

MODELO DE TRANSFORMAÇÃO DO PODER AÉREO NACIONAL FACE AO PARADIGMA DA GUERRA AÉREA AUTÓNOMA

JOÃO PAULO NUNES VICENTE

joao.vicente.6@gmail.com

Brigadeiro-General Piloto Aviador da Força Aérea Portuguesa (Portugal). Diretor das Operações Aéreas do Comando Aéreo. Doutor em Relações Internacionais pela Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa. Docente do Doutoramento em Ciências Militares do Instituto Universitário Militar e Investigador integrado no Centro de Investigação e Desenvolvimento do Instituto Universitário Militar (CIDIUM). Autor de vários livros e artigos na área do Poder Aéreo, em particular no emprego de sistemas aéreos não tripulados.

Resumo

O conceito de Guerra Aérea Autónoma é um paradigma emergente, caracterizado pela proliferação de Sistemas Aéreos com Funcionalidades Autónomas (SAFA) com elevados níveis de inteligência artificial, empregues em diversos conceitos de operação disruptivos, com potencial transformacional das funções operacionais do Poder Aéreo (PA), alterando a utilidade deste instrumento militar. A investigação tem como objetivo propor um modelo de transformação do PA nacional que maximize as oportunidades deste paradigma emergente, verificando a sua aplicabilidade nas perspetivas operacional, estrutural e genética. A análise revela o potencial para melhoria do produto operacional nas várias missões operacionais, consubstanciada no alargamento da cobertura persistente dos espaços estratégicos de interesse, em resultado da complementaridade de aeronaves tripuladas e SAFA, assim como em conceitos de operação em equipa, em que os SAFA funcionam como extensão das capacidades tripuladas e mesmo, através do emprego colaborativo de enxames com elevados níveis de autonomia. O modelo apresentado propõe uma Visão e uma Estratégia centrada em três Vetores de Transformação – Educação, Inovação e Operações – alavancando as áreas de maior potencial e valor acrescentado da Força Aérea Portuguesa para aumentar o conhecimento; maximizar competências, colaboração e cooperação; e expandir o produto operacional.

Palavras-chave

Poder Aéreo, Guerra Aérea Autónoma, Sistemas Aéreos com Funcionalidades Autónomas, Transformação, Força Aérea Portuguesa.

Abstract

The concept of Autonomous Air Warfare (AAW) is an emerging paradigm, characterized by the proliferation of Aerial Systems with Autonomous Functionalities (ASAF) with high levels of artificial intelligence, used in various disruptive operating concepts, with transformational potential of Air Power's operational functions, changing the utility of this military instrument. The research aims to propose a model for the transformation of the national Air Power that maximizes the opportunities of this emerging paradigm, verifying its applicability in operational, structural, and genetic perspectives. The analysis reveals the potential for improvement of the operational product in various missions, substantiated by the expansion of persistent coverage of strategic interest areas. This is achieved through the complementarity of manned aircraft and ASAF, as well as in team operation concepts, serving



as an extension of manned capabilities, and even through the collaborative use of swarms with high levels of autonomy. The model presented proposes a Vision and Strategy centered on three Transformation Vectors – Education, Innovation and Operations – leveraging the areas of greatest potential and added value of the Portuguese Air Force to increase knowledge; maximize skills, collaboration and cooperation; and expand the operational product.

Keywords

Air Power, Autonomous Air Warfare, Aerial Systems with Autonomous Functionalities, Transformation, Portuguese Air Force.

Como citar este artigo

Vicente, João Paulo Nunes (2024). Modelo de Transformação do poder aéreo Nacional face ao Paradigma da Guerra Aérea Autónoma. *Janus.net, e-journal of international relations*. VOL 15 N.º 2, Novembro 2024-Abril 2025, pp. 420-452. <https://doi.org/10.26619/1647-7251.15.2.18>.

Artigo recebido em 17 de Dezembro de 2023 e aceite para publicação em 8 de Setembro de 2024.





MODELO DE TRANSFORMAÇÃO DO PODER AÉREO NACIONAL FACE AO PARADIGMA DA GUERRA AÉREA AUTÓNOMA

JOÃO PAULO NUNES VICENTE

1. Introdução

No âmbito desta investigação entende-se a Guerra Aérea Autónoma como um paradigma emergente da Guerra Aérea, caracterizado pela proliferação de Sistemas Aéreos com Funcionalidades Autónomas (SAFA) com níveis de Inteligência Artificial (IA) cada vez mais evoluídos, empregues em diversos conceitos de operação disruptivos, com potencial transformacional transversal às funções operacionais do Poder Aéreo (PA), alterando a utilidade deste instrumento militar.

Enquanto as guerras pós-11 de setembro tiveram um efeito detonador para a proliferação de aeronaves operadas remotamente, multifuncionais e dispendiosas (Vicente, 2013: 73), a Guerra na Ucrânia confirmou a tendência para a disseminação acelerada de plataformas baratas, letais e descartáveis. Embora a maioria dos SAFA empregues seja controlada remotamente, o que significa que a decisão de atacar ainda permanece nas mãos de operadores humanos, a Ucrânia validou a importância das funcionalidades autónomas num ambiente aéreo fortemente contestado, proporcionando maiores incentivos para desenvolver e utilizar enxames de sistemas com níveis avançados de autonomia (Hammes, 2023).

Neste sentido, Portugal e as Forças Armadas Portuguesas (FFAA), em particular a Força Aérea Portuguesa (FAP) enquanto principal organização responsável pela geração e emprego do PA nacional, devem analisar as consequências desta alteração de paradigma.

Isto porque inúmeras forças militares aliadas desenvolvem, integram e operam SAFA cada vez mais avançados, obrigando a maior interoperabilidade para operar em coligação com esses parceiros.

Também as ameaças provenientes de adversários estatais e não-estatais irão aumentar em resultado da exploração de capacidades com níveis avançados de autonomia, empregues em modelos operacionais disruptivos.

Ao nível nacional, Portugal demonstra ambição tecnológica e operacional neste domínio, por exemplo, ao possuir uma Estratégia Nacional de IA (INCoDe.2030, 2019), e ao produzir e/ou operar sistemas com níveis variados de funcionalidades autónomas (Gray & Ertan, 2021: 36).



De igual forma, o Ministério da Defesa Nacional (MDN), antecipando as tendências internacionais de transformação dos métodos de combate, reconhece a necessidade de apostar em projetos de Investigação, Desenvolvimento e Inovação (ID&I), com “prioridade muito clara aos sistemas autónomos não tripulados, à robótica e à IA” (Despacho n.º 4101/2018, de 23 de abril: 11678);

Finalmente, a Visão Estratégica 2022-2034 do Chefe do Estado-Maior-General das Forças Armadas (CEMGFA, 2022: 14-16) reconhece o potencial revolucionário dos sistemas não tripulados e da IA, como capazes de alterar o paradigma da Guerra, mas com riscos de segurança acrescidos, referindo a necessidade de atenção redobrada, nos processos de planeamento estratégico e operacional, para a análise das implicações deste fenómeno por forma a prever, mitigar e gerir os riscos associados.

Em termos de análises inseridas no contexto militar e com aplicabilidade ao PA nacional, o enfoque tem sido na definição de uma Estratégia Nacional (Morgado, 2016; Vicente, 2013) ou em propostas de edificação da capacidade de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas nas FFAA (Gonçalves, 2017; Páscoa, 2020; Pinto, 2021). Rodriguez (2021) restringiu a análise à compreensão do impacto do uso de sistemas autónomos por forças militares à luz do DIH e Marques (2022) analisou a problemática dos sistemas robóticos, mas delimitada ao Exército Português.

Neste enquadramento, e considerando que a investigação acerca dos níveis crescentes de autonomia nos sistemas aéreos a nível nacional é ainda reduzida, importa prospetivar opções que maximizem a utilidade do PA nacional através da aplicabilidade do paradigma de GAA, contribuindo para informar a definição da estratégia aérea nacional futura, de forma que esta transformação possa ocorrer de forma antecipada e deliberada, ou, por outras palavras, de forma planeada.

Assim, o objeto de estudo desta investigação está delimitado aos espaços estratégicos de interesse nacional de emprego do PA pela FAP. Tratando-se de uma investigação centrada no PA, define-se a FAP como prisma institucional, sem desvalorizar o modelo de operações conjuntas, nem o imperativo de uma abordagem multidomínio das operações militares. De igual forma, circunscreve-se à análise da aplicabilidade do paradigma da GAA, em termos do impacto do desenvolvimento e emprego dos SAFA, para a transformação do PA nacional, nas vertentes operacionais, estruturais e genéticas.

Desta forma, considerando as estratégias de transformação em curso em organizações militares de referência, esta investigação tem como objetivo propor um modelo de transformação do PA nacional que permita a exploração das oportunidades do paradigma emergente de GAA.

Em termos de organização, este estudo é desenvolvido em cinco capítulos. Após a introdução é efetuado um enquadramento teórico e metodológico. Em seguida é analisada a aplicabilidade deste paradigma à realidade nacional, antes de se propor o modelo para a transformação do PA nacional. No último capítulo serão sintetizadas as conclusões da investigação.



2. Enquadramento teórico e metodológico

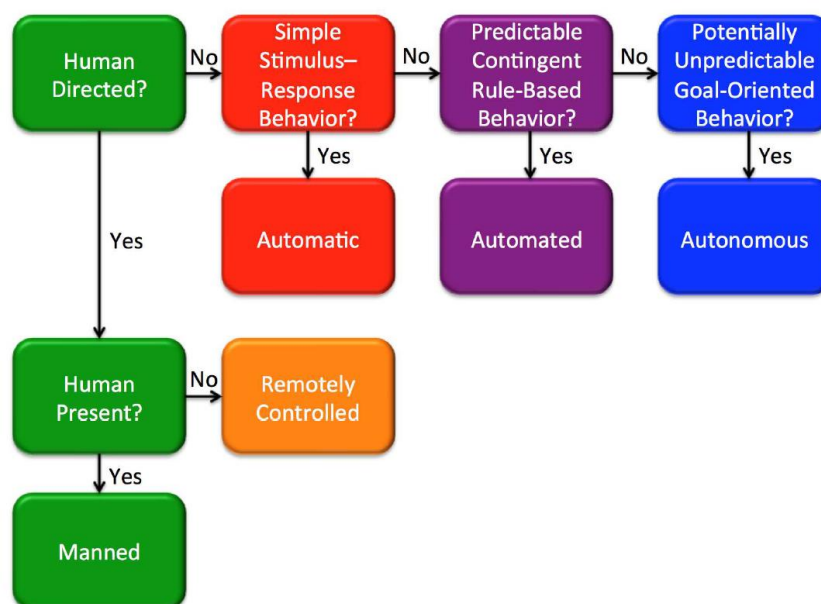
2.1 Autonomia nos Sistemas de Armas

Face à complexidade do conceito de “Autonomia” importa aprofundar a compreensão com recurso ao relacionamento entre os seus atributos e ilustrando-os com exemplos práticos.

