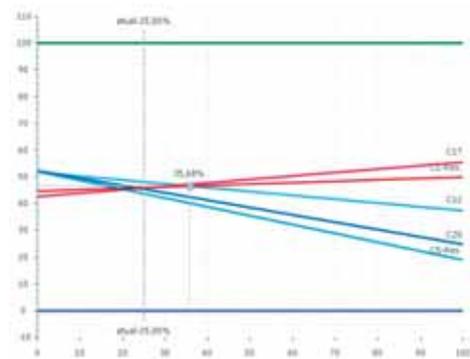


Figura 2 – Mapa de análise de sensibilidade de Cr1.2 dos candidatos da especialidade PILAV

A título de exemplo, para os candidatos da especialidade PILAV, de acordo com os critérios Classificação do Ensino Secundário (Cr1.1) e Classificação das Provas de Ingresso (Cr1.2), a opção C12 (vigésimo candidato seleccionado de acordo com a metodologia MACBETH) é melhor que a opção C1-Res apenas no primeiro caso, tendo estes dois critérios um peso de  $\cong$  25% na pontuação global. De acordo com a análise de sensibilidade, mantendo tudo o resto constante, apenas para ponderações inferiores a 18,41% e superiores a 35,68%, respetivamente para os critérios Cr1.1 e Cr1.2, a pontuação global sofreria alterações e, conseqüentemente, o preenchimento da vaga seria feito pela opção C1-Res.

#### 4.7. Coeficiente de correlação de Spearman

Posteriormente à aplicação da Metodologia MACBETH à seleção de candidatos na AFA, testou-se a sua relação com o modelo de seleção atualmente aplicado conforme explicitado no Capítulo 3.

O coeficiente de correlação de Spearman ( $\rho$ ) é uma medida de correlação não paramétrica e é utilizado para determinar a relação entre dois grupos de amostras.

Para um nível de significância  $\alpha=0.05$ , o valor da tabela de Spearman para os candidatos da especialidade PILAV do ano X é  $t_{25,0,95}=0,336$  e das restantes especialidades é  $t_{24,0,95}=0,343$ .

Os coeficientes de correlação de Spearman obtidos foram de  $\rho \cong 0,833$  e  $\rho \cong 0,944$  rejeitando-se assim a hipótese de independência das pontuações nos 2 modelos, uma vez que,  $\rho > t_{n, \alpha}$ .

## 5. CONCLUSÕES

O processo de admissão de cadetes à AFA realiza-se anualmente, com o intuito de dotar a FAP de recursos humanos capazes de cumprir os seus objetivos. As alternativas têm que ser avaliadas de uma forma eficaz em termos dos diferentes critérios, no sentido de reduzir a subjetividade dos fatores relacionados com o problema.

A aplicação da análise multicritério demonstrou ser uma metodologia de avaliação adequada à temática do presente estudo, uma vez que se baseia nos julgamentos efetuados por decisores experientes, membros da Organização FAP e, por isso, possuidores de conhecimentos vastos acerca das áreas abordadas.

Uma análise dos resultados e de sensibilidade permite conhecer quais os candidatos possuidores de maiores capacidades para o cumprimento da Missão FAP e preencher as vagas disponíveis, conforme o Aviso de Abertura do Concurso para a admissão ao curso de Mestrado em Ciências Militares Aeronáuticas.

Verificou-se nas tabelas de pontuações globais que dos 5 e dos 7 candidatos de reserva (segundo o modelo atual), do ano X, da especialidade PILAV e das restantes especialidade, respetivamente, 2 no primeiro caso e 3 no segundo preencheriam as vagas de acordo com o modelo apresentado.

O presente trabalho demonstra que é possível e vantajoso utilizar a análise multicritério no contexto militar e, assim, auxiliar o processo de tomada de decisão na admissão de cadetes à AFA. Para o efeito é essencial a recolha de informação junto de um grupo multidisciplinar de decisores, no sentido de hierarquizar de forma realista os critérios que presidirão à decisão e, por essa via, selecionar a opção que melhor se enquadra nas necessidades do decisor.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bana e Costa, C. A. (1995): **Multicriteria Decision Analysis: Esigma-Euro Special Interest Group on Multicriteria Analysis**. Jerusalem: *Euro XIV Conference*.

Bana e Costa, C. A. (2006a). **Como utilizar a metodologia MACBETH para ajudar a avaliar opções e a alocar recursos : Conceitos e casos**. *Slides de apoio do Mestrado em Administração UECE*.

Bana e Costa, C. A. (2006b). **Como melhorar a tomada de decisão nas organizações? A metodologia MACBETH : Princípios e casos reais de aplicação.** *Slides de apoio do Mestrado em Administração UECE.*

Bana e Costa, C. A. (2008). **The MACBETH Approach Method, Applications and Software** - *International Doctoral School on Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA), Data Mining and Rough Sets.*

Bana e Costa, C. A., Angulo-Meza, L., e Oliveira, M. D. (2013). **O Método Macbeth e Aplicação no Brasil,** *ENGEVISTA*, 15(1),3–27.

Bana e Costa, C. A., De Corte, J. M., e Vansnick, J. C. (2003). **MACBETH. Working Paper** - Department of Operational Research, London School of Economics.

Bana e Costa, C. A., De Corte, J. M., e Vansnick, J. C. (2005). **On the mathematical foundations of MACBETH.** *Springer Book Series: International Series in Operations Research & Management Science*, 76, Working Paper - Department of Operational Research, London School of Economics.

Bana e Costa, C. A., e Vansnick, J. C. (1994). **MACBETH - An Interactive Path Towards the Construction of Cardinal Value Functions.** *International Transactions in Operations Research*, 1(4), 489-500.

Bartram, D. (2000). **Internet Recruitment and Selection: Kissing Frogs to find Princes,** *International Journal of Selection and Assessment*, 8(4), 261-274.

Belton, S., e Stewart, T. S. (2002). **Multiple Criteria Decision Analysis. An Integrated Approach.** Kluwer Academic Publishers, Massachusetts.

Bodily, S. E. (1985). **Modern Decision Making.** New York: McGraw-Hill Book Company.

Bramont, P. (1996). **Priorização de projetos sob a ótica social – um método robusto envolvendo múltiplos critérios.** Florianópolis (Brasil): Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção..

Cunha, M. P., Rego, A., Cunha, R. C., Cabral-Cardoso, C., Marques, C. A., e Gomes, J. F. S. (2012). **Manual de Gestão de Pessoas e do Capital Humano,** 2.ª Edição, Edições Sílabo.

Ensslin, L., e Montibeller, G. N. (1998). **Mapas Cognitivos no Apoio à Decisão.** *Anais do XVIII ENEGEP*, 21-25.

Ensslin, L., e Moreira, M. (2000). **Estruturação de um modelo MDCA para apoiar a avaliação técnica de empresas para Projetar/Construir trecho rodoviário.** Anais do XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. São Paulo-SP. *Anais do XX Encontro Nacional de Engenharia.*

Gartner, I. R. (2001). **Avaliação ambiental de projetos em bancos de desenvolvimento nacionais e multilaterais: evidências e propostas.** Brasília: Editora Universa.

Keeney, R. L., e Raiffa, H. (1976). **Decisions with Multiple objectives: Preferences and Value Tradeoffs.** New York: John Wiley & Sons.

Massam, B. H. (1988). **Multicriteria Decision Making Techniques in Planning.** In *Planning Progress in Planning* (Vol. 30, 1-83).

Pires, A. R. M. P. (2013). **O Contributo das Unidade Base para os Objetivos da Força Aérea Portuguesa – Uma Aplicação da Análise Multicritério.** Lisboa: Tese de Mestrado, Academia da Força Aérea, Instituto Superior de Economia e Gestão.

Pulakos, E. D. (2005). **Selection Assessment Methods - A guide to implementing formal assessments to build a high-quality workforce.** Alexandria, VA: SHRM Foundation.

Rosa, L. d. (2010). **O Processo de Substituição de uma Frota de Aeronaves na Força Aérea Portuguesa - Uma Aplicação da Análise Multi-Critério**. Lisboa: Tese de Mestrado, Academia da Força Aérea, Instituto Superior de Economia e Gestão.

Roy, B. (1996). **Multicriteria Methodology for Decision Aiding**. U.S.A : Kluwer Academic Publishers.

Sackett, P. R., e Lievens, F. (2007). **Personnel Selection**, *Annual Review of Psychology*, 59(1), 419-450.

Salgado, J. F., Moscoso, S., e Lado, M. (2006). **Reclutamiento y selección**. In J. Bonache & Á. Cabrera (EDS). *Dirección estratégica de personas (101-137)*. Madrid: Financial Times/Prentice Hall.

Taylor, I. (2007). **A Practical Guide to Assessment Centres and Selection Methods: Measuring Competency for Recruitment and Development**, London: Kogan Page Ltd.

Tchemra, A. (2009). **Tabela de decisão adaptativa na tomada de decisão multi-critério**. São Paulo (Brasil): Tese apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Engenharia.

Torrington, D., Hall, L., e Taylor, S. (2005). **Human Resource Management**, 6th Edition, Pearson Education Limited.

Weingartner, H. M. (1977). **Capital Rationing: an Authors in Search of a Plot**. *The Journal of Finance*, 32 (5), 1403-1431.

Wiesner, E. H., e Cronshaw, S. . (1988). **A meta-analytic investigation of the impact of interview format and degree of structure on the validity of the employment interview**. *Journal of Occupational Psychology*, 61(4), 275-290.

Aviso nº 6701/2014, publicado no Diário da República, 2ª série, n.º 106, de 03 de junho.

Portaria nº 23/2014, publicada no Diário da República, 1ª série, n.º 22, de 31 de janeiro.

# **Atualização dos Limites Operacionais do Impacto de Missão em Função do Estado de Arte dos Sistemas de Armas da Força Aérea Portuguesa**



**Autora: Inês de Matos Alpalhão, Tenente Aluna do Estágio Técnico Militar  
na Especialidade de Técnico de Operações de Meteorologia  
Academia da Força Aérea, Sintra**

**Orientadora: Sara Miranda, Capitão Técnico de Operações de Meteorologia  
Centro de Informação Meteorológica da Força Aérea, Comando Aéreo**

**Resumo.** A constante abordagem por parte das Esquadras de voo na obtenção de informação meteorológica mais adequada e específica para o sucesso das suas missões, levou à verificação das tabelas de impacto de missão em vigor.

Recorrendo a entrevistas aos militares diretamente integrados nos processos de decisão, pretendeu-se verificar a relevância e atualidade dos limites operacionais das tabelas de impacto das condições Meteorológicas e Oceanográficas (METOC) nas respetivas missões.

São várias as Operações Aéreas, segundo designação da Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO), correlacionadas com as missões das Unidades Aéreas da Força Aérea (FA).

O impacto METOC nas operações é essencial para o processo de decisão e baseia-se em quatro princípios fundamentais: precisão, coerência, relevância e atualidade.

Neste artigo, são referidas as ferramentas já disponibilizadas pelo Instituto Hidrográfico no âmbito das tabelas de impacto de missão, lançando assim propostas de um trabalho conjunto entre a meteorologia da FA e o Instituto Hidrográfico da Marinha (IH).

**Palavras-chave:** Impacto de missão, tabelas METOC, operações aéreas, missões aéreas.

## 1. INTRODUÇÃO

A internacionalização e a modernização das Forças Armadas (FFAA) resultam da integração de Portugal na Aliança Atlântica. A credibilidade da instituição militar e a sua capacidade para desempenhar as missões essenciais da Defesa Nacional são inseparáveis do estatuto de Portugal como membro da NATO.

Esta permanente mudança coloca à Defesa Nacional e à FA em particular, novos desafios com contornos cada vez mais sofisticados, aos quais é necessária uma resposta em tempo útil com recursos humanos e meios tecnológicos adequados, com capacidade e quantidade para operar em condições de segurança.