Portugal possui nas suas FFAA Sistemas de Armas (SA) com diferentes níveis de funcionalidades autónomas (Gray & Ertan, 2021: 36). No que concerne a domínio aéreo, a Marinha emprega sistemas de defesa aérea de proximidade *Goalkeeper* e *Phalanx* com capacidade para efetuar, de forma automática, sem interferência humana, a busca, deteção, seguimento, priorização e destruição de alvos que, consoante a sua velocidade e direção, sejam ameaça para o navio (Lewis, Blum, & Modirzadeh, 2016: 44). Outros sistemas semiautónomos incluem os mísseis *Sea Sparrow* (que equipam as fragatas) e o míssil ar-ar de longo alcance *AIM-120 Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile* (que equipam os F-16). Em termos de mísseis antinavio, destaca-se o míssil *Harpoon* que equipa o P-3C *Cup+* e as fragatas e submarinos nacionais.

No que concerne à categorização, podem observar-se na Figura 1 os vários níveis de autonomia dos sistemas. À medida que as máquinas se tornam mais sofisticadas, adquirem capacidade para concretizar tarefas mais difíceis em ambientes complexos. Contudo, as ações específicas tornam-se também mais imprevisíveis.

Figura 1 – Mapa conceptual dos termos associados com “Autonomia”

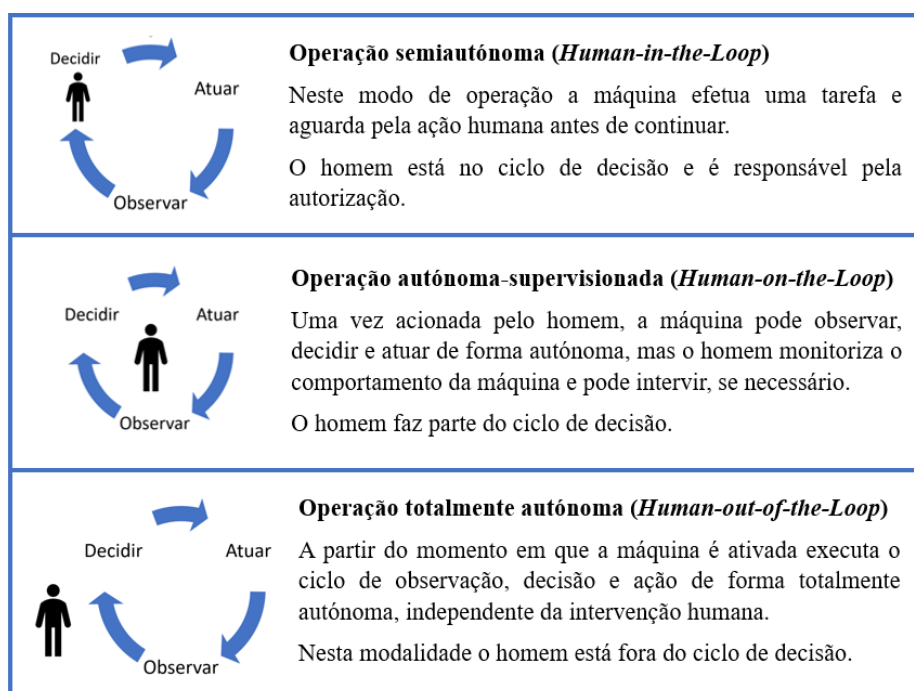


Fonte: Schaub e Kristoffersen (2017: 9).



Por outro lado, a Figura 2 caracteriza a autonomia em termos da **relação Homem-Máquina durante a execução da tarefa**, que se reflete no tipo de operação em modo semiautónomo (*human-in-the-loop* – homem no ciclo de decisão), autónomo-supervisionado (*human-on-the-loop* – homem em ciclo de decisão) e totalmente autónomo (*human-out-of-the-loop* – homem fora do ciclo de decisão).

Figura 2 – Relação Homem-Máquina no Ciclo de Decisão

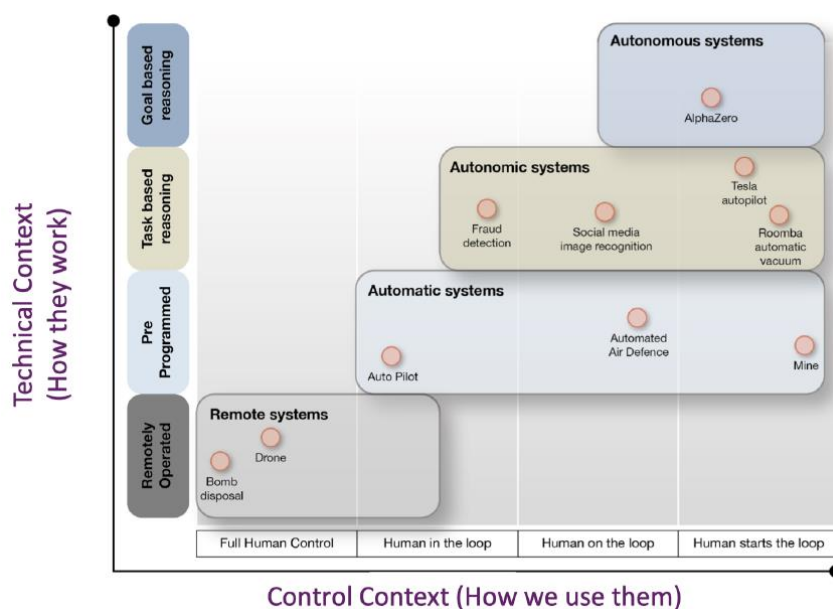


Fonte: Adaptado de Scharre (2018: 36-37).

Finalmente, a Figura 3 agrega os conceitos anteriores e ilustra os níveis de autonomia dos sistemas em termos de contexto técnico (capacidade em termos de inteligência) e de controlo (intervenção humana).



Figura 3 – Modelo de classificação de sistemas autónomos



Fonte: Australian Defence Force (ADF) (2020: 18).

Neste sentido, é possível destacar (ADF, 2020: 17-19):

No contexto técnico, ao nível básico, a máquina é operada remotamente, e é desprovida de funcionalidades independentes (e.g. no caso dos equipamentos de desativação de explosivos ou um sistema aéreo não tripulado). À medida que a sofisticação aumenta, as funcionalidades automáticas permitem a execução de tarefas mais complexas, mas de maneira previsível e baseada em regras ou algoritmos bem definidos (e.g. o piloto automático de uma aeronave, um sistema de defesa aérea ou uma mina, com níveis variados de interferência humana). No nível de operação autónómica, os sistemas realizam as tarefas definidas pelo ser humano por meio de um conjunto de regras predefinidas, respondendo aos estímulos de maneira probabilística (e.g. as aplicações de reconhecimento facial ou o sistema de condução da *Tesla*, possuem funcionalidades de aprendizagem consoante a interação com o Homem e com o ambiente). Por último, os sistemas totalmente autónomos, ainda inexistentes na plenitude das funcionalidades, conseguem desempenhar tarefas mais complexas com base na aprendizagem resultante do processamento interno dos dados que recolhem, com a finalidade de concretizar o objetivo estipulado pelo decisor humano (e.g. os algoritmos *AlphaZero* e *AlphaDogFight* da empresa *DeepMind* capazes de desempenhos comparáveis ao ser humano, mas em ambientes controlados, como em jogos de Xadrez e *Go*, ou mesmo em combate simulado com pilotos de caça).

Quanto ao espectro do controlo humano sobre o sistema, o nível básico permite o controlo total sobre o sistema. À medida que a sofisticação da máquina aumenta, a interferência humana vai-se reduzindo, e no estágio mais evoluído, estabelece apenas os parâmetros da tarefa, dá início ao ciclo e efetua a supervisão da execução, com capacidade de intervenção, por vezes reduzida.



Face a este enquadramento concetual de autonomia, a qualificação de um sistema como autónomo não significa que este desempenhe todas as funções num nível absoluto. Assim, a discussão binária sobre a questão de autonomia é redutora, uma vez que poderá tornar difícil distinguir os sistemas atuais dos futuros, e com isso dificultar os esforços de regulamentação. Nesse sentido, Horowitz (2016) propõe uma aproximação funcional tendo por base as funções específicas e que permita distingui-los como munições, plataformas e sistemas operacionais. Neste contexto, seguindo Scharre & Horowitz (2015), esta investigação foca a análise nas “funcionalidades autónomas” dos sistemas aéreos (SAFA), considerando que a localização geográfica do elemento humano no sistema é uma questão secundária, devendo a discussão focar-se nas funções desempenhadas pelo sistema e no seu grau de autonomia ou dependência do controlo humano (Williams, 2015: 37). De igual forma, não iremos efetuar o debate legal e ético sobre potenciais sistemas letais totalmente autónomos, que de momento, ainda não existem.

2.2 Guerra Aérea Autônoma

Vicente (2023a; 2023b) analisa os efeitos do paradigma emergente de GAA na transformação das organizações militares de referência, nomeadamente as forças aéreas dos Estados Unidos da América (EUA), do Reino Unido e da Austrália, tendo como enfoque o desenvolvimento e introdução operacional de SAFA cada vez mais evoluídos. Tendo por base estes estudos é possível caracterizar os atributos fundamentais deste fenómeno.

Em termos concetuais pode caracterizar-se o paradigma de GAA como a operacionalização de letalidade e sensorização distribuídas, integrando em equipas colaborativas, plataformas tripuladas reforçadas com SAFA de múltiplas categorias e em conceitos de operação variados (e.g. operação isolada, em equipa com aeronaves tripuladas ou em enxames), e que através do emprego desagregado de entidades com funções dedicadas, como sensores, armamento, sistemas de guerra eletrónica e Comando e Controlo (C2), permitem massificar a força e estender em profundidade a capacidade de combate em ambientes contestados.

O nível crescente de autonomia dos SAFA permite a aceleração da tomada de decisão, assim como uma maior ubiquidade dos meios aéreos, em termos de concentração de massa e acesso operacional a ambientes congestionados e contestados, de forma, cada vez mais independente da localização e número dos combatentes humanos. Em termos de custo e risco, nas funções em que superem as capacidades tripuladas, a eficácia militar será o principal motivador para a adoção crescente dos SAFA.

O processo de implementação de SAFA na estrutura de forças depende de uma abordagem adaptada à maturação tecnológica, ao seu desempenho operacional e ganho de capacidade obtido, assim como aos conceitos de operação, incluindo genericamente, três modalidades sequenciais ou simultâneas: (1) Reforço de capacidades através da inserção da tecnologia nas plataformas existentes, ou com a introdução de SAFA automáticos para melhorar as funcionalidades, acrescentar massa em termos de sensores ou armamento, e ganhar maior familiarização com os SAFA; (2) Expansão de capacidades através da operação de SAFA em conjunto com as plataformas tripuladas



existentes, permitindo um aumento incremental das funcionalidades, como por exemplo a penetração em ambientes contestados, evitando o risco de atrição de plataformas tripuladas; (3) Substituição de capacidades por SAFA evoluídos capazes de desempenhar a missão de forma mais eficaz e eficiente que a plataforma tripulada.

Tomando como referência os resultados de estudos sobre a aplicação do paradigma de GAA nas organizações militares de referência é possível sintetizar os indicadores mais relevantes nas dimensões de conceitos, capacidades, organização e pessoas (Figura 4).

Figura 4 – Síntese de indicadores da aplicação da GAA



Fonte: Vicente (2023a;2023b).

Em suma, o paradigma de GAA apresenta vantagens qualitativas e quantitativas, em termos de eficácia operacional, eficiência de efeitos e custo e diminuição de risco humano



face às alternativas tripuladas. Contudo, apresenta desafios, entre outros, de confiança no desempenho operacional e fiabilidade tecnológica dos SAFA, na sua introdução na estrutura de forças, ou na capacidade de recrutar, educar e reter recursos humanos especialistas. Revela também a tendência para a alteração da interferência humana no processo de decisão e controlo de SAFA, mostrando a evolução crescente da IA para emprego de sistemas com funcionalidades mais complexas e em grande quantidade, mas também a necessidade de reter níveis adequados de controlo significativo humano, em particular sobre os sistemas letais.

Face a estes atributos, entende-se a Transformação do PA como o resultado da introdução de uma tecnologia inovadora, sustentada por novas doutrinas, organização e conceitos de operação. Ou seja, traduz os conceitos em capacidades, configurando uma inovação em grande escala. É possível inferir que o sucesso da Transformação implica que as organizações militares fomentem a inovação como competência basilar (Vicente, 2007).

Contudo, importa lembrar Horowitz (2010) quando refere o registo histórico para demonstrar que existe uma grande diferença entre introdução de uma tecnologia no espaço de batalha e a completa integração dessa tecnologia na estratégia nacional sob a forma de capacidade militar. Isto porque, a adoção de uma inovação militar por um estado requer "intensidade financeira" para o seu desenvolvimento ou aquisição e "capital organizacional" para acomodar as alterações em termos de processos (doutrina, recrutamento, treino) ou operações.

2.3 Metodologia

Em termos metodológicos será adotado um raciocínio indutivo que, partindo da observação de factos e de realidades específicas do objeto de estudo, nomeadamente, do processo em curso em organizações militares congéneres para adoção do paradigma da GAA, identifica tendências que permitam informar uma proposta de transformação do PA nacional. A estratégia de investigação qualitativa recorre à análise documental e entrevistas semiestruturadas a 24 especialistas nacionais (Tabela 1) em diversas áreas militares, científicas e industriais, para levantamento dos fatores de aplicabilidade do fenómeno à realidade nacional, nas perspetivas operacional (emprego das capacidades), estrutural (organização das capacidades) e genética (edificação de capacidades).

Finalmente, o desenho de pesquisa de estudo de caso, que tendo por pressuposto a similaridade doutrinária e organizacional entre as organizações militares congéneres (EUA, Reino Unido e Austrália) e a FAP, enquanto responsáveis pela geração e emprego do PA, permite aferir as medidas de otimização em termos de conceitos de emprego, as capacidades para operacionalizar os conceitos, a organização que estabelece o referencial para o uso da força e as pessoas que o tornam possível.



Tabela 1 – Lista de entrevistados

#ENT	GUIÃO /ENT#	Entidade	Função
E1	EST1	Profº Drº Bruno Oliveira Martins	Investigador Sénior no <i>Peace Research Institute Oslo</i> (PRIO)
E2	EST2	Profº Drº Afonso Seixas Nunes	Professor Assistente - <i>School of Law – Saint Louis University</i> Investigador na Área dos Sistemas de Armas Autónomos
E3	EST3	MGEN Nuno Lemos Pires	Diretor-Geral de Política de Defesa Nacional
E4	EST4	BGEN Paulo Viegas Nunes	Presidente do Conselho de Administração da Siresp S.A.
E5	EST5	TCOR Francisco Proença Garcia	Professor Associado com Agregação e <i>Dean for Faculty</i> do Instituto de Estudos Políticos da Universidade Católica
E6	OPS1	TGEN Alfredo Cruz	Ex-Comandante Aéreo – Investigador do CIDIUM – Poder Aéreo
E7	OPS2	MGEN José Lourenço da Saúde	Ex-Diretor da Direção de Manutenção de Sistemas de Armas da Força Aérea. Universidade de Évora - Cátedra CEiiA de Ciência e Tecnologia Aeroespacial.
E8	OPS3	MGEN José Morgado	Assessor do CEMGFA para Inovação e Transformação
E9	OPS4	COR Fernando Leitão	Especialista em Poder Aéreo
E10	OPS5	COR Carlos Páscoa	Assessor do CEMGFA para Inovação e Transformação
E11	OPS6	COR Jorge Gonçalves	Chefe da Divisão de Planeamento do Estado-Maior da Força Aérea
E12	OPS7	COR Marco Carvalho	Representante Militar da Força Aérea na Delegação de Portugal na NATO em Bruxelas
E13	OPS8	COR Duarte Freitas	Especialista em Poder Aéreo
E14	OPS9	TCOR Carlos Batalha	Comando da Logística da Força Aérea
E15	OPS10	MAJ Luís Silva	Comandante da Esquadra 991
E16	INOV1	MGEN Jorge Corte-Real Andrade	Subdiretor Direção-Geral de Recursos de Defesa Nacional
E17	INOV2	BGEN João Almeida	Diretor Departamento para a Inovação e Transformação do Estado-Maior-General das Forças Armadas
E18	INOV3	Profº Drº Ricardo Alves	Diretor de Estratégia Empresarial idD Portugal <i>Defence</i>
E19	IND1	Engº Pedro Petiz	Diretor de Desenvolvimento Estratégico da <i>Tekever</i>
E20	IND2	Engº Nuno Simões	CEO <i>UAVision</i>
E21	IND3	Engº José Neves	Presidente AED Cluster Portugal
E22	I&D	TCOR Luís Félix	Diretor do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA)
E23	INT1	Profº Drº João Caetano	<i>Project Officer UAS Programmes - European Defence Agency</i> (EDA)
E24	INT2	Profº Drº Maria Nunes	<i>Deployable Systems Project Manager – NATO Support and Procurement Agency</i> (NSPA)

Legenda

Guiões: EST – Estratégia / OPS – Operações / INOV – Inovação / IND – Indústria / I&D – Centro de Investigação da Academia da Força Aérea / INT – Internacional (EDA&NSPA)

Fonte: Autor.

3. Aplicabilidade do paradigma da Guerra Aérea Autónoma ao Poder Aéreo nacional

Os atributos do paradigma de GAA identificados nos processos de transformação das organizações militares congéneres revelaram a relevância militar e o impacto nas funções operacionais do PA. Adicionalmente, permitem constatar a natureza do debate acerca dos desafios e ameaças que constroem o desenvolvimento e integração futura dos SAFA nos sistemas de forças militares.



Neste sentido, importa agora aferir a sua aplicabilidade nacional. Apesar das necessárias diferenças, em termos de ambição, contexto e magnitude da mudança, considera-se que as tendências de transformação irão replicar-se no panorama internacional. Assim, é possível inferir o impacto da GAA em termos da utilidade do PA para concretização dos objetivos políticos, através do emprego dos SAFA como potenciador de capacidade operacional nas várias Missões das Forças Armadas (MIFA) (Conselho Superior de Defesa Nacional, 2014).

A análise é sustentada pelas entrevistas realizadas a especialistas, tem como prisma de observação a FAP e está organizada segundo as perspetivas operacional (emprego das capacidades), estrutural (organização das capacidades) e genética (edificação de capacidades). Este constructo, expresso nas perspetivas de gestão estratégica, facilita também a identificação de medidas de melhoria, otimização e contributos para a transformação do PA nacional.

3.1. Enquadramento estratégico nacional

O Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN) vigente mantém a sua atualidade, ao estabelecer as linhas orientadoras e prioridades para o investimento em capacidades essenciais ao cumprimento das MIFA, multiplicadoras de forças, com maior eficiência dos efeitos operacionais, onde se destacam, entre outras, a vigilância e controlo dos espaços de soberania e sob jurisdição nacional, o C2, comunicações e informações efetivas, e o apoio à proteção civil (Governo de Portugal, 2013: 37-38).

No quadro conceptual estratégico-militar, os cenários de emprego das FFAA e as suas missões não sofrerão alterações significativas com a revisão do CEDN, uma vez que não existem novas ameaças, alterando-se, no entanto, a forma como se manifestam, a prioridade como devem ser combatidas e a forma de resposta (N. Pires, entrevista por videoconferência, 05 de janeiro de 2023; F. Garcia, entrevista por videoconferência, 20 de janeiro de 2023). Assim, a disrupção tecnológica resultante da crescente robotização e sanitização da Guerra, impede uma perceção clara acerca da dimensão da ameaça, da aceleração do seu desenvolvimento e acima de tudo, da magnitude da resposta (N. Pires, *op. cit.*).

A elevada superfície de ataque, quer em termos de duplo uso (emprego civil e militar) e uso duplo (multifunção), quer dos efeitos operacionais multidomínio, torna a dimensão ofensiva da GAA mais remuneradora, criando maior complexidade na defesa geográfica alargada de forças, infraestruturas críticas e população (P. Nunes, entrevista por videoconferência, 20 de fevereiro de 2023). Adicionalmente, os agentes não estatais, incluindo indivíduos, recorrendo à armamentização do sistema e à sua utilização de forma criativa e inesperada, podem ter impacto desproporcional em espaços de soberania nacional (A. Nunes, entrevista por videoconferência, 20 de janeiro de 2023; P. Nunes, *op. cit.*).

Desta forma, emergem vulnerabilidades que importa considerar, através de uma resposta holística integrada, proporcional, priorizada e credível, em termos de proteção e contramedidas face a um adversário que utilize estas capacidades (P. Nunes, *op. cit.*; B. Martins, entrevista por videoconferência, 21 de fevereiro de 2023; N. Pires, *op. cit.*).