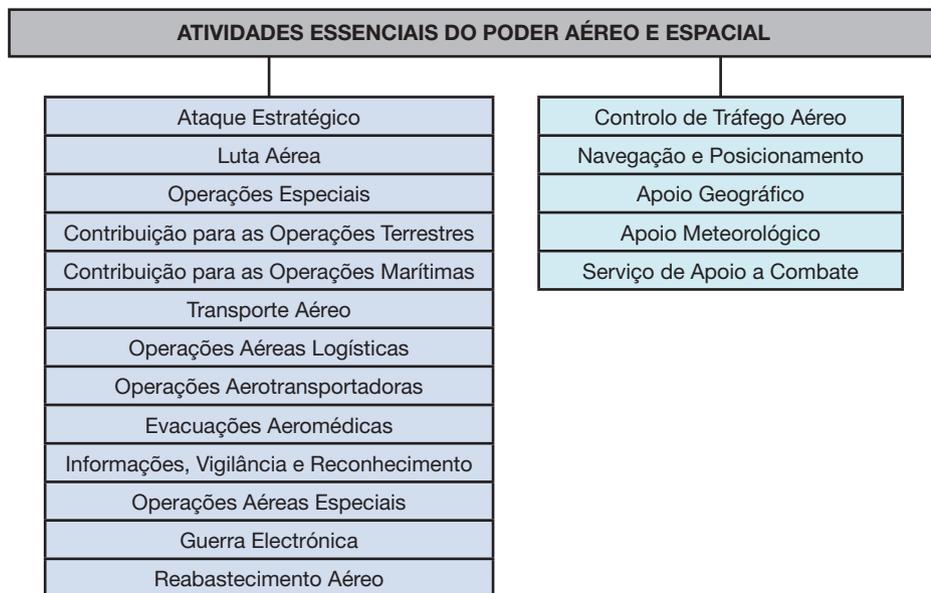
As FFAA devem constituir-se como instrumento militar capaz de projetar forças conjuntas de elevada prontidão, com capacidades que permitam um empenhamento autónomo, ou integrado em forças multinacionais e no apoio da proteção civil. O sucesso das missões prioritárias exige um sistema de informações qualificado e orientado para o apoio das operações militares.

## 2. OPERAÇÕES AÉREAS

A FA é parte integrante do sistema de forças nacional e tem por missão cooperar, de forma integrada, na defesa militar da República Portuguesa, através da realização de operações aéreas e na defesa aérea do espaço nacional.

A publicação NATO sobre Operações Aéreas e Espaciais Conjuntas, o *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations* (AJP 3.3) de novembro de 2009, salienta os princípios fundamentais para o emprego eficaz das capacidades aéreas e espaciais conjuntas, em toda a gama de operações militares, a fim de garantir a unidade de esforços em benefício da força conjunta como um todo. Há uma exigência contínua de se adaptar tanto os meios como os métodos, para explorar e reforçar as capacidades das Operações Aéreas e Espaciais.

As atividades operacionais gerais do poder aéreo são utilizadas para alcançar os objetivos tanto de nível estratégico, como operacional ou tático (Figura 1). Estas não são exclusivas da componente aérea, podendo as outras componentes (marítima e terrestre) contribuir e colaborar de forma decisiva para o seu sucesso.



**Figura 1** – Principais Atividades do Poder Aéreo e Espacial  
(Fonte: Adaptado do Manual AJP 3.3 (A), 2009)

O Apoio Meteorológico é, portanto, uma das atividades essenciais do poder aéreo e espacial e é parte integrante no processo de decisão.

O enquadramento de cada uma das Operações Aéreas e Espaciais, definidas no manual da NATO: AJP 3.3 (A) de 2009 (Figura 2), na missão da FA, exige a implementação de métodos de avaliação de impacto das condições meteorológicas, transversal a todos os níveis operacionais, tanto na fase de planeamento, como na fase operacional.

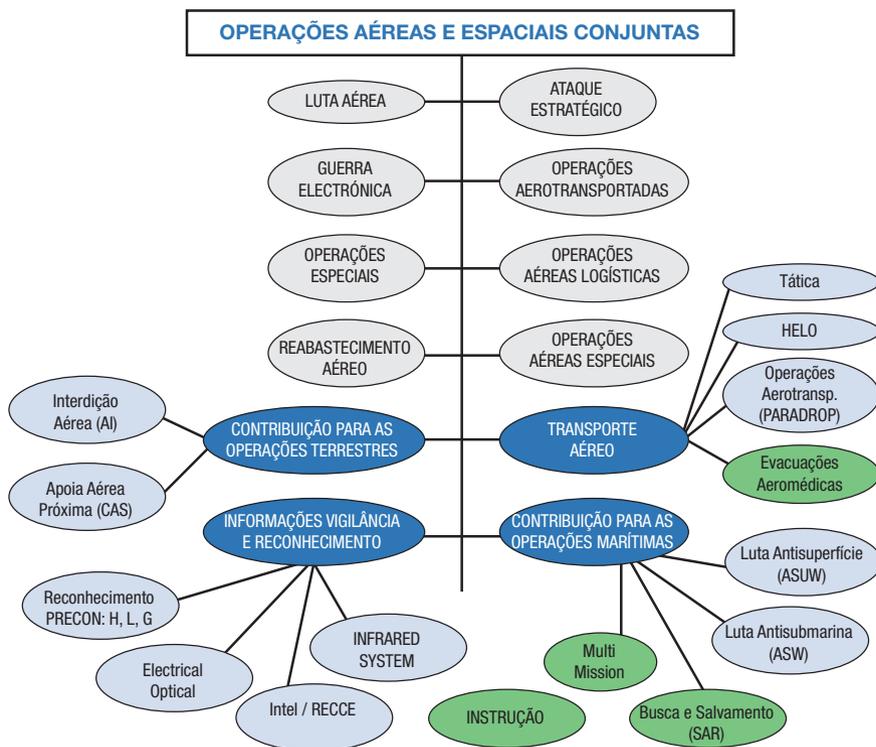


Figura 2 – Operações Aéreas e Espaciais Conjuntas (Fonte: Adaptado do Manual AJP 3.3 (A), 2009)

### 2.1. Operações Aéreas atribuídas à Força Aérea

Para a concretização das várias missões, a FA dispõe de vários tipos de sistemas de armas (SA) com capacidade para executar diversas Operações Aéreas e Espaciais (Tabela 1).

Tabela 1 – Sistemas de Armas, numeração e missões atribuídas às Esquadras de voo da Força Aérea.

	Esquadra	Aeronave	Missão
Instrução	101	TB30	Formação de Pilotagem
	103	ALPHA JET	
Caça Ataque	201	F16	Luta Aérea Defensiva e Ofensiva
	301		
Transporte	501	C130	Transporte aéreo e Busca e salvamento
	502	C295	Transporte aéreo, Busca e salvamento, Vigilância marítima, Reconhecimento e Fotografica aérea
	504	FALCON	Transporte Aéreo
	552	ALIII	Transporte Aéreo e Apoio tático e geral
Patrulhamento Marítimo	601	P3	Vigilância e Reconhecimento, Luta Anti-Superfície e Anti-Submarina
Busca e Salvamento	751	EH101	Transporte, Mobilidade, Reconhecimento, Vigilância e fiscalização, Evacuação sanitária e Busca e salvamento
Especial	CAA (802)	CHIPMUNK	Formação elementar de pilotagem e adaptação ao voo

De modo a satisfazer a Luta Aérea e a Luta Ar-Solo/Superfície e *Air Policing*, a FA está equipada com aeronaves de combate *multi-role* F-16MLU, as quais, devido à sua versatilidade, podem ainda contribuir para a capacidade de Vigilância e Reconhecimento, de forma não convencional (Freitas, 2014). No que respeita à Vigilância e Reconhecimento, acrescida das componentes de Patrulhamento Terrestre e Marítimo, a FA conta com as aeronaves P-3C e com o C-295M.

O SA P-3C possui também armamento ar-chão, podendo colaborar na Luta Ar-Solo/Superfície (Freitas, 2014).

Para a consecução do Transporte Aéreo Tático, a FA dispõe das aeronaves EH-101, C-295M e C-130H.

Em relação à capacidade de Busca e Salvamento, a FA conta primariamente com a plataforma EH-101, podendo ainda socorrer-se do C-295M, do P-3C e do C-130H. Estes SA podem ainda ser utilizados no apoio à componente de Operações Especiais Nacional (Freitas, 2014).

## **2.2. Apoio meteorológico nas operações aéreas**

Tendo sido identificados os SA empregues pela FA para a consecução dos objetivos operacionais, de forma a cumprirem as missões que lhes são atribuídas, interessa agora compreender como e em que medida o apoio meteorológico pode ajudar na decisão e, por conseguinte, no sucesso das missões atribuídas às esquadras de voo.

O apoio meteorológico fornece informações sobre as condições ambientais em que as missões se irão desenrolar, permitindo decidir sobre os meios mais adequados a utilizar ou até redefinir a implementação dos mesmos.

A informação METOC é parte integrante no processo de decisão, nomeadamente na escolha da altura do emprego das forças, no planeamento das missões e também na condução das várias operações: aéreas, navais e terrestres. Também influencia a seleção de alvos, rotas, SA e táticas, sendo um elemento-chave de informação superior (NATO, 2009).

Segundo o General Henry H. “Hap” Arnold: “Não podemos mudar o tempo, mas podemos mudar as nossas operações em conformidade com o tempo”.

## **3. IMPACTO METOC NAS OPERAÇÕES**

### **3.1. Terminologia METOC**

O termo METOC engloba todos os fatores meteorológicos, oceanográficos e ambientais (ex: luminosidade), fornecidos pelos serviços de apoio. Esses fatores incluem toda a gama de fenómenos atmosféricos, desde o fundo dos oceanos até ao topo da atmosfera (JMH, 2011).

As operações METOC concentram-se em duas funções-chave: (Figura 3)

a) Caracterização ambiental (composta por três processos principais: recolha de dados; análise das condições atmosféricas anteriores e atuais e previsão de futuras condições ambientais);

b) Exploração de informação ambiental, com o objetivo de ganhar vantagem operacional e garantir a segurança das forças operacionais.

### 3.2. Princípios METOC nas operações

Os princípios METOC fundamentais nas operações conjuntas são: a precisão, a coerência, a relevância e a atualidade. Ao aplicar esses princípios, as forças METOC estão melhor preparadas para apoiar o planeamento e a tomada de decisão. Na caracterização ambiental, os princípios de precisão e coerência são fundamentais para os processos de recolha, análise e previsão. Os princípios da relevância e atualidade são fundamentais na adaptação e integração de produtos METOC para o comandante (Figura 3).

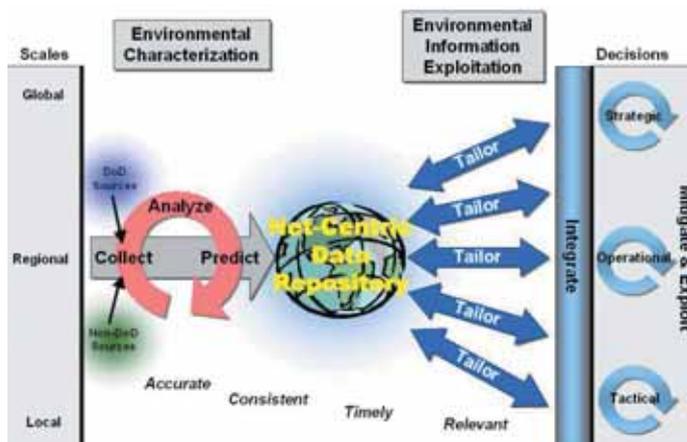


Figura 3 – Modelo do Conceito de Operações METOC da Força Aérea Americana (Fonte: JMH, 2011)

### 3.3. Informação METOC no processo de planeamento

Segundo o General Carl “Tooe” Spaatz: “Nas operações militares, a meteorologia é o primeiro passo para o planeamento e o fator determinante para a execução de qualquer missão”. A integração eficaz da informação METOC auxilia o planeamento de operações militares conjuntas e permite aos comandantes antecipar, mitigar ou explorar os impactos ambientais sobre as ações previstas. Essa informação pode mesmo ser decisiva e trazer inúmeras vantagens sobre o inimigo.

A integração de informações METOC no processo de planeamento e tomada de decisão permite ao comandante otimizar o emprego de armas, sensores, plataformas, perfis de missão, táticas, técnicas, procedimentos, logística e pessoal, tirando benefício do meio ambiente para o

adversário, criando assim uma vantagem assimétrica. A informação METOC constitui assim, a chave para eficácia, eficiência e segurança das operações militares.

O planeamento da missão deverá partilhar informações operacionais específicas com a célula METOC, para que esta produza previsão meteorológica com maior precisão e atualidade, dos vários fatores que poderão influenciar o sucesso da missão.

Por conseguinte, é extremamente importante que o meteorologista tenha conhecimentos e formação adequada dos limites operacionais METOC específicos da missão, a fim de garantir que as informações ou previsões fornecidas, sejam as mais adequadas para o planeamento e para a tomada de decisão.

É fundamental que os previsores sejam capazes de: recolher, analisar, prever, ajustar e integrar a informação METOC, com outros fatores que contribuem para o sucesso das operações aéreas. Só assim é possível assessorar de forma credível os decisores e utilizadores dos SA na FA, aos mais diversos níveis. De facto isso não acontece, uma vez que os previsores do Centro de Informação Meteorológica da Força Aérea (CIMFA) não têm formação adequada para estabelecerem os limites dos parâmetros de impacto nas missões atribuídas aos SA da FA.