3.2 Perspetiva Operacional

Confrontados com o dilema de Portugal ser uma pequena Nação, mas com um espaço geoestratégico permanente e conjuntural de responsabilidade alargada, importa priorizar a introdução de capacidades, face ao seu contributo operacional, em cenários com probabilidade de ocorrência elevada, bem como, encontrar o equilíbrio entre recursos limitados e o investimento em tecnologias relativamente imaturas (N. Pires, *op. cit.*). Importa também considerar que, sendo o contexto de inovação de IA maioritariamente civil, irá implicar uma maior interação civil-militar, em que as FFAA têm de cooperar com a indústria e a academia para encontrar as soluções para os problemas operacionais (B. Martins, *op. cit.*).

Apesar do contributo operacional dos SAFA ser transversal às MIFA (com exceção da Ciberdefesa), destaca-se, a curto prazo, o aumento exponencial do conhecimento situacional relevante, com ênfase na vigilância persistente dos Espaços Estratégicos de Interesse Nacional Permanente (EEINP) e Conjuntural, e na resposta a emergências em colaboração com as entidades civis (C. Páscoa, entrevista por *email*, 21 de dezembro de 2022), garantindo um melhor rácio de custo/benefício, em termos do produto operacional e dos recursos humanos empregues no processo de fusão de informação (C. Batalha, entrevista por *email*, 02 de janeiro de 2023).

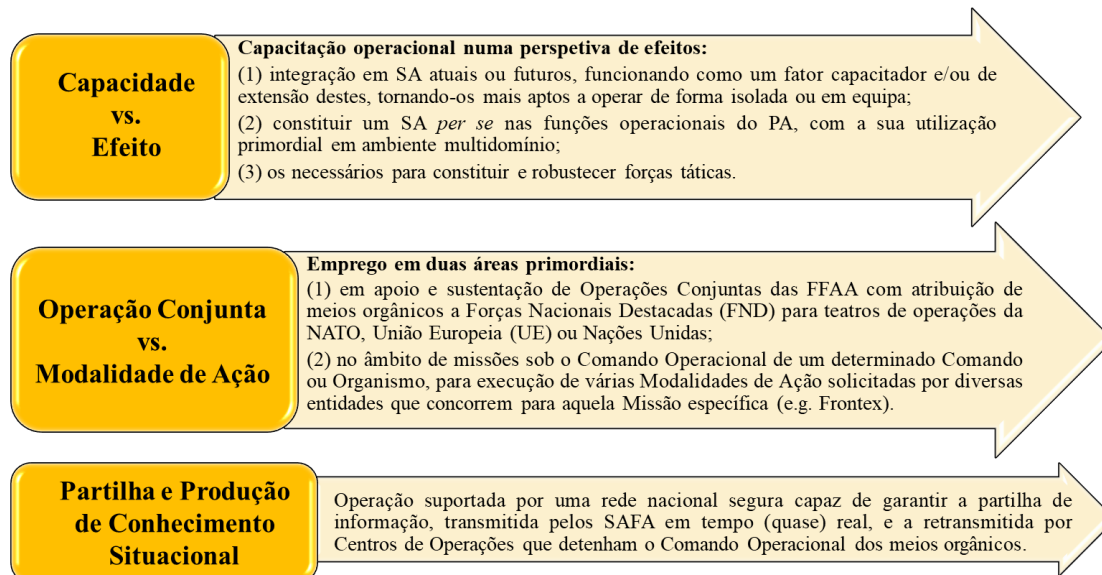
Neste âmbito, as áreas de aplicação são multidimensionais em tarefas de vigilância de grandes áreas e operação em espaços confinados (P. Petiz, entrevista por *email*, 02 de dezembro de 2022), num processo de reforço da sensorização com aptidão para fusão e classificação automática dos dados recolhidos, permitindo uma validação dos alvos e uma adaptabilidade mais rápida e precisa do processo de decisão (N. Simões, entrevista por *email*, 03 de janeiro de 2023).

Assim, para os pequenos países, os SAFA podem funcionar como sistemas de capacitação, promovendo economia de escala (N. Pires, *op. cit.*), como complementaridade numa rede de meios tripulados e não tripulados em áreas onde existam lacunas de persistência e cobertura (F. Garcia, *op. cit.*). Para além disso, o emprego de SAFA deve ser priorizado para operação em ambientes multidomínio, de forma totalmente integrada com as capacidades aéreas nacionais e interoperável com sistemas aliados (D. Freitas, entrevista por *email*, 09 de janeiro de 2023; J. Saúde, entrevista por *email*, 26 de dezembro de 2022).

A operacionalização dos SAFA poderá ser vista em termos da relação entre capacidades, efeitos, modalidade de ação e partilha de informação (Figura 5).



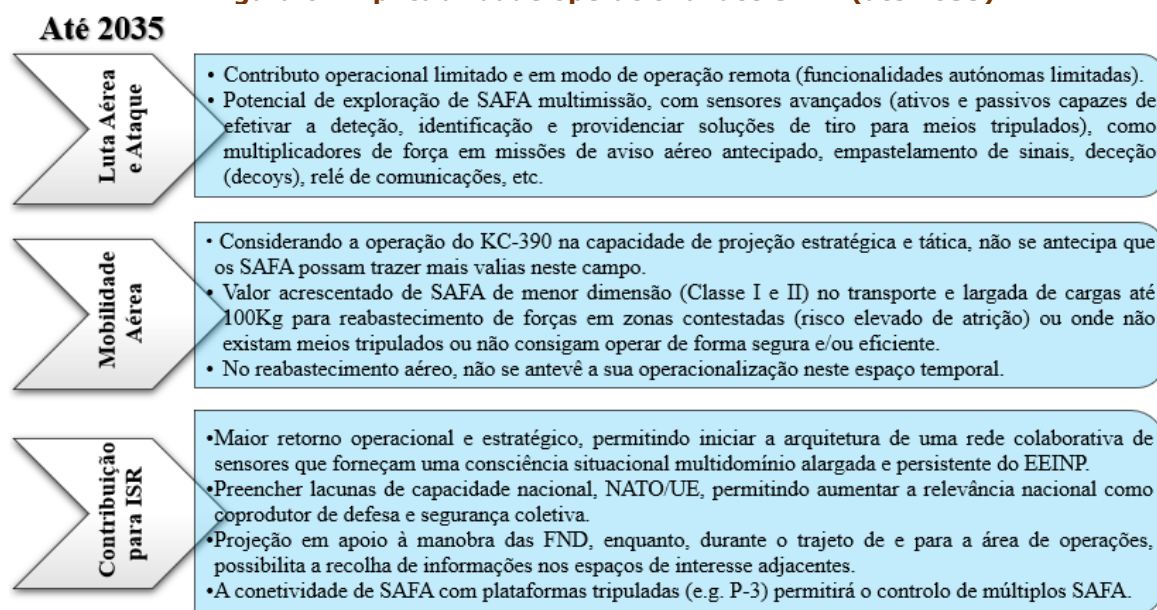
Figura 5 – Dimensões de operacionalização de SAFA



Fonte: Adaptado de M. Carvalho (entrevista por *email*, 19 de fevereiro de 2023).

Considerando as funções operacionais do PA, a maturação tecnológica e evolução do contexto operacional, incluindo o ciclo de vida das capacidades do Sistema de Forças (SF), é possível sintetizar a aplicabilidade dos SAFA em dois horizontes temporais distintos (Figuras 6 e 7).

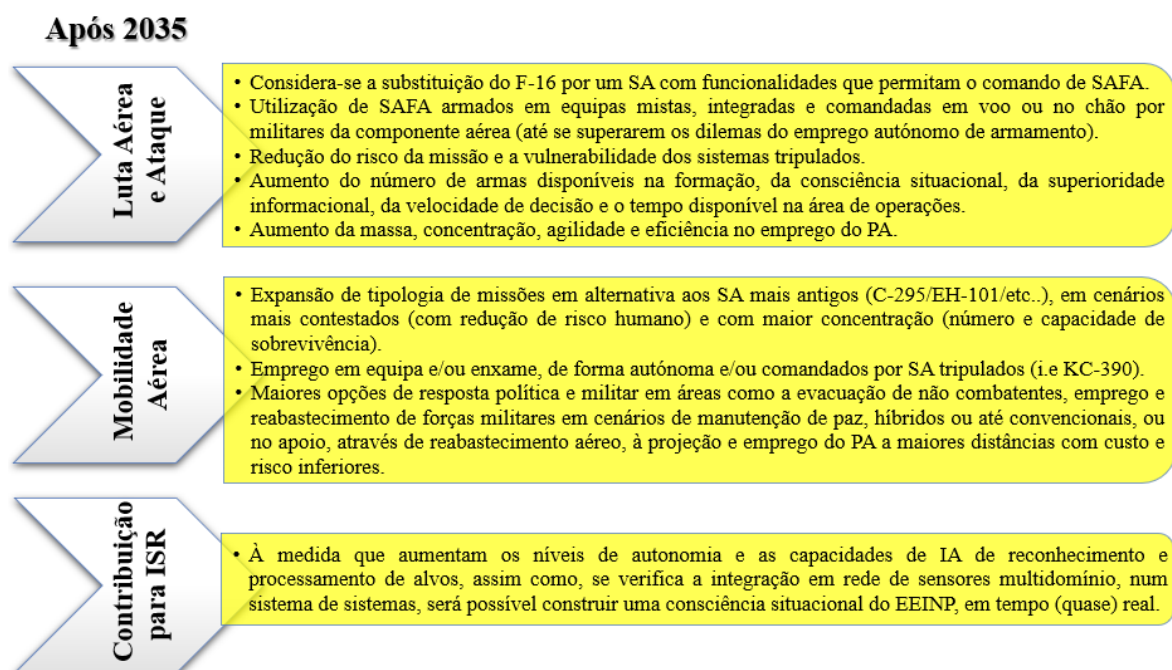
Figura 6 – Aplicabilidade operacional dos SAFA (até 2035)



Fonte: Adaptado de D. Freitas (*op. cit.*).



Figura 7 – Aplicabilidade operacional dos SAFA (após 2035)



Fonte: Adaptado de D. Freitas (*op. cit.*).

Adicionalmente, o cenário conceptual da GAA exprime a delegação progressiva pelo homem do atrito do combate em máquinas, num patamar de desintermediação da Guerra, através de um ponto singular de C2 em que tudo se integra e controla na rede, onde o homem interage com um *display* para gerir os dispositivos que combatem (P. Nunes, *op. cit.*). No entanto, ao contrário das máquinas, as Pessoas, para além do conhecimento teórico, têm o conhecimento prático de saber gerir forças em contexto militar, ou seja, a "experiência da experiência" (A. Nunes, *op. cit.*). Isto é particularmente importante em ambientes de grande fluidez, como a guerra convencional, onde a mente humana ainda é soberana (A. Cruz, entrevista por *email*, 15 de janeiro de 2023).

Finalmente, face à complexidade de dotar as máquinas com razão, e em linha com a discussão internacional e com as posições do governo português nas Nações Unidas (Lewis, 2020: 135-136), verifica-se um amplo consenso dos entrevistados para a necessidade de respeitar o enquadramento legal internacional, assim como implementar mecanismos que garantam um controlo humano significativo sobre a autonomia destes sistemas para emprego da força letal.

3.3. Perspetiva Estrutural

O emprego de SAFA, com níveis de IA cada vez mais elevados e em conceitos de operação inovadores, trará alterações estruturais, em termos da forma como estas capacidades são organizadas e nos recursos humanos que as operam e controlam.



Considerando o interesse de várias entidades no produto operacional dos SAFA, a coordenação e exploração dos seus efeitos deverá ser, tendencialmente, efetuada de forma integrada ao mais alto nível, sob pena de se subdimensionar ou subvalorizar os atributos da capacidade (P. Nunes, *op. cit.*). Por outro lado, a dispersão de entidades do Estado operadoras de SAFA, com diversas cadeias de C2, torna ineficiente a exploração da capacidade e do seu produto operacional, aumentando o risco de segurança (F. Garcia, *op. cit.*). Assim, até que se alcance a maturidade doutrinária das operações multidomínio, a forma mais eficiente de integração de SAFA será num quadro operacional vertical, numa orgânica dependente do Comando Aéreo, maximizando as capacidades de C2 e Fusão de Informação existentes, assim como a integração com os meios tripulados, salientando-se que esta opção:

- Promove a flexibilidade na utilização de recursos materiais e humanos, facilita a criação de sinergias e otimiza as infraestruturas dedicadas ao apoio e operação, desde que garanta a satisfação das necessidades operacionais das entidades beneficiárias e exista financiamento adequado (e.g. partilhado) para operação (F. Leitão, entrevista por *email*, 31 de dezembro de 2022);
- Obriga a um comprometimento comum dos beneficiários, sem o qual trará ineficiência acrescida ao sistema, podendo colocar em risco a sua aquisição/implantação (C. Pascoa, *op. cit.*);
- É essencial para o C2 de SAFA mais sofisticados (Classe II/III), e considerando o volume de informação, necessidades de integração (múltiplas dimensões), gestão do espaço aéreo e custo elevado; mas não se antecipam ganhos de eficiência no C2 centralizado para os SAFA de apoio orgânico à manobra terrestre ou naval (Classe I), com necessidades táticas específicas e localizações mais restritas, com operação a altitudes mais baixas (D. Freitas, *op. cit.*; A. Cruz, *op. cit.*);
- À medida que a tecnologia permita a operação simultânea de múltiplos SAFA por uma única estação de controlo, irá registar-se uma maior eficiência na utilização dos recursos humanos especializados e da pegada logística associada (J. Morgado, entrevista por *email*, 05 de janeiro de 2023).

Ao nível de estruturas operacionais, a FAP edificou em 2021 a Esquadra de Voo 991 (ESQ991) com a missão de ISR, que opera SAFA com capacidades limitadas, tanto ao nível operacional como de funcionalidades autónomas. Contudo, a ESQ991 constitui um exemplo de transformação organizacional (C. Páscoa, *op. cit.*), ainda embrionário, mas que pode estabelecer as bases para a edificação de uma capacidade futura mais robusta de ISR, com sistemas de maiores dimensões e sofisticação (F. Leitão, *op. cit.*). Adicionalmente, a experiência e conhecimento acumulados pela ESQ991 podem contribuir para desenvolver novos conceitos operacionais, capacidades, requisitos e competências de formação (M. Carvalho, *op. cit.*; J. Saúde, *op. cit.*). Com os recursos humanos e materiais adequados, mas sem colocar em causa o cumprimento da missão operacional atribuída (L. Silva, entrevista por *email*, 20 de fevereiro de 2023), pode alavancar iniciativas de ID&I de futuros SAFA (J. Morgado, *op. cit.*), em estreita ligação



com pilotos operacionais (incluindo pilotos de teste nacionais), engenharia e área de manutenção (D. Freitas, *op. cit.*).

Para além da componente de C2 e de operações, que podem acomodar a introdução gradual de SAFA, importa considerar medidas adicionais, descritas na Tabela 2, que contribuem para uma melhor adaptação organizacional à GAA.

No que concerne à vertente das Pessoas, os desafios da complexidade da IA e da autonomia têm implicações quantitativas e qualitativas.

Em termos quantitativos, apesar da melhoria do rácio homem/efeito operacional resultante da introdução de SAFA, irá verificar-se um acréscimo da necessidade de recursos humanos especialistas e dedicados (com um tempo mínimo de permanência) para operação e sustentação da capacidade, incluindo a infraestrutura de C2 e a rede tecnológica que permite a gestão da informação. Perante a incapacidade de recrutar e formar os recursos humanos necessários, poderá recorrer-se à externalização seletiva de vetores de capacidade, incluindo, se necessário, a formação, apoio à operação e sustentação dos SAFA (B. Martins, *op. cit.*). Este impacto irá ser gradualmente mitigado à medida que ferramentas de IA são introduzidas nos diferentes vetores de capacidade (operação, C2 e Fusão de Informação).

Tabela 2 – Medidas de otimização organizacional

Alterações e Medidas Organizacionais (# Entrevistado)
<ul style="list-style-type: none">❑ Incrementar o investimento ao nível da arquitetura de sistemas de informação e comunicação, C2 e gestão da informação, introduzindo ferramentas de IA (E8/E10/E11/E13/E14).❑ Assegurar conectividade e operação em rede distribuída segura e resiliente, incluindo a ciberdefesa, de todas as entidades e sensores, garantindo um elevado fluxo de informação, através da recolha e armazenamento centralizado e posterior fusão com recurso à IA (E7/E8/E10/E13).❑ Implementar uma metodologia organizacional estruturada para a Inovação e exploração de modelos de cooperação institucional mais eficientes, com a criação ao nível do Estado-Maior da Força Aérea, e integrada na Divisão de Planeamento de uma Repartição para a Inovação e Gestão de Projetos, de forma a: (E10/E11/E13)<ul style="list-style-type: none">➤ Estabelecer um ponto focal de interação estratégica com o ecossistema de Inovação da Defesa, nomeadamente, as Divisões de Inovação dos Ramos, a Divisão de Inovação e Transformação do EMGFA, a Direção-Geral de Recursos de Defesa Nacional (DGRDN), a idD Portugal <i>Defence</i>, os parceiros da BTID e do SCTN, da EDA, da NSPA e da NATO <i>Innovation Network</i>;➤ Estabelecer uma sincronização ao nível estratégico entre os planos de edificação de capacidades militares e a estrutura de acompanhamento de projetos cofinanciados da Força Aérea, permitindo uma exploração mais eficiente dos instrumentos de financiamento disponíveis (LPM, PESCO, FED, NATO <i>Innovation Fund</i>, Plano de Recuperação e Resiliência, Parceria para a Inovação, etc).

Fonte: Autor

Numa perspetiva qualitativa, a GAA obriga a um forte investimento na educação, treino e retenção do elemento humano, sendo que os SAFA vêm agravar a escassez de



competências especialistas, verificando-se um consenso generalizado dos entrevistados para a necessidade de uma revisão salarial e uma valorização das carreiras, complementadas com medidas seletivas, como indicado na Tabela 3.

Tabela 3 – Investimento no elemento humano

Investimento na educação, treino e retenção do elemento humano especialista (# Entrevistado)
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Introdução de conteúdos de IA e autonomia nos currícula, se necessário em colaboração com a academia e empresas, com formação contínua para criação de uma cultura de conhecimento tecnológico, em particular dos militares envolvidos na programação, planeamento e emprego do PA (E6/E10/E11/E13).<input type="checkbox"/> Definição das competências que devem ser procuradas pelo recrutamento, com ênfase nas valências de computação, ciberdefesa, e sistemas aviónicos (E8/E10/E14).<input type="checkbox"/> Criação de um quadro especial de raiz, com recrutamento e formação inicial dedicada, potenciando a especificidade da função, a motivação e o comprometimento com a missão (E9/E15).<input type="checkbox"/> Educação da liderança para aumentar a compreensão acerca das capacidades e limitações dos SAFA (E15).<input type="checkbox"/> Necessidade de equipas multidimensionais de pilotos, operador, programadores, engenheiros e técnicos (E6).<input type="checkbox"/> Redução de rotatividade dos especialistas (E10).<input type="checkbox"/> Criação de programas de troca de experiências com forças aéreas aliadas (E9).<input type="checkbox"/> O carácter multidomínio dos meios e das operações obriga a uma otimização das competências por via da certificação dos recursos humanos em vários SA (E14).<input type="checkbox"/> Treino em ambiente sintético e inclusão de SAFA em exercícios e em operações reais (E8/E9/E12/E14).

Fonte: Autor

À semelhança das organizações militares congéneres analisadas, também os entrevistados reconhecem a confiança na tecnologia como o fator primordial para a sua aceitação e introdução com sucesso na FAP.

Enquanto os desafios da transição geracional de sistemas tripulados são eminentemente tecnológicos, no que concerne ao emprego dos SAFA as questões são também de cariz cultural (L. Silva, *op. cit.*). A resistência à introdução de SAFA poderá estar associada à potencial redução de sistemas tripulados e à diminuição da necessidade de pilotos de aeronaves tripuladas (C. Batalha, *op. cit.*). Para além disso, a resistência decorre da falta de confiança resultante das limitações operacionais destes sistemas, quando comparadas com as capacidades dos seus congéneres tripulados (F. Leitão, *op. cit.*). Um fator primordial para promover a aceitação generalizada é a compreensão do valor operacional dos SAFA e a demonstração, frequente e integrada, da operação segura em espaço aéreo partilhado (L. Silva, *op. cit.*), e da garantia que existe um decisor humano com capacidade de intervenção em situações críticas (J. Gonçalves, entrevista por *email*, 12 de janeiro de 2023). Assim, à medida que a evolução tecnológica aumenta, com padrões de desempenho operacional equivalentes às aeronaves tripuladas, também aumentará a confiança da comunidade operacional, potenciando a operação de SAFA mais capazes.



O centro de gravidade da transformação são as Pessoas. Em particular, a função da Liderança é fundamental para estabelecer uma Visão e Estratégia que promovam o comprometimento e ação por parte de todos (C. Páscoa, *op. cit.*), através do estabelecimento de planos de longo prazo, com ações, responsabilidades e metas específicas (M. Carvalho, *op. cit.*), que fomentem a coerência e continuidade dos processos de desenvolvimento e edificação de capacidades (C. Batalha, *op. cit.*). Através da definição do nível de ambição e do estado final desejado é possível garantir o alinhamento organizacional (J. Saúde, *op. cit.*), em particular num paradigma fortemente disruptivo (J. Morgado, *op. cit.*).