### 3.4. Critérios de impacto de missão

De acordo com a Diretiva NATO 80-34 do Comando Aliado na Europa, os limites de impacto nas missões Terrestres, Aéreas e Marítimas, baseados no Manual US Joint Meteorology and Oceanography Training Handbook (JMH), são meros exemplos, os quais podem ser utilizados como um ponto de partida para o desenvolvimento de produtos de impacto na missão para uma determinada operação ou exercício.

Em todas as operações: aéreas, terrestres e marítimas, sejam dentro ou fora da área de responsabilidade, existem critérios para o apoio METOC, com especificações relevantes e precisas.

No Comando Aliado na Europa, o apoio METOC deve cumprir todos os requisitos nos níveis: estratégico, operacional e tático, tanto em tempo de paz, como durante as operações de resposta crises e também em tempo de guerra.

#### 3.4.1. Descritores de impacto de missão

Os descritores de impacto são definidos como:

- **Verde** – Favorável: Impacto mínimo nas operações; Existe menos de 10% de risco de não conseguir alcançar o sucesso da missão.
- **Âmbar** – Marginal: Impacto moderado sobre as operações; Existe menos de 50% de risco de não conseguir alcançar o sucesso da missão.
- **Vermelho** – Desfavorável: Impacto adverso ou severo sobre as operações; Existe mais do que 50% de risco de não conseguir alcançar o sucesso da missão.

### 3.5. Operações Aéreas da FA

Neste trabalho, pela sua relevância e no âmbito da FA, destacaram-se os impactos nas Operações Aéreas, nomeadamente nas seguintes missões:

**Tabela 2** – Operações Aéreas e respetivas missões, consideradas para este trabalho.

Contribuição para as Operações Terrestres	Transporte Aéreo	Contribuição para as Operações Marítimas	Informações, Vigilância e Reconhecimento
Interdição Aérea (AI)	Tático	Luta Anti-superfície (ASUW)	RECON (High, Low e Ground)
	HELO		ELECTRICAL OPTICAL
Apoio Aéreo Próximo (CAS)	Operações Aerotransportadas (PARADROP)	Luta Anti-submarina (ASW)	INTEL/ ELECTRONIC
			INTEL/ RECCE
			INFRARED SYSTEMS

Devido à inexistência de tabelas de impacto em algumas missões da FA, sugere-se a inclusão das missões apresentadas na tabela 3, neste trabalho.

**Tabela 3** – Novas missões aéreas sugeridas no âmbito deste trabalho.

Evacuações Aeromédicas	Multi Mission	Busca e Salvamento	Instrução
------------------------	---------------	--------------------	-----------

### 3.6. Tabelas de impacto nas operações aéreas

Algumas das tabelas de impacto de missão, de acordo com a Diretiva NATO 80-34, têm os seguintes limites operacionais:

**Tabela 4** – Limites operacionais de algumas missões aéreas.

Contribuição para as Operações Terrestres	Missão	Favorável	Marginal	Desfavorável
	Interdição Aérea (AI)	CLG ≥ 3500 ft VIS ≥ 3200 m NO TURB	1000 ft < CLG < 3500 ft 1600 m < VIS < 3200 m LGT-MOD TURB	CLG < 1000 ft VIS < 1600 m HVY TURB
	Apoio Aéreo Próximo (CAS)	CLG ≥ 3500 ft VIS ≥ 3200 m NO TURB	1000 ft < CLG < 3500 ft 1600 m < VIS < 3200 m LGT-MOD TURB	CLG < 1000 ft VIS < 1600 m HVY TURB

Informações, Vigilância e Reconhecimento (ISR)	Missão	Favorável	Marginal	Desfavorável
	RECON HIGH [FL200-FL300]	< 4/8 CLDS VIS > 6000 m	= 4/8 CLDS 3700 m < VIS < 6000 m	> 4/8 CLDS VIS < 3700 m
	RECON LOW [FL100-FL200]	CLG > 4000 ft	2000 ft < CLG < 4000 ft	CLG < 2000 ft
RECON GND [00-FL100]	VIS > 3000m	1000 m < VIS < 3000m	VIS < 1000m	

Nas missões sugeridas no âmbito deste trabalho, os limites operacionais de impacto em hipótese são os indicados na Tabela 5. Estes valores foram validados/adequados pelas entrevistas às Esquadras de voo, que se apresentam de seguida.

**Tabela 5** – Limites operacionais das missões aéreas sugeridas.

<b>Evacuações Aeromédicas</b>	Wave Height ≤ 2m WND ≤ 15kt CLG ≥ 3000 ft NO PRECIP	2m < Wave Height < 4m 15 kt < WND < 25kt 1000 ft < CLG < 3000 ft LGT PRECIP	Wave Height ≥ 4m WND ≥ 25kt CLG ≤ 1000 ft HVY PRECIP
<b>Multi Mission</b>	Wave Height ≤ 2m CLG ≥ 3000 ft NO PRECIP	2m < Wave Height < 4m 1000 ft < CLG < 3000 ft LGT PRECIP	Wave Height ≥ 4m CLG ≤ 1000 ft HVY PRECIP
<b>Busca e Salvamento (SAR)</b>	Wave Height ≤ 2m WND ≤ 15kt CLG ≥ 1000 ft VIS ≥ 2000m	2m < Wave Height < 4m 15kt < WND < 25kt 500 ft < CLG < 1000 ft 500 m < VIS < 2000 m	Wave Height ≥ 4m WND ≥ 25kt CLG ≤ 500 ft VIS < 500 m
<b>Instrução</b>	SFC WND ≤ 14kt VIS ≥ 8000 m CLG ≥ 3000 ft NO PRECIP	14kt < SFC WND ≤ 22kt 4000 m < VIS < 8000 m 3000 ft < CLG < 1000 ft LGT PRECIP	SFC WND > 22kt VIS < 4000 m CLG < 1000 ft MOD PRECIP

Legenda:

HR- Humidade relativa	TURB - Turbulência	TEMP - Temperatura
CLG - Teto	SS - Estado do Mar	PRECIP - Precipitação
WND - Vento	ILLUM - Iluminância	CLDS - Cobertura de nuvens
FOG - Nevoeiro	ICG - Formação de gelo	SFC WND - Vento à superfície
VIS - Visibilidade	TRANS - Transmitância	ABS HUM - Humidade Absoluta
LGT - Ligeira(o)	MOD - Moderada(o)	SEV - Severa(o)

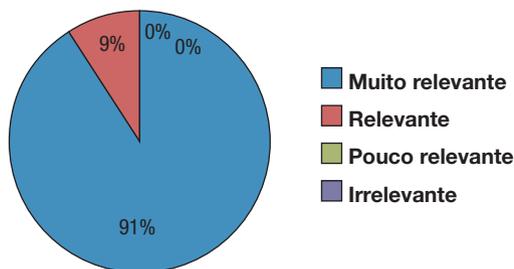
### 3.7. Entrevistas

No âmbito deste trabalho foram efetuadas entrevistas às 11 Esquadras de voo da FA. Com estas entrevistas pretendeu-se explorar e perceber as principais condicionantes METOC que afetam as missões das Esquadras de voo da FA. O resultado destas entrevistas permitiu ajustar e atualizar os parâmetros METOC das tabelas de impacto de missão, com o objetivo de aconselhar de forma credível os decisores e os utilizadores dos diversos SA da FA.

Na primeira parte da entrevista, foram colocadas várias questões relativas à relevância da informação METOC no sucesso da missão e à perceção e adequação das tabelas de impacto de missão, para o planeamento da mesma.

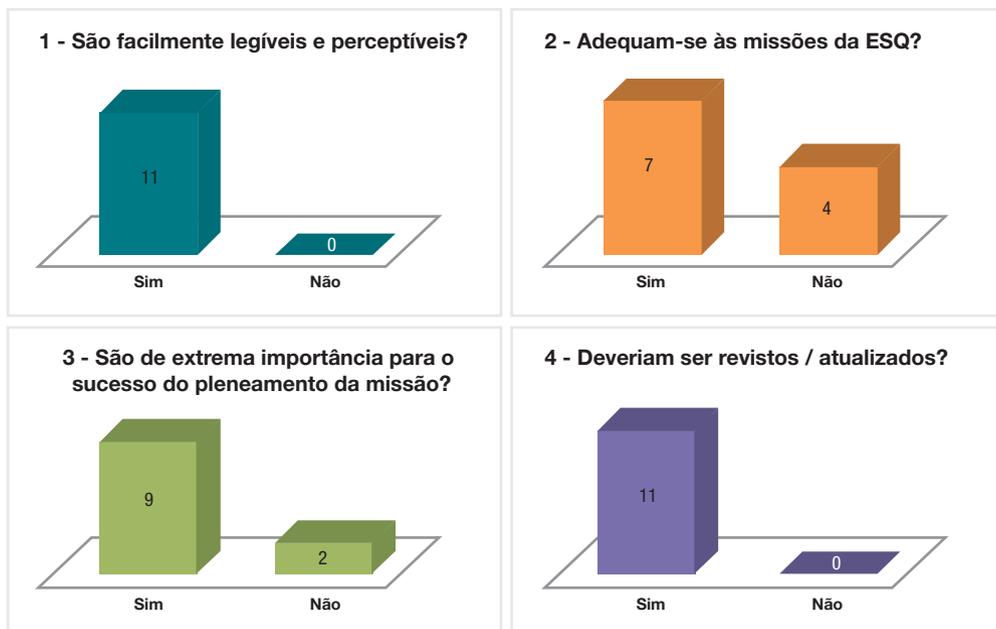
Na pergunta: Qual a relevância da informação METOC para o sucesso da missão, os resultados não deixam margem para dúvidas, como ilustra o gráfico da Figura 4. Todos consideram que a informação METOC é extremamente pertinente para o sucesso da missão.

**Relevância da Informação METOC para o sucesso da missão**



**Figura 4** – Gráfico representativo da opinião das Esquadras de voo em relação à relevância da informação METOC para o sucesso da missão.

Nas perguntas relativas aos limites METOC das tabelas de impacto de missão, as respostas foram as seguintes:



**Figura 5** – Gráficos representativos da opinião das Esquadras de voo relativamente aos limites METOC das tabelas de impacto de missão.

Na primeira questão colocada, todas as esquadras concordaram que os limites METOC das tabelas de impacto de missão são facilmente legíveis e perceptíveis. São poucas as esquadras que as utilizam de forma rotineira, contudo, uma vez apresentadas no âmbito deste trabalho, a clareza da informação e a sua compreensão foram concomitantemente assumidas pelos entrevistados.

Na pergunta seguinte, na qual se questiona se os limites das tabelas se adequam às missões da esquadra, sete responderam de forma positiva, todavia, quatro das esquadras inquiridas referiram que não. Negativamente responderam as esquadras 103, 301, 504 e o Centro de Atividades Aéreas (CAA) (antiga 802). Consideram que muitas missões não estão contempladas nessas tabelas e/ou os seus limites METOC não se adequam de todo às missões por elas efetuadas.

Na terceira pergunta, em relação à opinião das esquadras sobre a importância das tabelas para o sucesso do planeamento da missão, a maioria respondeu afirmativamente, enquanto que duas esquadras (201 e 552) consideraram estas tabelas irrelevantes para o planeamento das suas missões. Ambas explicaram que, uma vez que não utilizam as tabelas, estas não determinam o sucesso do planeamento da missão. Salientaram que, sendo atualizadas e adequadas à operacionalidade das missões da FA, podem vir a ser uma ferramenta útil para o sucesso do planeamento da missão.

Quanto à última questão, todas as esquadras concordam que os limites METOC das tabelas de impacto de missão necessitam, claramente, de serem revistos e atualizados de acordo com as missões efetuadas pelas esquadras e também com a operacionalidade e modernização dos equipamentos a bordo das aeronaves da FA.

Foram várias as alterações e sugestões das esquadras quanto às tabelas de impacto de missão, tanto nos parâmetros, como nos limites dos mesmos.

Nas esquadras foi referido que, na generalidade, as missões são efectuadas, embora as condições meteorológicas influenciem e prejudiquem o sucesso e celeridade das missões. Também salientaram que são as condições meteorológicas na descolagem e/ou aterragem que mais limitam a missão.

### **3.8. Ferramentas METOC disponíveis**

Já existe uma aplicação do IH que disponibiliza imagens de Diagramas de Impacto de Missão (MIDS) em várias operações cobrindo a Península Ibérica e toda a Zona Económica Exclusiva.

Embora restrito, é possível o acesso ao site do IH: '<http://metocmil.ih.marinha.pt/cores/view/3>', através de uma plataforma interna das FFAA. Apresenta uma lista de 'escalas' ou operações disponíveis nos MIDS: Operações Navais, Aéreas, Terrestres, Autoridade Marítima, Submarina e Special Operations Forces (SOF) (Figura 6).



Figura 6 – Ferramenta do Instituto Hidrográfico com a identificação das Operações disponíveis nos MIDS. (Fonte: IH)

Dentro das operações aéreas são várias as áreas disponíveis, desde a região do Atlântico, Portugal Continental, região Norte e Sul, Lisboa e ilhas (Figura 7).



Figura 7 – Áreas disponíveis nas Operações Aéreas. (Fonte: IH)

Uma vez que esta plataforma se encontra numa fase inicial, apenas contempla três missões aéreas: Reconhecimento a grande altitude (RECON HIGH), Apoio Aéreo (AIR SUPORT) e Informações (INTEL) (Figura 8). São disponibilizadas imagens de seis em seis horas, identificadas com círculos de cores distintas (verde, amarelo, vermelho ou cinzento) consoante a atualização da informação.



Figura 8 – Missões aéreas e imagens disponíveis. (Fonte: IH)

Como exemplo de utilização desta aplicação, escolheu-se a missão de Reconhecimento a grande altitude (RECON HIGH) na área de Portugal Continental, obtemos uma imagem colorida (Figura 9). As várias cores: verde, âmbar ou vermelho, correspondem ao impacto METOC na missão.

Nesta missão, os limites METOC a ter em conta são a cobertura de nuvens e a visibilidade (Tabela 4). Se um destes parâmetros apresentar valores inferiores aos limites da tabela de impacto, toda a missão é comprometida. Neste caso, a nebulosidade é o factor restritivo (mais de metade de céu coberto de nuvens, i.e., >4/8 CLOUDS), logo apresenta-se a vermelho, na zona Norte e Sul de Portugal Continental (Figura 9).

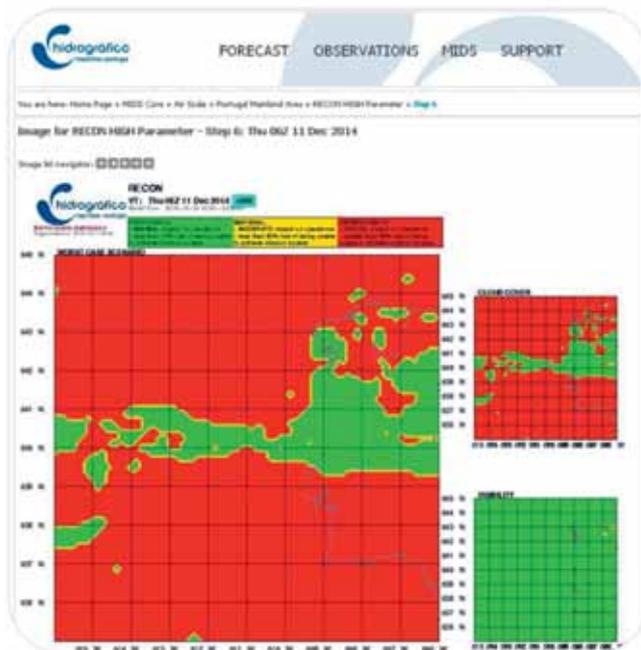
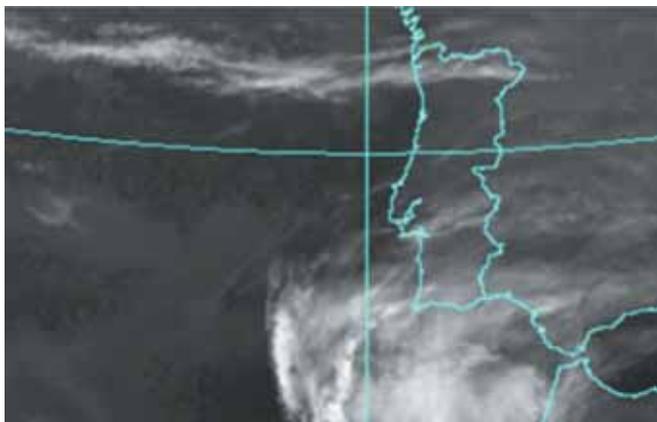


Figura 9 – Imagem do impacto da missão Reconhecimento (RECON HIGH) na área de Portugal Continental, no dia 11 de dezembro de 2014 às 06Z. (Fonte: IH)

Observando a imagem de satélite da banda do infravermelho (IR3.9) do mesmo dia (11 de dezembro 2014) às 06h30Z (Figura 10), podemos verificar que a região Norte e Sul de Portugal Continental são as zonas de maior nebulosidade (>4/8). A comparação entre a figura 9 e a figura 10 permite concluir o elevado grau de concordância entre a previsão de nebulosidade e respetivo impacto na missão e a observação posterior, através da imagem de satélite.



**Figura 10** – Imagem de satélite IR3.9 do dia 11 de dezembro de 2014 às 06h30Z.

Estes MIDS são construídos com base na Diretiva NATO 80-34. Os parâmetros meteorológicos utilizados para a sua construção são valores previstos com base em diversos modelos de previsão: global (GFS); europeu (ECMWF); francês (ALADIN) e modelos de agitação marítima (WW III).

#### **4. CONCLUSÃO**

Este trabalho permitiu reconhecer a necessidade de informação METOC pertinente e oportuna nas operações aéreas. Atualmente a falta de formação dos previsores põe em causa a capacidade de resposta operacional do CIMFA e, por conseguinte, a atividade aérea da FA.

As tabelas de impacto de missão estão desatualizadas e carecem de uma rápida revisão e reestruturação de acordo com a operacionalidade e modernização dos equipamentos a bordo das aeronaves da FA. Nesse sentido, é extremamente importante atualizar e adequar as tabelas de impacto, a cada missão da FA, com o contributo das várias esquadras.

A grande aplicabilidade das tabelas METOC será através de ferramentas semelhantes às do IH, disponibilizando uma interface gráfica de fácil utilização. Mais uma vez se salienta que estes MIDS são apenas ferramentas de apoio à decisão.

No futuro, através da partilha de sinergias entre a FA e o IH será possível desenvolver esta ferramenta para todas as missões da FA, com recurso à capacidade computacional conjunta e ao capital intelectual.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COFA, 1994. NEP/OPS-027. *Operações Aéreas, Ações Aéreas e suas Modalidades*;

COFA, 2001. NEP/OPS-006. *Limites de vento, Altura da vaga e Temperatura da água do mar para voos de rotina*;

FREITAS, Duarte. **Exploração dos dados de iluminância pelos utilizadores dos diferentes Sistemas de Armas**. Instituto de Estudos Superiores Militares: 2014. Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção de Oficial Superior.

NATO, 2002. AD 80-34. *Allied Command Europe Directive*;

NATO, 2004. AJP-3.11. *Allied Joint Doctrine for Meteorological and Oceanographic Support to Joint Force*;

NATO, 2009. AJP-3.3 (A). *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations*;

USA Navy, 1998. Marine Corps Warfighting Publication (MCWP) 3-35.7. *Meteorological and Oceanographic Operations Support*;

USAF, 2006. Doctrine Document 2-9.1. *Weather Operations*;

USAF, 2012. Joint Publication 3-59. *Meteorological and Oceanographic Operations*;

USJFC, 2011. Joint Meteorological & Oceanographic (METOC) Handbook.



# Comportamento Organizacional



Ana Jorge, Tenente-coronel Engenheira Eletrotécnica  
Academia da Força Aérea, Sintra

Professora Doutora Patrícia Jardim de Palma  
Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas, Universidade de Lisboa

Ana Baltazar, Tenente-coronel Engenheira Aeronáutica  
Instituto de Estudos Superiores Militares  
Investigadora Integrada do CISDI

**Resumo.** Numa Era em que se têm verificado constantes mudanças nas dinâmicas sociais, laborais e económicas com impactos significativos na atuação das pessoas e, conseqüentemente, no funcionamento das organizações, incluindo as militares, estudos no âmbito do Comportamento Organizacional são, cada vez mais, essenciais para a melhoria dos resultados produtivos e humanos do trabalho. Neste sentido, este artigo começa por fazer o enquadramento do Comportamento Organizacional como campo de estudo e de intervenção. Na segunda parte, abordam-se duas estratégias que podem ser utilizadas como ferramentas para atrair, desenvolver e reter Talentos nas organizações, incluindo na Academia da Força Aérea: a estratégia organizacional, em que a própria organização se desenvolve enquanto espaço de realização profissional para os que nela trabalham, dados os seus valores e missão norteadora e a estratégia individual, marcada pelo ajustamento do próprio trabalhador com o seu trabalho e a sua organização. O artigo termina com a apresentação de um estudo sobre o erro humano e o erro organizacional, que visa demonstrar que os acidentes em organizações de elevada fiabilidade têm conseqüências catastróficas que precisam de ser evitadas. Nas manutenções de aeronaves interessa perceber os processos envolventes em termos comportamentais ao nível organizacional, sendo necessário compreender como (*How*) e porque (*Why*) ocorre o erro organizacional, e, ainda, qual a relação entre os diferentes níveis de erro (humano, de equipa e organizacional) e os fatores organizacionais.

**Palavras-chave:** Comportamento Organizacional, Erro Humano, Erro Organizacional, Talentos

## 1. INTRODUÇÃO

Comportamento Organizacional é uma área opcional prevista no plano de estudos do curso Mestrado Integrado em Aeronáutica Militar, especialidade Piloto Aviador, ministrado na Academia da Força Aérea (AFA), tendo começado a funcionar, pela primeira vez, no corrente ano letivo (2014/2015).

Por o Comportamento Organizacional consistir numa área de estudo com crescente interesse para a AFA, considerou-se pertinente publicar um artigo nesta revista abordando esta temática sob diferentes perspetivas. Este artigo é o resultado da primeira conferência realizada nesta Academia sob o título “Ciências Sociais e Políticas – Comportamento Organizacional”. Nesta lógica, a Tenente-Coronel Engenheira Eletrotécnica Ana Jorge<sup>(1)</sup> começa por apresentar o Comportamento Organizacional como campo de estudo e intervenção. O artigo continua com a abordagem da Professora Doutora Patrícia Palma<sup>(2)</sup> sobre a gestão de talentos na Força Aérea. A Tenente-Coronel Engenheira Aeronáutica Ana Baltazar<sup>(3)</sup> termina explorando a questão do erro humano e do erro organizacional.

---

(1) Tenente-Coronel Engenheira Eletrotécnica Ana Jorge, docente da AFA e doutoranda em Comportamento Organizacional no Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas (ISCSP).

(2) Professora Doutora Patrícia de Palma, Professora Universitária no ISCSP – Universidade de Lisboa, Coordenadora da Escola de Liderança e Inovação e Coordenadora da Pós-graduação em Gestão de Recursos Humanos.

(3) Tenente-Coronel Engenheira Aeronáutica Ana Rita Duarte Gomes Simões Baltazar, docente do Instituto de Estudos Superiores Militares (IESM) e doutoranda em Gestão no Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG).

## 2. COMPORTAMENTO ORGANIZACIONAL: UM CAMPO DE ESTUDO E DE INTERVENÇÃO

A necessidade de estudos no âmbito do Comportamento Organizacional resulta, por um lado, do facto das organizações serem o local onde as pessoas despendem grande parte do seu tempo, quer a trabalhar quer a socializar, e, por outro, do comportamento das pessoas afetar o modo de funcionamento e os resultados das organizações.

### 2.1. Definição de Comportamento Organizacional

Ao longo dos anos foram surgindo várias definições de Comportamento Organizacional. Por exemplo, Mitchell e Larson (1987) definem Comportamento Organizacional como uma área de estudos orientada para o desenvolvimento de uma melhor compreensão do comportamento humano, com o intuito de utilizar esse conhecimento para melhorar a satisfação e a produtividade das pessoas em contexto organizacional.

Uma década depois, numa definição apresentada por Robbins (1997), Comportamento Organizacional é entendido como o estudo sistemático das ações e atitudes das pessoas nas organizações.

Mais recentemente, Comportamento Organizacional foi definido como um campo multidisciplinar que estuda o comportamento dos indivíduos nas organizações, bem como a estrutura e o comportamento das próprias organizações (Cunha, M. P., Rego, A., Cunha, R. C., & Cardoso, C. C., 2007).

Pese embora as definições acima referidas sejam referências relevantes da literatura científica, propõe-se aqui uma outra definição:

Comportamento Organizacional é um campo de estudo teórico-prático, multidisciplinar, que visa melhorar os resultados *hard* e *soft* das organizações através da mudança de comportamentos das pessoas, dos grupos e das organizações.