3.4 Perspetiva Genética

Em termos de SAFA, a FAP opera 12 sistemas *Ogassa* Ogs 42 produzidos pela empresa portuguesa *UAVision* e adquiridos para efetuar vigilância aérea no âmbito do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais. Este sistema de Classe I (com 40 kg de peso à descolagem), empregue em missões de ISR terrestre, dispõe de baixos níveis de IA, assim como de persistência e alcance reduzidos, sendo operado numa modalidade de controlo remoto (Força Aérea, s.d.). Para além da FAP, também a Marinha e o Exército empregam uma variedade de sistemas, com automatização em certas fases do voo, mas de classes operacionais mais baixas. De igual modo, a ID&I e a produção nacional de SAFA está limitada às tipologias mais baixas (Classe I e II).

No que se refere aos projetos integrados no Plano de Iniciativas Estratégicas para a Inovação nas FFAA (Estado-Maior-General das Forças Armadas, 2022) é possível identificar apenas quatro projetos referentes a tipologias de SAFA, mas com capacidades operacionais limitadas em termos de cobertura, persistência e funcionalidades autónomas.

As orientações ministeriais para a revisão da Lei de Programação Militar (LPM) (Despacho nº 14/2022, de 03 de maio), em linha com as iniciativas da UE e NATO, revelam a grande apetência e urgência política, aceleradas pelo conflito da Ucrânia, para desenvolvimento e aquisição cooperativa de capacidades militares e aproveitamento dos instrumentos financeiros associados, assim como a participação na rede de aceleradores de inovação. Deste modo, uma das grandes linhas políticas é de facto a multilateralização e a participação nacional proporcional ao investimento e à dimensão de Portugal, num fenómeno de centralidade externa que obriga a criar uma centralidade interna para ter sucesso (N. Pires, *op. cit.*).

Contudo, a aquisição direta de capacidades não permite a obtenção de conhecimentos associados à inovação, nem a interlocução com os pares que lidam com a tecnologia de ponta e que possibilite a sua customização às necessidades operacionais (P. Nunes, *op. cit.*). Porém, as parcerias de desenvolvimento devem resultar em capacidades que sejam incorporadas na estrutura de força para emprego operacional (F. Garcia, *op. cit.*). Desta forma, o ponto fulcral desta transformação, não é tanto a tecnologia que cria a autonomia, mas sim a utilização dessa autonomia em proveito operacional (P. Nunes, *op. cit.*).



Portanto, a interação entre as FFAA, a Base Tecnológica e Industrial de Defesa (BTID) e o Sistema Científico e Tecnológico Nacional (SCTN) é fundamental para garantir maior agilidade do processo de ID&I e edificação de SAFA, devendo abranger todo o processo de conceção e desenvolvimento, quer na definição de requisitos, quer no teste de soluções e avaliação operacional, permitindo partilha e geração de conhecimento teórico e experimental (P. Petiz, *op. cit.*), de forma transversal aos níveis de maturidade tecnológica (*Technology Readiness Level* - TRL).

A evolução da interação destas entidades tem sido significativa, faltando, no entanto, massa crítica e efeito de escala, que só podem ser alcançadas em colegialidade com outros Estados (N. Pires, *op. cit.*), possibilitando a produção a custos unitários mais baixos, ganhar competitividade e abranger um mercado internacional mais alargado (R. Alves, entrevista por videoconferência, 22 de dezembro de 2022). Para além disso, o desenvolvimento independente comporta riscos e consome recursos financeiros e humanos substanciais (B. Martins, *op. cit.*), estes últimos críticos no âmbito de sistemas aeronáuticos com exigentes critérios de certificação, desde a conceção até ao teste e experimentação operacional de todos os componentes dos SAFA (J. Neves, entrevista por videoconferência, 20 de dezembro de 2022).

Os projetos e mecanismos internacionais para apoiar o desenvolvimento e aquisição de SAFA são variados, mostrando a importância da articulação da BTID e da Defesa para aproveitar as oportunidades.

No âmbito da *European Defence Agency* (EDA) as oportunidades são imensas, e devem ser maximizadas por Portugal, que dispõe de uma representação adequada na Agência (dez pessoas que trabalham em todas as áreas operacionais) (J. Caetano, entrevista por *email*, 21 de janeiro de 2023). Contudo, subsistem desafios que impedem uma maior capacidade de ID&I e exploração comercial alargada dos produtos resultantes dos projetos colaborativos, nomeadamente (P. Petiz, *op. cit.*):

- O alinhamento das necessidades com os desenvolvimentos e os diferentes horizontes temporais de cada uma dessas realidades;
- Os valores mínimos de aquisições que sustentam o desenvolvimento e futura exploração desses desenvolvimentos;
- A consistência nos projetos e a participação limitada de entidades nacionais nos consórcios mais relevantes;
- A reduzida capacidade nacional de garantir uma cadeia de abastecimento e de liderança de fornecimento de soluções e produtos;
- A falta de recursos humanos especializados.

Para melhor enquadrar as iniciativas parcelares das FFAA, possibilitando maior relevância e sucesso nas candidaturas aos projetos cooperativos internacionais, a nova Estratégia da BTID contempla as áreas tecnológicas de interesse, sistemas e domínios de integração, nos quais se incluem os sistemas autónomos, potenciando a interligação entre a Investigação & Desenvolvimento (TRL 1-6) e Inovação (TRL 7-9) (Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2023, de 05 de junho).



Apesar dos incentivos na LPM 2023-2034 à ID&I e projetos cooperativos (J. Andrade, *op. cit.*), ainda subsistem constrangimentos à participação das FFAA nos ciclos de desenvolvimento tecnológico, como por exemplo, a modalidade de contratação pública “Parceria para a Inovação”, que não se tem revelado suficientemente flexível para incentivar a sua utilização (J. Almeida, entrevista por *email*, 29 de dezembro de 2022). Contudo, esta fragilidade tenderá a perder relevância, à medida que estes instrumentos são codificados pelos documentos estratégicos da Defesa (e.g. na nova Estratégia da BTID) e se vão clarificando e disseminando as orientações que agilizam a sua aplicação (idD, 2021) para financiar projetos de ID&I para aquisição de produtos ou serviços inovadores que não se encontram disponíveis no mercado.

Neste enquadramento, a FAP pode incrementar a colaboração com a BTID, SCTN e entidades estrangeiras, por forma a fomentar maior agilidade na exploração dos processos de ID&I, na aquisição e na incorporação de novas soluções de IA e autonomia que contribuam para a edificação de SAFA operacionalmente relevantes.

Em termos de desenvolvimento futuro de SAFA com capacidades operacionais mais relevantes para o PA, a *Tekever* lidera o consórcio *Aero.next* Portugal no âmbito do Plano de Recuperação e Resiliência, para construção até final de 2025 de um SAFA (ARX) de vigilância marítima de Classe III (com peso à descolagem superior a 600 kg) (Campos, 2023). Enquanto parceira do projeto, a FAP é responsável pela definição de um programa de formação de pilotos (Classe III) das FFAA, assim como o apoio à definição de requisitos e integração de payloads.

Nesse sentido, o projeto ARX reúne as condições ideais para aprofundar a parceria com a FAP, desde a fase de definição de requisitos operacionais, até ao teste e avaliação operacional, culminando com a certificação do SAFA e a validação dos programas de formação de pilotos/operadores. Adicionalmente, permitirá também o desenvolvimento de interfaces de controlo Homem-Máquina para operação simultânea de múltiplos SAFA e de conceitos de emprego em equipa com aeronaves tripuladas, como o P-3/KC-390 ou C-295. Considerando a validação das capacidades operacionais e os instrumentos financeiros disponíveis (LPM, Parceria para Inovação, etc), o ARX poderia constituir-se como uma evolução natural de capacidade da ESQ991 para alargar a cobertura e persistência em ambiente marítimo.

Para além disso, à medida que sobem os níveis de prontidão tecnológica, aumenta também a necessidade de testes para validação dos requisitos de segurança e de fiabilidade. A maturação tecnológica atual ainda não oferece soluções puramente autónomas, tornando-se necessário o treino em espaços dedicados para obter melhor desempenho face à complexidade do ambiente operacional (J. Neves, *op. cit.*). Assim, um fator diferenciador é a acessibilidade a centros de teste e experimentação, que reduzam custos e burocracia, com localização geográfica, infraestruturas e espaço aéreo que satisfaçam os requisitos de testes, e que minimizem as limitações regulatórias das Autoridades Aeronáuticas Nacionais e dos órgãos de controlo aéreo (J. Caetano, *op. cit.*).

De igual forma, o emprego crescente de SAFA faz aumentar as necessidades de formação de operadores, incluindo, para isso, o recurso a projetos cooperativos. Um desses exemplos é o NATO *Flight Training Europe* (NFTE), mediado pela NATO *Support and Procurement Agency* (NSPA), que pretende criar um treino adaptável de pilotos em toda



a Europa, incluindo para SAFA, com base nas estruturas de formação existentes (NATO, 2023). Neste âmbito, a FAP efetua a formação, reconhecida pela Autoridade Aeronáutica Nacional (AAN), dos pilotos-remotos de SAFA (Classe I) das FFAA que integram a ESQ991, estando a desenvolver o regulamento de formação para SAFA Classe III como entregável no projeto *Aero.Next*. Esta capacidade formativa, potenciada pelas condições geográficas e meteorológicas que Portugal oferece, constituem fortes argumentos para captar o interesse internacional do NFTE para formação cooperativa de operadores de SAFA (M. Nunes, entrevista por *email*, 23 de março de 2023).

A Tabela 4 indica algumas medidas que a FAP poderá considerar para otimizar os resultados desse processo colaborativo.