Apresenta-se, assim, o Comportamento Organizacional como um campo de estudo multidisciplinar, na medida em que vai buscar informação a outras áreas do conhecimento, entre as quais: a Psicologia, que se foca no comportamento individual; a Sociologia, que se debruça sobre o sistema social em que o indivíduo se encontra inserido; a Antropologia, que se dedica ao estudo dos seres humanos, atividades, crenças, valores, comportamentos e atitudes; a Ciência Política, que visa estudar o comportamento dos indivíduos e dos grupos na perspetiva do ambiente político que os rodeiam; e a Gestão, no sentido em que as organizações para atingirem os seus objetivos precisam saber gerir os seus recursos, incluindo os humanos (Cunha *et al*, 2007).

A definição proposta refere a existência de dois tipos de resultados, os *hard* e os *soft*. Os primeiros estão relacionados com o aumento da produtividade, com a capacidade da organi-

zação se tornar mais eficiente e eficaz, com a diminuição do absentismo voluntário e com a diminuição das saídas voluntárias. Os resultados *soft* referem-se ao bem-estar das pessoas e, como tal, compreendem o aumento da motivação, da satisfação e do desempenho individual, bem como a diminuição do *stress*. Porém, hoje em dia também já é usual falar-se em resultados éticos e sociais, no sentido em que as organizações devem assumir um papel social e, nessa lógica, conseguir alcançar os resultados *hard* e *soft* respeitando os interesses da sociedade em geral, as leis e o ambiente (Cunha *et al*, 2007).

Nesta definição é dado ênfase à mudança de comportamentos, essencial no processo de melhoria dos resultados. A mudança de comportamentos consegue-se através de uma intervenção efetuada tanto ao nível teórico, onde são identificados os antecedentes, ou seja, as causas, como ao nível prático, onde são definidas as alterações a efetuar ao modelo da organização de modo a maximizar os consequentes, ou seja, os resultados (Pereira, 1999; Sampaio, 2004).

A definição proposta identifica, ainda, as pessoas, as equipas e as organizações enquanto objetos de estudo do Comportamento Organizacional (Robbins & Judge, 2015). Ao longo dos anos a denominação dada às pessoas que trabalham numa organização foi sendo alterada. Se há umas décadas atrás designavam-se por “recursos humanos”, isto é, o ser humano visto como colaborador da organização, e, posteriormente, por “capital humano”, por ser valorizado o contributo efetivo do ser humano para os resultados, a partir do ano 2000 surge um novo conceito, “talentos”, embora nem todos os colaboradores possam ser classificados como tal. De facto, no contexto organizacional, para se ser considerado um talento, o trabalhador necessita reunir algumas condições, designadamente, competências, que se podem desenvolver treinando, compromisso, ou seja, sentir paixão pelo que se faz, e sentido de contribuição (Ulrich, 2008).

No que concerne às equipas, é importante fazer a distinção entre estas e os grupos. Embora também se baseiem num conjunto de pessoas que partilham características, valores e interesses, numa equipa as pessoas desfrutam, igualmente, de objetivos comuns para os quais todas trabalham (Cunha *et al*, 2007).

Quanto às organizações, estas caracterizam-se por englobarem um conjunto de pessoas e equipas, gozarem de uma cultura própria, assentarem numa estrutura onde os papéis e a hierarquia devem estar claramente definidos, o trabalho se encontrar organizado de forma sequencial e complementar, existirem fronteiras delimitadas e por possuírem uma missão, visão e estratégia desejavelmente bem delineadas. De acordo com a Perspetiva Sistémica, uma organização deve ser entendida como um sistema aberto, que se encontra em constantes trocas com o meio, recebendo novos recursos e lançando no mercado novos produtos e serviços. Ainda segundo esta perspetiva, o comportamento dos grupos são vistos como subsistemas, significando que um sistema é constituído por diversos subsistemas que têm que coexistir em equilíbrio. Tal, obriga a organização a estar em permanente adaptação, numa tentativa de manter o equilíbrio ou, em caso de falha de um subsistema, estabelecer um novo equilíbrio (Sampaio, 2004).

Como é do conhecimento geral, as organizações podem agrupar-se em setores tendo por base a sua atividade ou missão. O primeiro setor corresponde ao setor público no qual se incluem as organizações que prestam serviço público e procuram satisfazer as necessidades imediatas dos cidadãos. No segundo setor, o setor privado, encontram-se as empresas privadas com fins lucrativos. O terceiro setor abarca as organizações sem fins lucrativos, normalmente de solidariedade social, que visam responder a problemas sociais, tais como, a pobreza, a exclusão social e o desemprego. Estas organizações tendem, assim, a prestar serviços aos quais o primeiro setor não consegue dar resposta e que não têm interesse para o segundo setor por não serem lucrativos. Os grandes desafios deste setor são o financiamento e autossustentabilidade.

## **2.2. Níveis de Análise em Comportamento Organizacional**

O Comportamento Organizacional, como campo de estudo e intervenção, prevê três níveis de análise: o nível micro, efetuado ao nível das pessoas; o nível meso, onde são estudados os grupos e equipas; e o nível macro, respeitante à organização como um todo. Como tal, em estudos neste âmbito, primeiro é necessário identificar o nível que será sujeito a análise e, consoante o nível, apurar as variáveis a estudar.

### **Nível Micro**

Nas análises ao nível micro existe um vasto leque de variáveis que podem ser estudadas, como por exemplo, Motivação, Satisfação, Inteligência, Competências, Personalidade, Comprometimento, Orientação para o Trabalho e Contrato Psicológico.

A Motivação é intrínseca ao trabalho e traduz-se na vontade de trabalhar, na realização dos objetivos, no desempenho das tarefas, na força que leva à ação, na resistência e na resiliência. Pessoas motivadas sentem-se compelidas a resolver os problemas, a ultrapassar obstáculos e a encarar positivamente novos desafios. Para aumentar a Motivação é importante conhecer a sua natureza, assim como, o processo motivacional (Bilhim, 2013; Sampaio, 2004).

Já a Satisfação é extrínseca ao trabalho, sendo, no entanto, inerente às condições de trabalho, à chefia, aos colegas, ao ambiente de trabalho, ao salário e a outros aspetos indiretamente relacionados com o trabalho (Bilhim, 2013). Por exemplo, uma pessoa motivada mas não satisfeita facilmente opta por outra organização que lhe ofereça melhores condições de trabalho. Por outro lado, uma pessoa satisfeita mas não motivada pode exercer outras funções dentro da mesma organização (rotatividade na empresa). No caso particular das Forças Armadas, uma pessoa motivada mas não satisfeita pode pedir transferência para outra Unidade. Porém, caso esteja satisfeita mas não motivada, pode pedir para desempenhar outras tarefas, mas na mesma Unidade.

A Inteligência pode ser entendida como a capacidade de um indivíduo para resolver problemas e de se adaptar ao meio. Existem diferentes tipos de inteligência, que podem ser desenvolvidos e medidos. O Quociente de Inteligência (QI), associado à inteligência cognitiva, é muito

popular no contexto clínico e educativo. No contexto organizacional também se considera a Inteligência Emocional (IE). Esta pode ser intrapessoal, traduzida na capacidade de identificar as próprias emoções e controlá-las, ou interpessoal, vertida na capacidade de ajudar os outros a controlarem as suas emoções. O bom desempenho no local de trabalho depende quer do QI quer da IE, porquanto pessoas que embora apresentem QI elevados não conseguem ter bons desempenhos nas relações pessoais (Cunha *et al*, 2007). Porém, hoje em dia, em contexto organizacional, mais do que falar-se em Inteligência, falam-se de Competências.

As Competências são comportamentos diretamente observáveis, associados a um desempenho superior. Cada indivíduo possui múltiplas-competências. Embora exista um potencial à nascença, as competências podem ser desenvolvidas. Nas organizações, a avaliação da aptidão de um indivíduo para uma determinada tarefa ou função, faz-se avaliando as competências que se consideram necessárias para o bom desempenho da mesma (Cunha *et al*, 2007).

A Personalidade é igualmente considerada um fator importante no Comportamento Organizacional. Ela refere-se ao conjunto de traços que define cada pessoa e que explicam o seu comportamento. Estudos sobre Personalidade têm revelado que também esta pode ser desenvolvida (Sampaio, 2004).

Outra variável de análise é o Comprometimento, entendido como uma força de vinculação de uma dada natureza entre um indivíduo e um objeto no local de trabalho. A natureza da força pode ser afetiva, quando se trata da ligação emocional entre o indivíduo e o seu local de trabalho, ou normativa, quando um indivíduo considera ser um dever moral continuar a colaborar com a organização, ou, ainda, calculativa, quando um indivíduo considera que os custos associados à sua saída são superiores aos de continuar na organização. Estas três componentes não são mutuamente exclusivas e podem exibir diferentes intensidades. Quanto ao objeto do comprometimento no local de trabalho, este pode ser, por exemplo, a instituição, a organização, a profissão, a carreira ou os próprios objetivos da organização (Meyer & Allen, 1991 e 1997).

Conjuntamente com o contrato formal celebrado com as empresas, os indivíduos estabelecem um Contrato Psicológico. O Contrato Psicológico é o reflexo subjetivo e individual das obrigações do indivíduo para com a organização e das obrigações do empregador para consigo (Rousseau, 1995). O contrato psicológico assume duas formas principais: o contrato psicológico relacional e o transacional. O primeiro, o contrato psicológico relacional, caracteriza-se por apresentar uma duração longa e por o trabalhador adotar uma postura de lealdade, demonstrar dedicação no desempenho das suas funções (que podem ir para além do exercício estrito das funções que lhe são cometidas), respeitar as regras e identificar-se com os valores organizacionais. Por outro lado, a empresa deve recompensar o bom desempenho, facultar formação adequada e proporcionar uma carreira profissional interna. Quanto ao contrato psicológico transacional, este caracteriza-se por ser um contrato de curta duração e por o trabalhador revelar padrões de desempenho de acordo com o negociado e respeitar os valores organizacionais, embora não necessite de se identificar com eles. No que concerne à empresa, esta deve pagar em função do desempenho, especificar as funções do trabalhador com o mínimo de ambigui-

dades e aceitar a saída do trabalhador quando este assim o pretender (Castanheira & Caetano, 1999). Não obstante estas duas formas principais, os contractos psicológicos detidos pelos trabalhadores situam-se num contínuo entre o contrato psicológico relacional e o transaccional, podendo assumir inúmeras formas. O contrato psicológico possui, ademais, uma componente dinâmica. Ao longo do tempo, as necessidades das organizações, assim como as dos próprios colaboradores, sofrem mudanças que afetam a perceção de cada indivíduo sobre as obrigações mútuas entre empregador-empregado e que, por essa razão, afetam o contrato psicológico (Schalk & Roe, 2007). Sendo o contrato psicológico resultado de uma interpretação individual, podem existir tantos contratos psicológicos quantos indivíduos na organização (Herriot & Pemberton, 1996).

A Orientação para o Trabalho é o modo como os trabalhadores entendem e vivem o seu trabalho. Um trabalho é entendido como um emprego quando o enfoque nas recompensas financeiras é maior do que no prazer ou satisfação de realizar esse trabalho. Porém, quando são valorizadas as promoções e a progressão, o trabalho é entendido como uma carreira. Por outro lado, aqueles que sentem o chamamento consideram que o seu trabalho é socialmente útil, inseparável da sua vida e são movidos pelo sentimento de realização e satisfação pessoal que aquele trabalho lhes proporciona e não pelo ganho financeiro, nem pela progressão na carreira (Wrzesniewski *et al*, 1997).

### **Nível Meso**

Nas análises ao nível meso, entre as variáveis avaliadas, encontram-se a Liderança, o Poder, a Autoridade e a Comunicação.

A Liderança é o processo de influência do líder para mobilizar os liderados de forma a se alcançarem os objetivos comuns, objetivos esses que são sempre benéficos para o grupo. De acordo com a maioria das teorias sobre a liderança subentende-se a existência de um só líder. Porém, atualmente, já é usual falar-se em liderança partilhada, a qual pressupõe a existência de dois ou mais líderes. Esta partilha na liderança pode ocorrer ao nível cognitivo, da divisão das tarefas, dos conhecimentos ou dos papéis desempenhados na organização (Sampaio, 2004; Cunha *et al*, 2007).

Ao contrário da liderança, no Poder o objetivo é benéfico para quem influencia, mas pode não o ser para os liderados. O Poder é contextual, na medida em que num determinado contexto pode ter-se poder e noutro contexto serem outros a tê-lo. O Poder envolve dependência entre os vários elementos e implica a aceitação da autoridade legal. Existem cinco bases do poder: o poder legítimo, que traduz a autoridade legitimada pela chefia ou hierarquia; o poder coercivo, quando não se limita a um processo meramente de influência e inclui coação; o poder da recompensa, quando existe o controlo sobre os incentivos e a capacidade de recompensar; o poder do perito, detido por quem possui mais conhecimentos numa determinada área; e o poder de referência, quando uma pessoa possui competências e características que fazem com que as outras se identifiquem e se sintam atraídos por ela (Bilhim, 2013).