Tabela 4 – Medidas de otimização de ID&I

Medidas de Otimização de ID&I e Edificação de SAFA (# Entrevistado)
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Definir uma Visão integradora dos desígnios estratégicos nacionais, das capacidades tecnológicas nacionais (academia, idD, FFAA, entre outros) e sólidas oportunidades de financiamento (E12/E14).<input type="checkbox"/> Alavancar o potencial e redes de conhecimento do Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA), assim como, da infraestrutura aeronáutica e conhecimento operacional e tecnológico dos militares da FAP, em cooperação com a BTID e o SCTN, para promover projetos de ID&I com TRL elevado, potenciando a produção e operação de SAFA nacionais, em detrimento da sua aquisição no estrangeiro (E8/E13).<input type="checkbox"/> Centrar as competências especialistas da FAP na definição de requisitos operacionais, apoio a testes e avaliação operacional e certificação de SAFA que preencham lacunas operacionais do PA nacional (E12).<input type="checkbox"/> Criar condições para empresas <i>start-up</i> no domínio aeronáutico cooperarem diretamente com a FAP em projetos concretos de ID&I, rentabilizando as estruturas aeronáuticas e mitigando a carência de pessoal especializado (E8).<input type="checkbox"/> Explorar melhor a rede de Coordenadores Nacionais de Capacidade no âmbito da EDA, para direcionar e priorizar projetos e financiamento de acordo com os interesses nacionais (E14/E23).<input type="checkbox"/> Fomentar a constituição de consórcios com parceiros externos relevantes, para desenvolvimento tecnológico com elevado potencial de industrialização da capacidade e aquisição futura, por forma a maximizar o aproveitamento de instrumentos financeiros nacionais e europeus (E6/E8/E9).<input type="checkbox"/> Promover o desenvolvimento e aquisição de SAFA que satisfaçam as necessidades operacionais de vários beneficiários, aproveitando efeitos de escala negocial e diluindo custos de desenvolvimento, mas também, favorecendo configurações similares, facilitadoras da sua sustentação e interoperabilidade (E14).<input type="checkbox"/> Garantir a assessoria adequada de decisores militares, da tutela e de organizações internacionais, em termos do potencial associado ao emprego de SAFA, assim como, das competências diferenciadoras da FAP (E12).<input type="checkbox"/> Centralizar a exploração de potenciais mecanismos financeiros numa única entidade na FAP, mas acompanhada de financiamento interno ou através da LPM, que lhe permitam apresentar candidaturas e estabelecer parcerias nacionais e internacionais (E9/E10/E11).

Fonte: Autor

Em síntese, considerando a análise nas perspetivas operacional, estrutural e genética, constata-se o interesse político, operacional, económico e industrial associados ao desenvolvimento e operação de SAFA, nomeadamente, o potencial de ID&I da BTID e a capacidade da FAP para implementação operacional de SAFA, assim como a sua competência na gestão de projetos e no aproveitamento dos mecanismos financeiros



existentes para o desenvolvimento e edificação de capacidades militares em ambiente colaborativo e cooperativo.

Assim, pode afirmar-se que o paradigma da GAA tem aplicabilidade ao PA nacional, que se traduz na melhoria do produto operacional nas várias MIFA, consubstanciado no alargamento da cobertura persistente dos espaços estratégicos de interesse, em resultado da complementaridade de aeronaves tripuladas e SAFA, assim como em conceitos de operação em equipa, em que os SAFA permitem a extensão das capacidades tripuladas e mesmo, através do emprego colaborativo de enxames com elevados níveis de autonomia. Desta forma, maximiza a utilidade do PA nacional em termos de disponibilidade, acessibilidade e aceitabilidade das opções que apresenta aos decisores, por forma a permitir projetar poder militar e influência, no espaço, massa e tempo apropriados, com risco e custos mais reduzidos.

Neste âmbito, a FAP pode funcionar como um catalisador da transformação do PA nacional, constituindo-se como a entidade agregadora das competências e capacidades do ecossistema alargado de parceiros de Inovação. Importa, por isso, que a FAP defina uma Visão integradora e que acelere a implementação de medidas concretas para aproveitar o potencial transformacional do emprego de SAFA, antecipando os desafios e mitigando os riscos identificados com a preeminência futura da GAA.

4. Modelo de transformação do Poder Aéreo nacional

Qualquer processo de transformação não pode ocorrer sem uma Estratégia. E esta não terá sucesso se não resultar de uma Visão que estabeleça o nível de ambição futuro.

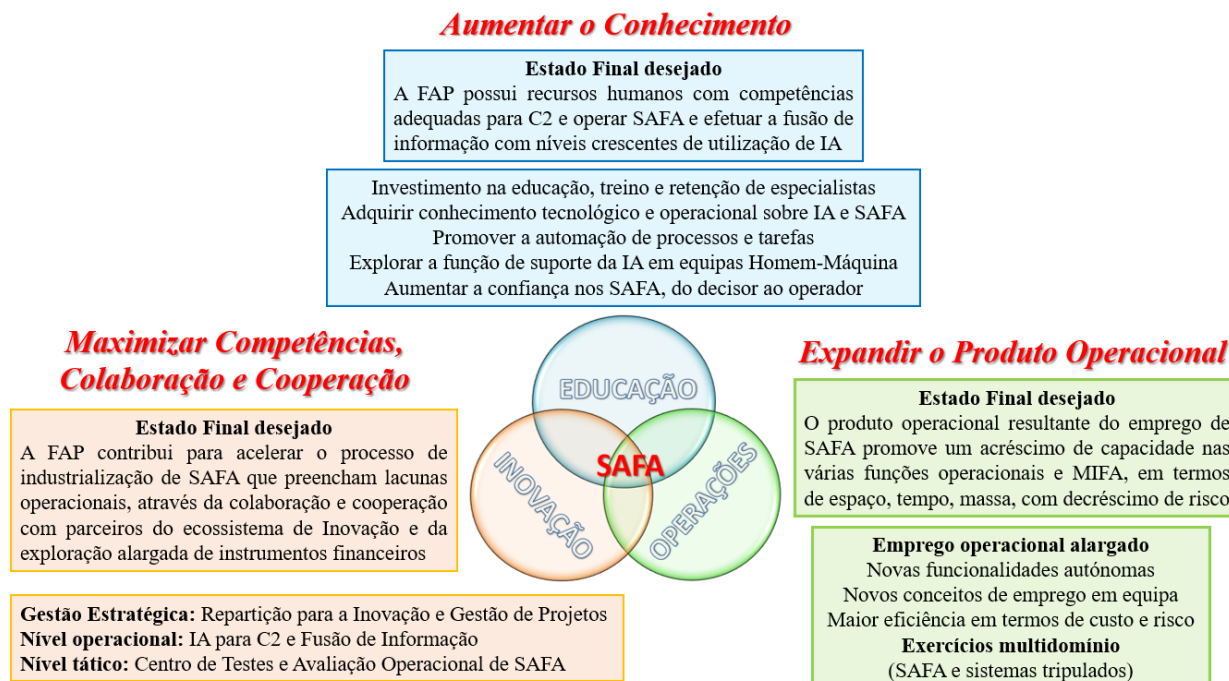
Assim, em termos de enquadramento da transformação face ao paradigma da GAA, e com o pressuposto de aumentar a utilidade do PA nacional, considera-se a seguinte **Visão: Maximizar o conhecimento, competências e capacidades da FAP para gerar vantagem operacional através do emprego de SAFA num espectro alargado de funções operacionais do PA e MIFA.**

A análise realizada permitiu identificar algumas medidas transformacionais, que articuladas de forma integrada sustentam a formulação da Estratégia, sob a forma de três Vetores Estratégicos de Transformação (VET) – Educação, Inovação e Operações – que cobrem as áreas de maior potencial e valor acrescentado face às competências e capacidades da FAP no desenvolvimento e emprego do PA nacional (Figura 8).

Relativamente ao VET/Educação, numa perspetiva de aumentar o conhecimento, devem ser observadas as medidas indicadas na Tabela 3, por forma a potenciar o investimento adequado na educação, treino e retenção de especialistas. Assim, promove-se a compreensão do impacto da integração de IA nas funções militares, adquirindo competências e confiança para melhor explorar o potencial da operação em equipa Homem-Máquina. Este esforço deve refletir-se na adequação de *curricula* dos cursos universitários, técnicos e operacionais que fomentem uma maior especialização nas funções de C2, operação e sustentação de SAFA.



Figura 8 – Vetores Estratégicos de Transformação



Fonte: Autor

No que concerne ao VET/Inovação procura-se maximizar as competências, colaboração e cooperação, em linha com as medidas de otimização da ID&I identificadas na Tabela 4. A FAP deverá apostar no nicho de atividade onde acrescenta maior valor, definindo requisitos e contribuindo para fechar o ciclo de inovação, acelerando o processo de industrialização da tecnologia para a edificação de capacidades que preencham as lacunas operacionais do SF, visando soluções com horizontes de produção mais curtos e que potenciem a captação de instrumentos de financiamento.

Adicionalmente, destacam-se as seguintes medidas:

- Ao nível estratégico, em linha com a Tabela 2, a exploração de modelos de inovação e cooperação institucional mais eficientes, com a criação, no EMFA, da Repartição para a Inovação que centralize o relacionamento estratégico com os parceiros e agilize a coordenação da gestão de projetos de ID&I e edificação de capacidades militares;
- Ao nível operacional, a implementação de ferramentas de IA que permitam efetuar a fusão de informação e acelerar o processo de decisão, através de melhoria de consciência situacional e propostas de modalidades de ação;
- Ao nível tático, a criação de um Centro de Testes e Avaliação Operacional (CTAO) de SAFA da FAP.

O CTAO de SAFA deverá constituir-se como o ponto focal de um ecossistema industrial e académico nacional, em articulação com a rede de Centros de Inovação das FFAA e com



ligação preferencial a entidades como a EDA e NSPA, por forma a desenvolver projetos colaborativos e cooperativos relevantes (Tabela 5).

Tabela 5 – Centro de Testes e Avaliação Operacional de SAFA

Fatores diferenciadores FAP (#Entrevistado)
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Rede de infraestruturas aeronáuticas militares com proximidade à componente operacional (E8/E9/E13).<input type="checkbox"/> Recursos humanos especialistas: competências operacionais, engenharia, teste e avaliação operacional de aeronaves tripuladas e não tripuladas, certificação aeronáutica, manutenção de sistemas de armas (E6/E7/E8/E12/E13).<input type="checkbox"/> A ESQ991, enquanto estrutura dedicada ao emprego operacional de SAFA é também a entidade de Formação de Qualificação Operacional certificada pela AAN (E15).<input type="checkbox"/> Articulação com a AAN e Autoridade Nacional de Aviação Civil (E23).<input type="checkbox"/> Proximidade a espaço aéreo segregado de grandes dimensões, distanciamento de centros populacionais e proximidade ao mar permite alavancar projetos mais complexos (E8/E21/E23/E24).<input type="checkbox"/> Competências de ID&I do CIAFA e ligação ao SCTN (E7/E8/E22/E23).
CTAO: Objetivos e Iniciativas (#Entrevistado)
<ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Efetuar atividades de Teste e Avaliação Operacional (com prioridade em projetos com TRL elevados) para determinação da eficácia e adequabilidade de SAFA (ou componentes) para uso operacional (E8).<ul style="list-style-type: none">➤ Explorar o nicho de especialização com maior valor acrescentado, preenchendo uma lacuna nacional (e internacional) e usufruindo das infraestruturas e competências operacionais, técnicas e de certificação da FAP e AAN.<input type="checkbox"/> Integrar a rede de centros militares de experimentação operacional no sentido de robustecer um ecossistema de experimentação de sistemas com potencial uso militar/dual (E17).<input type="checkbox"/> Potenciar a interação dos utilizadores finais da Defesa com a BTID e SCTN (E9/E16/E18/E19).<input type="checkbox"/> Aumentar a interação, conhecimento e maturidade do ecossistema de Defesa (E18/E19/E20/E21).<ul style="list-style-type: none">➤ Espaço de teste com maior agilidade administrativa e operacional funciona como acelerador tecnológico.➤ Partilha das tecnologias emergentes e soluções operacionais aumenta o conhecimento.➤ Congregar os vários atores num espaço comum e numa comunidade de interesse para gerar um efeito de clusterização.<input type="checkbox"/> Potenciar a industrialização dos projetos de ID&I em capacidade militar (E10).<ul style="list-style-type: none">➤ Potenciar consórcios para acesso a projetos e financiamentos UE/NATO/Nacional.➤ Fomentar “Parcerias para a Inovação” com a BTID e SCTN.<input type="checkbox"/> Promover a certificação aeronáutica de SAFA nacionais e internacionais (E19).<ul style="list-style-type: none">➤ Registo e validação de voos para facilitar processos de certificação futuros.<input type="checkbox"/> Desenvolver <i>sandboxes</i> sintéticas, com recurso a IA e integradas com simuladores tripulados (e.g., KC-390 e F-16) para desenvolvimento de conceitos de emprego e requisitos para linhas de I&D (E14/E23).