Quanto à Autoridade, esta consiste no poder autorizado e legitimado associado a uma posição hierárquica. A autoridade advém de uma nomeação, eleição ou escolha por quem de direito, para o exercício de um determinado cargo ou função (Bilhim, 2013).

Existem várias formas de comunicar. A Comunicação pode ser verbal ou não verbal, sendo esta última essencial para a compreensão da mensagem que se pretende transmitir, formal ou informal, descendente, quando se processa de um nível hierárquico superior para um inferior, horizontal, quando é entre pares, ascendente, quando flui da base para o topo, e diagonal, menos frequente do ponto de vista formal porque põe em causa a hierarquia da organização (Sampaio, 2004; Bilhim, 2013).

### **Nível Macro**

A nível macro, entre as variáveis apreciadas, encontram-se a Cultura Organizacional, a Competitividade, a Estratégia Organizacional, a Tecnologia e a Ética e Responsabilidade Social.

A Cultura Organizacional é um processo de aprendizagem acumulada do conjunto de valores, crenças e expectativa partilhados e que orientam o comportamento das pessoas e grupos de uma organização, do qual resulta a identificação do que são comportamentos aceitáveis ou não, contribuindo para a diminuição de conflitos. A cultura, depois de instituída, deve ser mantida e transmitida através de atuações concretas que visem expor os seus colaboradores a experiências semelhantes, como por exemplo, recrutamento, formação e integração (Gomes, 2000).

A Competitividade é um fator importante para as organizações. As leis no mercado da oferta e procura, aliadas ao fenómeno da globalização, fazem com que organizações procurem aumentar a sua eficiência e a eficácia de modo a conseguirem sobreviver, significando que necessitam aumentar os resultados utilizando o mínimo de recursos, quer sejam humanos, materiais, financeiros e tempo (Levy, 1992).

Igualmente, a Estratégia Organizacional é fundamental. As organizações estão sujeitas a constantes desafios decorrentes de mudanças intrínsecas à própria organização, quer da própria estrutura quer das regras e normas internas, e de mudanças extrínsecas à organização, tais como choques económicos, alterações legislativas, mudança de hábitos de consumo, concorrência, entre outros. Estas mudanças obrigam a novos planeamentos estratégicos, que tenham em conta os pontos fortes e fracos da organização, bem como as ameaças e oportunidades do envolvente, de forma que a organização consiga adaptar-se, fazer frente a novas realidades e sobreviver (Costa, 2011).

A Tecnologia também não pode ser descorada pelas Organizações. Resultante da evolução tecnológica, surgem todos os dias máquinas e ferramentas inovadoras, tecnologicamente mais avançadas, que obrigam os indivíduos a adquirirem novas competências, que se tornam rapidamente obsoletas, e a um investimento constante, por parte das organizações, na formação e qualificação profissional dos seus trabalhadores (Cunha *et al*, 2007).

Cada vez mais a sociedade, através de grupos formais e informais, exige que as empresas atentem à Ética e Responsabilidade Social, desempenhem um papel social e, conseqüentemente, adotem uma atuação consonante com o respeito pelos valores sociais, as leis e o ambiente, mesmo que para tal haja uma redução dos lucros (Cunha *et al*, 2007).

### 2.3. Comportamento Organizacional no Contexto Militar

Para finalizar, importa alertar para a importância de se realizarem estudos no âmbito do Comportamento Organizacional em contexto militar. Estes estudos figuram uma importante contribuição para a literatura científica, na medida em que este é um contexto pouco explorado, com especificidades muito próprias, nomeadamente, no processo de seleção, recrutamento, formação e treino, onde existem pré-condições críticas (como por exemplo, testes de desempenho físico), extremamente raro noutras organizações.

Por outro lado, os próprios militares constituem uma fonte de informação importante que deve ser explorada, não só devido à natureza diversa dos indivíduos (por exemplo, diferentes idades, especialidades, postos, raças e tipo de contrato formal – Quadro Permanente, Regime de Contrato e Regime de Voluntariado), mas também porque permitem trabalhar com amostras com características únicas, de grandes dimensões e estáveis e, conseqüentemente, realizar estudos longitudinais.

## 3. GESTÃO DE TALENTOS NA FORÇA AÉREA

Vivemos hoje tempos de grande contenção e austeridade, tanto no plano económico, como no social e político, o que acarreta grandes desafios à gestão das pessoas nas organizações e demais instituições do setor público e privado. A gestão do desempenho (alinhado com os objetivos estratégicos da organização), da motivação e das expectativas dos colaboradores constitui hoje preocupação cimeira em qualquer organização, que busque manter-se competitiva e diferenciadora no mercado. É neste sentido que a afirmação “o fator humano como a vantagem competitiva das organizações” constitui já uma panaceia! No entanto, e tal como tive ocasião de defender num artigo que redigi para a RH Magazine (Palma & Cunha, 2009), mais importante do que termos “pessoas” nas organizações, é termos “talentos”! As “pessoas” são centrais, sim, mas podem não ser suficientes para gerar *valor* nas organizações; se não colocarem as suas competências ao serviço da organização ou não estiverem comprometidas com os seus objetivos estratégicos. É neste enquadramento que a presente comunicação tem como objetivo discutir algumas estratégias que a AFA pode utilizar para transformar os seus colaboradores em talentos e assim potenciar o alinhamento com os objetivos tão nobres desta Academia.

A comunicação começa por definir o que é um “Talento”, avançando, logo de seguida para a exploração de duas abordagens que podem ser seguidas, como meio de motivação e desenvolvimento de talentos na Academia.

### 3.1. Os Talentos e o Chamamento no Trabalho

São várias as profissões e funções profissionais que, mesmo não estando associadas a uma boa remuneração, tendem a ser escolhidas, numa percentagem acima da média. É o que se verifica com a função de “Tratador de Animal” de um jardim zoológico. Em termos de descritivo da função, claro que esta função compreende atividades gratificantes – como o “dar mimo” ou “dar banho” ao animal – mas inclui, também, atividades menos interessantes – como a limpeza dos dejetos ou do habitat do animal. No que toca às práticas de gestão, as oportunidades de crescimento na carreira são reduzidas e, tal com já falado, a remuneração é baixa, situando-se a profissão de “Tratador de Animal” entre as profissões menos bem pagas na nossa sociedade (Percentil 25). Mais, porque cada animal é da responsabilidade de um “Tratador de Animal” (que já o conhece), a disponibilidade de horário em caso de doença ou outro incidente é total (24 horas por dia).

Em síntese, a função de “Tratador de Animal” não está associada a regalias vantajosas, o que poderia diminuir o seu poder atrativo. No entanto, qual não o espanto dos investigadores Bunderson e Thompson (2009), quando constataram que os “Tratadores de Animal” são, maioritariamente, profissionais habilitados com grau de licenciatura e mestrado (nas áreas da medicina veterinária, biologia, ...)! Numa investigação pioneira, estes investigadores foram falar diretamente com estes Tratadores, para perceber o que é que os levava a desempenhar esta função. Entre os relatos dos tratadores de animais destacam-se o “gosto imenso pelos animais, que advém desde a juventude” ou “o dom para tratar dos animais”. Estes tratadores referiram, ainda, os sacrifícios necessários para manter este emprego como “Tratador de Animal” (ex. muitos referiram a necessidade de ter um segundo emprego, para fazer face às contas domésticas), mas que nada os fazia largar este emprego!

Estes resultados vêm brotar a curiosidade acerca das razões que movem a escolha das pessoas pela sua profissão. Norteados por esta questão, os investigadores Wrzesniewski, McCauley, Rozin e Schwartz (1997) realizaram um estudo com uma amostra muito diversificada (que incluía trabalhadores que desempenhavam diferentes funções, ocupavam diferentes posições na hierarquia e trabalhavam em organizações de diferentes setores de atividade) e encontraram três visões distintas acerca da forma como o trabalho pode ser percecionado (Pitacho & Palma, 2015).

Num primeiro plano, o trabalho pode ser visto meramente com um “emprego”, dominado por uma relação transacional – o indivíduo cumpre o estipulado no seu descritivo de funções, em troca de um salário ao final do mês. O horário de trabalho é cumprido escrupulosamente, vivenciando o colaborador a chegada da “sexta-feira” com alegria e a noite de domingo com ansiedade e humor negativo. Outras pessoas, contudo, tendem a ver o seu trabalho como uma “carreira”, buscando o reconhecimento e o crescimento profissional contínuos. Estes colaboradores gostam do seu trabalho e estão dispostos a fazer sacrifícios (ex. trabalhar até mais tarde ou ao fim-de-semana), na expectativa de um dia virem a ser recompensados. A ocupação de posições superiores na hierarquia é um objetivo e uma forma de reconhecimento e brio pelo de-

sempenho e competência demonstrados. Os colaboradores podem, ainda, visionar o seu trabalho como um “chamamento”, considerando que estariam destinados a fazer este trabalho, para o qual consideram que têm um “dom”, pelo que não se viam a realizar nenhuma outra forma de atividade profissional. Este vínculo relacional leva os colaboradores a conferir um sentido ao seu trabalho, considerando-o como um meio para alcançar a sua própria missão de vida, a razão da sua existência. E nesse sentido, os investigadores (Wrzesniewski *et al*, 1997) verificaram que os colaboradores que percebem o seu trabalho como um chamamento, tendiam a focar-se no alcance de resultados o que representava um importante ganho para a organização (tomando como exemplo os “Tratadores de Animais”, em caso de doença do animal, este enfoque levava os profissionais a prestar toda a assistência necessária, que se traduzia no não abandono do animal enquanto não fosse encontrada uma solução – independentemente do horário de trabalho do profissional). E tal comportamento refletia-se, não apenas numa maior satisfação com a vida e numa melhor condição de saúde, mas também no recebimento de maiores rendimentos financeiros (uma vez que estes profissionais tendiam a progredir mais rapidamente na carreira).

Face a estes benefícios, quer para a organização quer para os próprios colaboradores, a grande questão que se coloca é: como podem os profissionais experienciar o seu trabalho como um “chamamento”? Ou, de uma outra forma: como podem as organizações criar as condições que levam os seus colaboradores experienciar o seu trabalho como um “chamamento”? Esta questão remete-nos, primeiro, para uma tentativa de operacionalização deste “chamamento”. Em consonância com os estudos e revisões de literatura efetuados (Palma & Lopes, 2012), a experiência do próprio trabalho como um “chamamento” está relacionado com os talentos: são os talentos que tendem a perceberem um *sentido* no seu trabalho, o qual lhes permite alcançar o seu próprio propósito de vida. Posto isto, o que é, afinal, um talento?

Tal como proposto por Dave Ulrich, um dos mais proeminentes investigadores da área, um “Talento” reúne três componentes fundamentais, também conhecidos como os 3 C’s (Palma & Caracol, 2014): 1º **Competência** – que agrega os conhecimentos e experiências numa dada área, que nos leva a considerar alguém como um especialista; 2º **Compromisso** – que inclui o leque de interesses, gostos e paixões que levam ao treino e à prática intensiva (uma vez que, tal como diz o ditado popular: quem corre por gosto, não cansa); e 3º **Sentido de Contribuição** – que compreende as forças e mais-valias únicas que conferem unicidade ao trabalho, e que estão na base da atribuição de um sentido missionário ao próprio trabalho. Desta forma, um “Talento” define-se como um *expert* numa dada área (detentor do *know how* que lhe permite adotar uma perspetiva divergente e pensar criativamente), que nutre uma paixão por esse mesmo domínio de conhecimento (que leva ao esforço e trabalho contínuos, rumo à melhoria), cujo trabalho continuado leva ao alcance da excelência, ao desenvolvimento de forças e mais-valias únicas e diferenciadoras, capazes de marcar essa mesma área de conhecimento.

Como demonstrado na literatura, são muitos os benefícios que estão associados aos “Talentos”: desde uma maior produtividade e menor absentismo, para a organização, até uma melhor saúde e maior satisfação e sentido de vida, para o próprio colaborador (Palma & Lopes, 2012). Perante estas mais-valias, vale a pena questionar como podem as organizações potenciar o de-

envolvimento de talentos, i.e. como podem as organizações transformar os seus trabalhadores em talentos. É neste sentido que a presente comunicação tem como objetivo discutir algumas estratégias que a AFA pode utilizar para transformar os seus colaboradores em talentos e assim potenciar o alinhamento com os seus objetivos organizacionais.

### 3.2. A Gestão dos Talentos nas Organizações

De entre as várias estratégias com vista ao desenvolvimento de talentos nas organizações realçamos duas: 1) uma de índole organizacional, que passa pelo desenvolvimento da organização enquanto espaço de auto-realização; e 2) uma outra de cariz mais individual, que está relacionada com o ajustamento de cada colaborador com o seu trabalho e a sua organização.

Tomando a AFA como o Caso em estudo, e tendo a informação que consta do site como pano de fundo, podemos denotar a forte orientação e distintividade para a “excelência no ensino” ou para a liderança, patente na afirmação “preparar hoje os chefes do amanhã”. Para além destes, outros valores se elevam, orientados para o patriotismo, a lealdade, a honra, a disciplina ou o espírito de camaradagem; potenciados, em grande medida, pela vivência nas próprias instalações (onde imperam o símbolos e as alusões a estes mesmos valores), a condição militar ou o Código de Honra das Forças Armadas. Neste sentido, a AFA constitui um espaço de auto-realização para todos aqueles que, partilhando destes valores, buscam assumir-se como profissionais e líderes de excelência, na defesa da honra e da sua pátria.

A segunda estratégia de desenvolvimento de talentos, e tal como explanado por Palma e Lopes (2012), compreende; para além deste ajustamento à missão, aos valores e ao *modus operandi* da própria organização; o *fit* com o próprio trabalho – os objetivos de desempenho, os resultados esperados, as tarefas, responsabilidades e processos, ou as próprias relações de comunicação e dependência. A este propósito, não podemos deixar de fazer referência ao estudo realizado com empregadas de limpeza hospitalares, que mesmo encontrando-se na mesma posição hierárquica, trabalhando igualmente por turnos e auferindo o mesmo salário, revelavam desempenhos de diferente qualidade. Tal discrepância levou as investigadoras Wrzesniewski e Dutton (2001) a entrevistar estas profissionais, com o intuito de identificar quais as razões que ajudariam a explicar as diferenças no seu desempenho. Das entrevistas realizadas, as investigadoras identificaram 2 grupos distintos: um que denominaram de “grupo reativo” (em que as avaliações de desempenho se posicionavam abaixo da média) e um outro que designaram de “grupo proativo” (que incluía trabalhadoras com avaliações de desempenho acima da média). Resumidamente, as respostas entre os dois grupos variaram dramaticamente no que toca à percepção acerca da “relação com os doentes” e à “importância do seu trabalho”.

No que respeita a “relação com os doentes”, e mesmo desempenhando uma função com “descritivo funcional” idêntico, as diferenças foram notórias: enquanto o “grupo reativo” efetuava as limpezas do quarto hospitalar sempre que os doentes estavam a dormir (e faziam pouco barulho para não os perturbar), o “grupo proativo” fazia questão de limpar o quarto sempre que os doentes estavam despertos. E estas profissionais aproveitavam para tecer alguns dedos

de conversa – interrogando acerca da existência de dores (prontificando-se para chamar o enfermeiro) ou simplesmente para fazer alusão “ao lindo dia que estaria lá fora” (enquanto subiam os estores da janela). Quanto à questão que apontava para a “importância do seu trabalho”, as diferenças voltaram a emergir: enquanto o “grupo reativo” considerava que efetuava um trabalho indiferenciado, revelando-se as empregadas facilmente substituíveis, o “grupo proativo” considerava que o seu trabalho lhes permitia melhorar os cuidados de saúde prestados (ex. aumento da higiene) e até elevar a satisfação dos doentes (ex. através da conversa mantida com os doentes).

Em síntese, este estudo vem demonstrar quão importante é a forma como percebemos o nosso trabalho. Mesmo realizando a mesma função – com idêntico descritivo funcional e regalias – os profissionais diferem na sua prestação, muito em resultado da importância que atribuem à sua própria função! Por outras palavras, os colaboradores são chamados a colocarem os seus 3 C’s – as suas competências, os seus interesses e compromissos, as suas forças e mais-valias – ao serviço do seu trabalho e da sua organização. Cabe às organizações, também, criarem as condições propícias a esta situação. E, nesse sentido, a AFA – ao constituir um espaço de realização profissional, tal como falado em cima - aproxima-se de uma organização capaz de criar as condições facilitadoras da transformação das suas pessoas em talentos! Os Talentos beneficiam não apenas as próprias pessoas, como também as organizações pelo que é de todo desejável desenvolver talentos nas organizações.

### 3.3. A Gestão de Talentos na AFA

Atendendo às especificidades da AFA enquanto organização – pautada por uma missão e um conjunto de valores e normas de conduta claramente bem definidos – a atração e o desenvolvimento de Talentos passa, em grande medida, pela seleção de pessoas cujo perfil esteja alinhado com as características distintivas desta Academia. Em termos da retenção dos Talentos, as estratégias passam pelo reforço dos valores e do código de conduta, através de um leque amplo de atividades, iniciativas ou festividades.

Em conclusão, a capacidade das organizações para atrair, desenvolver e reter Talentos está muito dependente da aposta em profissionais cujos valores pessoais se alinham com os valores e o *modus operandi* organizacional e do reforço contínuo desse mesmo alinhamento.

## 4. ERRO HUMANO E ERRO ORGANIZACIONAL

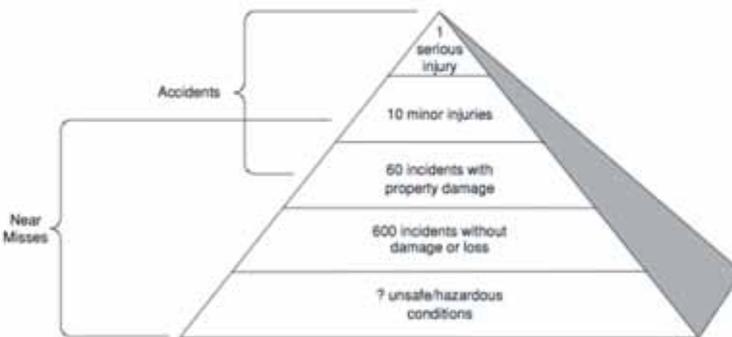
No âmbito do doutoramento em Gestão do Instituto Superior de Economia e Gestão está a ser desenvolvida uma tese sobre Erro Humano e Erro Organizacional em Organizações de Alta Fiabilidade. Esta relação com a gestão prende-se com um dos seus objetivos (Saúde, 2006, p. 21): “possibilitar às organizações melhor adequação ao meio que a rodeia, tendo por propósito concretizar metas e objectivos”. Se compreendermos o funcionamento da organização e percebermos o desempenho de nível individual e organizacional poderemos melhorar os seus

resultados. De facto, os erros fazem parte do desempenho e errar, não só faz parte da natureza humana, como até poderá ter vantagens.

#### 4.1. Erro Humano

Quando falamos de erros, falamos de atos inseguros, ou seja, uma determinada ação cuja consequência pode ser catastrófica. Reason (1997) distingue, nos atos inseguros, os erros das violações. Os primeiros estão associados a ações involuntárias que se podem traduzir em descuidos, lapsos ou enganos. As segundas associadas a ações intencionais. Erros ou violações podem provocar falhas ativas ou falhas latentes.

Em diferentes contextos (e.g. aeronáutico, espacial, nuclear) este é um tema relevante na medida em que dos erros podem resultar incidentes e/ou acidentes graves (e.g. *Chernobyl*, *Challenger*). A questão fundamental é que esses erros são uma pequena parte do que acontece e são aqueles que têm, na maior parte dos casos, visibilidade. Em teoria, por cada acidente fatal, existiram cerca de 600 ocorrências que podem ou não ter sido registadas (consoante a sua categoria) (Figura 1).



**Figura 1** – Pirâmide da Segurança  
Fonte: Phimister, Kleindorfer e Kuhnreuther (2003, p. 446)

Na FAP, entre 1985 e 2015, perderam-se 40 aeronaves e cerca do mesmo número de vidas humanas, sendo que a última ocorrência com um avião monolugar registou-se em 2008, não tendo havido perda do piloto. Relativamente aos incidentes, há registos de diversas ocorrências, tendo sido em 2013 registado o número mais elevado (173) e em 2001 o número mais baixo (26). Estes valores não significam, necessariamente, que existiu um aumento de ocorrências, apenas que o seu registo foi em maior número. Um dos motivos que nos leva a colocar esta hipótese prende-se como o conhecimento de que tem sido feito um esforço, na Força Aérea, em promover o reporte de todas as situações.

Grande parte dos estudos académicos relacionados com o setor aeronáutico está associada ao cockpit e aos controladores, ou seja, ao erro ativo, de consequências imediatas. No entanto,

12% dos acidentes têm como causa identificada o erro humano da manutenção, estimando-se que por cada hora de voo existam 12 horas de manutenção (Dhillon, 2007). Estes valores não podem ser ignorados.

Na tese mencionada anteriormente, o objeto de estudo é a manutenção de aeronaves militares portuguesas, ou seja, o erro latente e/ou condições latentes cujas consequências podem ficar “adormecidas” no tempo. O problema é que este tipo de erro, ainda que seja mais frequente, é de difícil identificação.

Para a *Civil Aviation Authority* (CAA, 2002), os erros humanos na manutenção podem ter duas formas distintas: o erro que conduz a uma discrepância específica que não existia antes na aeronave; e o erro resultante de uma condição que não é detetada durante a manutenção ou entre manutenções (por exemplo, a progressão de uma fratura). No mesmo documento refere-se que qualquer tarefa executada numa aeronave é uma oportunidade para o erro humano acontecer (e.g. uma deficiente instalação de um equipamento).

No caso concreto do erro associado à manutenção aeronáutica, o acidente de um Boeing 737 da Aloha Airlines, a 28 de Abril de 1988, foi um interessante caso de estudo. Durante o voo, a aeronave perdeu parte da sua fuselagem superior, ficando com uma abertura de cerca de 5.5 metros de comprimento. Ainda que tenha sido possível aterrar de emergência, uma das comissárias de bordo, derivado à diferença de pressão, tinha sido expelida da aeronave tendo sido o único caso mortal (sobreviveram os 94 pessoas). Da investigação de acidentes levada a cabo, concluiu-se que o que motivou a separação da estrutura foi a existência de cerca de 240 fissuras. Essas fissuras já existiam aquando da inspeção, mas não tinham sido identificadas pela equipa de manutenção (todos com experiência). Ainda que tenha havido erro humano associado às ações de manutenção, houve certamente outro tipo erros, ou condições, que permitiram que aquela situação ocorresse.

Começamos a sair da esfera do indivíduo para a esfera da organização, ou seja, o indivíduo é a ponta de uma lança e a lança tem uma série de fatores associados. Nesta sintonia encontramos Reason (1997) que, de acordo com o seu modelo, observa o erro humano mais como a consequência de algo e menos como a causa do acidente. Acrescenta que identificar o erro é o princípio para começar a procurar a causa que pode estar no local de trabalho ou estar associada a fatores organizacionais. De facto, para Teresa d’Oliveira (2006, p. 76) o “erro humano corresponde a um conjunto de comportamentos humanos e cuja natureza distinta remete para diferentes intervenções organizacionais preventivas”. Num contexto organizacional há regras, regulamentos, procedimentos padronizados e normas que contêm prescrições específicas sobre como se deve efetuar uma determinada tarefa.

## 4.2. Erro Organizacional

Ao longo dos últimos anos a segurança tem sido olhada com perspetivas diferentes. Inicialmente uma questão associada a fatores técnicos, depois a fatores humanos e dá uns anos para cá olha-se para os fatores organizacionais (ICAO, 2013).

No sentido de caracterizar a organização “manutenção aeronáutica”, e por se admitir que funciona num ambiente complexo e de risco, apresentando índices baixos de erro, concluiu-se que podia ser observada como uma organização do tipo *High Reliability Organization* (HRO). Este tipo de organização, considerando que os erros, e consequentemente as situações inesperadas, são difíceis de prever, lidam com esta dificuldade tentando melhorar a capacidade de os antecipar. Tipicamente podemos dizer que as HRO se caracterizam por: revelarem preocupação com as falhas, resistirem à tendência para simplificar, serem sensíveis às operações (capacidade de estar atento às falhas que os sistemas têm) e aos seus efeitos, estarem comprometidas com a resiliência e valorizarem o conhecimento especializado (Weick & Sutcliffe, 2007).

Este entendimento sobre as HRO leva-nos a questionar se os erros apenas têm consequências negativas. Na abordagem que seguimos, as consequências negativas do erro são os incidentes e os acidentes. Associado a estes derivam outras como, por exemplo, os custos ou uma baixa de produtividade. Contudo, encontramos na literatura referências à questão da aprendizagem resultante dos erros. Para além da aprendizagem, autores como van Dyck, Frese, Baer e Sonnentag (2005) propõe a resiliência e a inovação. De facto, a informação sobre os efeitos positivos que o erro pode ter é reduzida e abre caminho à investigação neste domínio. A título de exemplo, e associado ao trabalho de campo já realizado neste âmbito, houve oportunidade de verificar que nos relatórios de investigação de incidentes/acidentes da Força Aérea as ações recomendadas são fontes de informação relativas aos benefícios do ato de errar, nomeadamente no que diz respeito à alteração de processos ou, por exemplo, há verificação de toda uma frota para detetar o mesmo tipo de problemas. A própria investigação incentiva a discussão entre os pares e, de certa forma, contribui para a resolução de problemas.

### **4.3. A Influência da Cultura Organizacional**

Existem evidências, relacionadas com a psicologia organizacional, de que as organizações podem prevenir os erros, mas também os podem causar (CAA, 2002a). O técnico de manutenção, enquanto indivíduo numa organização, é influenciado pelo modelo de gestão adotado, pelo padrão de decisão, pelo clima organizacional, pela cultura de segurança e pela cultura organizacional.

A cultura organizacional é fundamental, no meio em estudo, para a segurança. Vejamos a cultura como um “sistema constituído pelos significados coletivamente aceites por um grupo, num determinado período de tempo” (Pettigrew, 1979, p. 574). Então, a cultura enquanto ferramenta da gestão é uma disseminadora de valores com “produção” de lealdade, empenhamento, produtividade e eficiência financeira. Hofstetter e Harpaz (2011) associam a cultura de uma organização ao comportamento que a própria organização incentiva. Para Choudhry, Fang, Dongping e Mohamed (2007) a cultura organizacional resulta da interação entre a organização e o indivíduo e o comportamento dos indivíduos pode ser alterado pela interação mútua. O comportamento organizacional baseia-se na forma como as pessoas interagem no grupo social em que se inserem. Estudos desenvolvidos na área do comportamento organizacional têm por objetivos: explicar, identificando os motivos que levam um indivíduo ou equipa a ter determina-

do comportamento; prever, antecipando as consequências de, por exemplo, ações que se tentam executar; e controlar, identificando o que é necessário implementar de forma a originar os comportamentos achados adequados (Robbins, 2002).

Sendo o objetivo da investigação em curso responder à questão “Através de que processos a manutenção de aeronaves gere os erros latentes de forma a potenciar as suas consequências positivas?”, é essencial compreender de que forma o comportamento organizacional se constitui e como pode ser alterado.

Hirschfeld, Jordan, Feild, Giles e Armenakis (2006), Chen e Klimoski (2007), escrevem que os membros de uma equipa necessitam de saber como trabalhar em conjunto, precisam desse conhecimento para que a equipa funcione. O conhecimento de como os empregados lidam e reagem às situações permite criar novas formas de explorar melhor as oportunidades de aprendizagem e de criar mecanismos que explorem e transfiram a aprendizagem para um nível organizacional. Um dos objetivos aplicados do estudo do comportamento organizacional é gerir a diversidade e desenvolver as competências dos trabalhadores.

## 5. CONCLUSÃO

Sendo o Comportamento Organizacional uma unidade curricular que só muito recentemente começou a ser ministrada na AFA, este artigo teve como objetivo desvendar esta temática, explorando-a sob diferentes pontos de vista. Assim, primeiramente, fez-se um enquadramento do Comportamento Organizacional como campo de estudo e de intervenção, onde foram apresentados diferentes definições, conceitos relevantes e níveis de análise.

Na segunda parte do artigo discutiram-se algumas estratégias que a AFA pode utilizar para desenvolver os talentos dos seus colaboradores e, assim, potenciar o alinhamento com os seus objetivos organizacionais. Após a operacionalização de um “Talento” - enquanto revelador de Competências, Compromissos e Sentido de Contribuição num mesmo domínio de conhecimento, que lhe permite dar o “seu cunho pessoal” no seu trabalho – abordaram-se duas estratégias que as organizações têm ao seu alcance para atrair, desenvolver e reter talentos – a estratégia organizacional e estratégia individual. Os Talentos beneficiam não apenas as próprias pessoas, como também as organizações pelo que é de todo desejável desenvolver talentos nas organizações.

Para finalizar, foi apresentado um estudo, que se encontra em curso, sobre a questão do Erro Humano e do Erro Organizacional em contexto militar. Nos últimos anos ocorreram situações que demonstram que os acidentes em organizações de elevada fiabilidade têm consequências dramáticas e que, por isso, devem ser evitados. As medidas para a prevenção do erro estão estabelecidas nesse tipo de organizações, mas focalizam-se em evitar as consequências negativas dos erros, não analisando as consequências positivas dos mesmos (quando existem). As manutenções de aeronaves são o foco deste estudo, interessando perceber os processos

envolventes em termos comportamentais ao nível organizacional, nomeadamente, compreender como e quais as razões porque ocorre o erro organizacional, bem como a relação entre os diferentes níveis de erro (humano, de equipa e organizacional) e os fatores organizacionais.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### COMPORTAMENTO ORGANIZACIONAL: UM CAMPO DE ESTUDO E DE INTERVENÇÃO

- Bilhim, J. (2013). *Teoria organizacional: Estruturas e pessoas* (7 ed.). Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas.
- Castanheira, L., & Caetano, A. (1999). Dimensões do contrato psicológico. *Psicologia*, 13 (1-2), 99-125.
- Costa, R. (2011). *Estratégia organizacional e "outsourcing": Os recursos estratégicos de competitividade empresarial*. Coimbra: Edições Almedina.
- Cunha, M. P., Rego, A., Cunha, R. C., & Cardoso, C. C. (2007). *Manual de comportamento organizacional e gestão*. Lisboa: Editora RH.
- Gomes, D. (2000). *Cultura organizacional: Comunicação e identidade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Herriot, P., & Pemberton, C. (1996). Contracting careers. *Human Relations*, 49, 757-790.
- Levy, A. (1992). Competitividade organizacional: Decisões empresariais para uma nova ordem económica mundial. São Paulo: Makron, McGraw-Hill.
- Meyer, J. P., & Allen, N. J. (1991). A three-component conceptualization of organizational commitment. *Human Resources Management Review*, 1 (1), 61-89.
- Meyer, J. P., & Allen, N. J. (1997). *Commitment in the workplace: Theory, research, and application*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Mitchel, T.R. & Larson Jr. J. R. (1987). *People in organizations: An introduction to organizational behavior* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: McGraw-Hill.
- Pereira, O. (1997). *Fundamentos de Comportamento Organizacional*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Robbins, S. P. (1997). *Essentials of organizational behavior*. New Jersey: Prentice-Hall International.
- Robbins, S. P., & Judge, T. A. (2015). *Organizational behavior* (16<sup>th</sup> Ed.). Harlow: Person Global Edition.
- Rousseau, D. (1995). *Psychological contracts in organizations: understanding written and unwritten agreements*. NewburyPark: Sage.
- Sampaio, A. (2004). *Comportamento e cultura organizacional*. Lisboa: Universidade Autónoma Editora.
- Schalk, R., & Roe, E. (2007). Towards a dynamic model of the psychological contract. *Journal for the Theory of Social Behavior*, 37 (2), 167-182.
- Ulrich, D. (2008). *Talent. Making People your Competitive Advantage*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Wrzesniewski, A., McCauley, C., Rozin, P., & Schwartz, B. (1997). Jobs, careers, and callings: people's relations to their work. *Journal of Research in Personality*, 31, 21-33.
- ### GESTÃO DE TALENTOS NA FORÇA AÉREA
- Bunderson, J. & Thompson, J. (2009). The Call of the Wild: Zookeepers, Callings, and the Double-edged Sword of Deeply Meaningful Work. *Administrative Science Quarterly*, 54: 32-57.
- Palma, P. J. & Cunha, M. P. (2009). Retenção de Talentos: Uma Prioridade para a Competitividade. *RH Magazine*: 28-32.
- Palma, P. J. & Caracol, C. C. (2014). Gerindo Talentos: A Vantagem Competitiva do Gestor de Recursos Humanos. *RH Magazine*, Julho/Agosto, pp. 26-32.
- Palma, P. J. & Lopes, M.P. (2012). *Paixão e Talento no Trabalho*. Lisboa: Edições Sílabo.

Palma, P. J. & Silva, R. (2014). Proatividade e Espírito Empreendedor. In Palma, P. J., Lopes, M.P. & Bancaleiro, J. *Psicologia Para Não Psicólogos: A Gestão à luz da Psicologia*. Lisboa: Editora RH.

Pitacho, L. & Palma, P. J. (2015). Como implementar sistemas de recompensas com real impacto na produtividade? *RH Magazine*, 96.

Ulrich, D. (2008). *Talent. Making People your Competitive Advantage*. San Francisco: Jossey-Bass.

Wrzesniewski, A. & Dutton, J. (2001). Crafting a Job: Revisioning employees as active crafters of their work. *Academy of Management Review*, 26 (2): 179-201.

Wrzesniewski, A., McCauley, C., Rozin, P., & Schwartz, B. (1997). Jobs, careers, and callings: People's relations to their work. *Journal of Research in Personality*, 31, 21-33.

<http://www.emfa.pt/www/po/unidades/subPagina-10D00-019.001.009-missao-e-valores>.

## ERRO HUMANO E ERRO ORGANIZACIONAL

CAA. (2002, janeiro 22). *CAP 715: An Introduction to Aircraft Maintenance Engineering Human Factors for JAR 66*. (CAA, Ed.) Retrieved dezembro 15, 2013, from Civil Aviation Authority: <http://www.caa.co.uk/docs/33/cap715.pdf>

CAA. (2002a, janeiro 22). *CAP 715: An Introduction to Aircraft Maintenance Engineering Human Factors for JAR 66*. (CAA, Ed.) Retrieved dezembro 15, 2013, from Civil Aviation Authority: <http://www.caa.co.uk/docs/33/cap715.pdf>

Chen, G., & Klimoski, R. J. (2007). Training and development of human resources at work: Is the state of our science strong? *Human Resource Management Review*, 17, 180-190.

Choudhry, R. M., Fang, D., & Mohamed, S. (2007). The nature of safety culture: A survey of the state-of-the-art. *Safety Science*, 45, 993-1012.

Dhillon, B. S. (2007). *Human reliability and error in transportation systems*. Springer.

D'Oliveira, T. C. (2006). Acidentes organizacionais e fatores humanos. In J. C. Gomes, *Comportamento organizacional e gestão: 21 Temas e Debates para o Século XXI* (pp. 69-84). Lisboa: RH Editora.

Hirschfeld, R. R., Jordan, M. H., Feild, H. S., Giles, W. F., & Armenakis, A. A. (2006). Becoming team players: Team members' mastery of teamwork knowledge as a predictor of team task proficiency and observed teamwork effectiveness. *Journal of Applied Psychology*, 91, 467-474.

Hofstetter, H., & Harpaz, I. (2011). Declared versus actual organizational culture as indicated by an organization's performance appraisal. *The International Journal of Human Resource Management*, pp. 1-22.

ICAO. (2013). *Safety Management Manual*. Retrieved março 22, 2013, from International Civil Aviation Organization: <http://www.icao.int/safety/SafetyManagement/Documents/Doc.9859.3rd%20Edition.alltext.en.pdf>

Pettigrew, A. M. (1979). On Studying Organizational Cultures. *Administrative Science Quarterly*, 24, 570-581.

Phimister, J. R., Kleindorfer, P. R., & Kuhnreuther, H. (2003). Near-miss incident management in the chemical process industry. *Risk Analysis*, 23, 445-459.

Reason, J. (1997). *Managing the Risks of Organizational Accidents*. Aldershot: Ashgate.

Robbins, S. P. (2002). *Essentials of Organizational Behavior*. Englewood Cliffs: Prentice- Hall.

Saúde, J. M. (2006). *Engenharia do sistema de sustentação de aeronaves comerciais: modelo unificador da gestão do processo de suporte*. Covilhã: Universidade da Beira Interior.

van Dyck, C., Frese, M., Baer, M., & Sonnentag, S. (2005). Organizational error management culture and its impact on performance: a two-study replication. *Journal of applied psychology*, 90, pp. 1228-1240.

Weick, K. E. (2001). *Making sense of the organization*. Oxford: Blackwell.

Weick, K., & Sutcliffe, K. (2007). *Managing the unexpected: Resilient performance in an age of uncertainty*. San Francisco: Jossey Bass.





**Academia da Força Aérea**  
Granja do Marquês – 2715-021 Pêro Pinheiro  
Tel.: 219 678 956 – Fax: 219 678 956



Parada e Alojamento de Alunos