Fonte: Autor

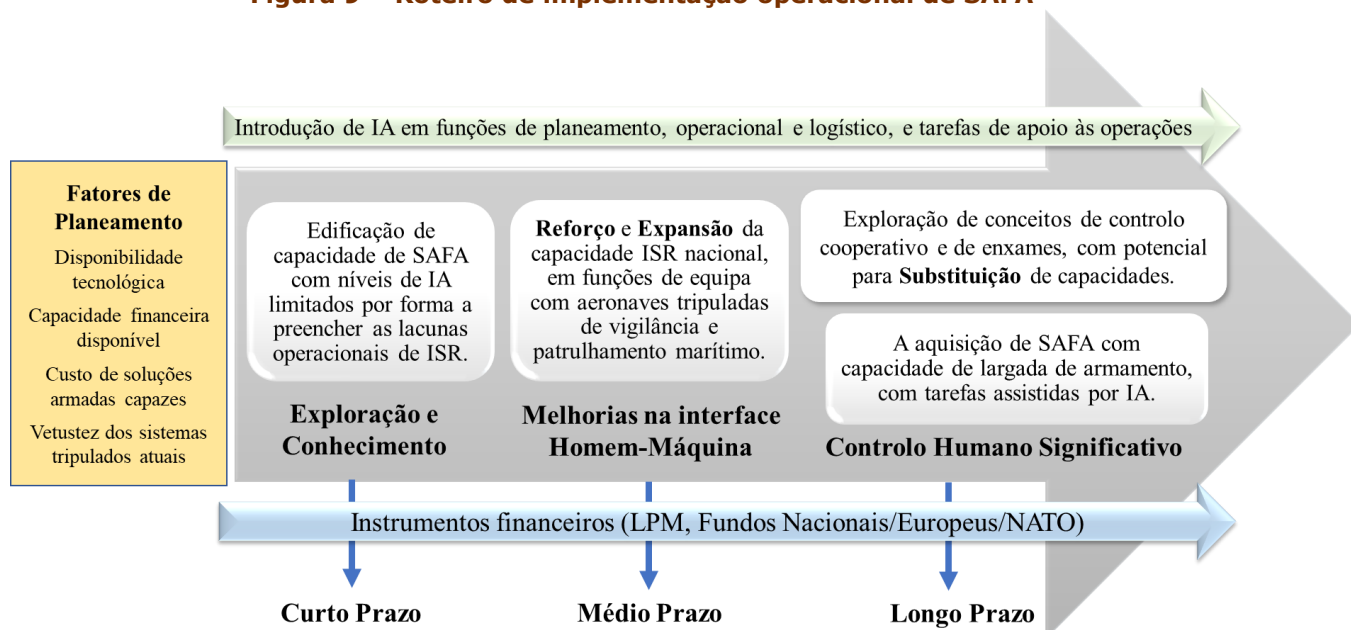
Aproveitando as competências especialistas da FAP, assim como as sinergias da experiência adquirida pela ESQ991, o CTAO deverá especializar-se no teste e avaliação operacional de SAFA com níveis de TRL mais elevados e com atributos operacionais mais relevantes (sensores, cobertura, persistência, funcionalidades autónomas e conceitos de emprego inovadores), que para tal necessitam de infraestruturas aeronáuticas e espaço aéreo dedicados, e uma maior interação com a comunidade operacional. Deverá também constituir-se como uma estrutura de certificação aeronáutica, sob a égide da AAN, e



como centro de formação de operadores de SAFA. Em termos práticos, as potenciais iniciativas a desenvolver no CTAO podem incluir: teste e avaliação operacional de SAFA nacionais (e.g. o SAFA Classe III em desenvolvimento pela *Tekever*) e de consórcios internacionais; a formação de pilotos e elementos de manutenção de SAFA; o teste de tecnologias anti-SAFA; a organização de exercícios; ou a integração no projeto NFTE como centro de formação multinacional.

Em termos do VET/Operações preconiza-se uma expansão do produto operacional, através de uma aproximação evolutiva que permita aumentar a exploração e conhecimento dos SAFA, melhorar a interface Homem-Máquina e assegurar um controlo humano significativo em termos de emprego da força letal, segundo um roteiro de Reforço, Expansão e Substituição de capacidades tripuladas (Figura 9).

Figura 9 – Roteiro de implementação operacional de SAFA



Fonte: Adaptado de C. Batalha (*op. cit.*); M. Carvalho (*op. cit.*); F. Leitão (*op. cit.*); D. Freitas (*op. cit.*).

Assim, a curto/médio prazo é visível o impacto e relevância operacional dos SAFA como Reforço das capacidades existentes, ampliando o produto operacional, em termos de efeitos e persistência, com particular ênfase na função operacional de ISR. Neste sentido, a aplicabilidade dos SAFA é de elevada importância para colmatar lacunas de conhecimento situacional nos espaços estratégicos de interesse, com particular ênfase para a vigilância marítima em modalidades de complementaridade e operação em equipa com aeronaves tripuladas.

De igual forma, a médio/longo prazo, a utilidade do PA nacional poderá ser ampliada com a Expansão do produto operacional das capacidades do SF, e em certos casos, a sua Substituição, resultantes do emprego alargado de SAFA mais evoluídos, com efeitos relevantes de forma transversal à panóplia de funções operacionais do PA.



O esforço terá de ser feito num modelo de maximização de retorno, em três vertentes:

- Na dimensão de controlo, aumentar o rácio de SAFA por operador;
- Em tipologias de operação que aumentem o produto e eficiência operacional (em termos de reforço, aumentando a persistência e cobertura, ou empregando SAFA em alternativa a aeronaves tripuladas);
- Num conceito de operação em equipa aeronave tripulada-SAFA.

Ao nível organizacional, a experiência e aprendizagem adquiridas pela ESQ991 serão fundamentais para reforçar e expandir o emprego de SAFA em áreas de missão de ISR cada vez mais alargadas, aumentando o número de beneficiários, militares e civis, do produto operacional.

Adicionalmente, aproveitando as competências da FAP na organização de exercícios multidomínio nacionais e internacionais, deve ser incrementada a inclusão de SAFA com o intuito de aumentar a experiência e interoperabilidade, validar conceitos de emprego e fomentar a interação com as capacidades tripuladas (Tabela 6).

Tabela 6 – Integração de SAFA em exercícios

Importância da introdução de SAFA em Exercícios (#Entrevistado)
<input type="checkbox"/> Permite a experimentação/validação das soluções desenvolvidas e conceitos de emprego, potenciando assim a transferência de tecnologia (E22).
<input type="checkbox"/> A validação operacional, recolha de evidências e acumulação de experiência de voo contribuem para aumentar a confiança nos SAFA (E19/E20).
<input type="checkbox"/> Ao aproximar a comunidade operacional, tecnológica e industrial contribui para aumentar a confiança na segurança e desempenho operacional dos SAFA e explorar conceitos de emprego inovadores (E9/E15).
<input type="checkbox"/> Existe interesse por parte da EDA, em termos de introdução de SAFA em exercícios multidomínio existentes, como é o caso dos organizados pela FAP, ou dedicados, a criar (E23).
Competências diferenciadoras da FAP (#Entrevistado)
<input type="checkbox"/> Experiência adquirida em mais de dez anos de organização de exercícios internacionais multidomínio com aeronaves tripuladas (e.g., <i>Real Thaw</i> , <i>Hot Blade/EDA</i> , <i>European Air Transport Training/EDA</i>) (E13).
<input type="checkbox"/> Experiência adquirida com a participação em 2022 e 2023 do SAFA <i>Ogassa</i> da FAP no exercício <i>Real Thaw</i> , <i>Viper Shield</i> e <i>Viper Sword</i> (E15).
<input type="checkbox"/> Experiência adquirida na operação de SAFA pela ESQ991 e pela receção de destacamentos de SAFA belgas na Base Aérea Nº 11, em Beja (E8/E23).
<input type="checkbox"/> Estreita ligação com a AAN facilita licenças especiais de aeronavegabilidade e autorizações de voo (E8/E23).
<input type="checkbox"/> Acesso a espaço aéreo militar e civil e coordenação direta entre Comando Aéreo e Controlo Civil (E23).

Fonte: Autor

Neste âmbito, deve ser considerado como prioritária a inclusão de SAFA nos exercícios anuais de certificação de forças e nos exercícios sob a égide da EDA, alargando progressivamente a participação em exercícios interagências.



A expansão do emprego de SAFA em operações e exercícios promove o aumento de confiança na segurança e desempenho operacional destes sistemas, fomentando a partilha de conhecimento e criando maior recetividade e necessidade operacional. À medida que aumentam os níveis de confiança e de maturidade tecnológica será possível introduzir SAFA, cada vez mais sofisticados, de forma prioritizada, em modalidades de reforço e expansão das capacidades tripuladas nas diversas funções operacionais do PA.

5. Conclusões

Este ensaio procurou analisar o fenómeno emergente da GAA, caracterizado pela proliferação de SAFA cada vez mais evoluídos, e propor um modelo de transformação do PA nacional, numa perspetiva da FAP e segundo as perspetivas operacional, estrutural e genética.

Na perspetiva operacional verificou-se a importância transversal dos SAFA às funções operacionais do PA e MIFA, como sistemas de capacitação e economia de escala, com ênfase particular, a curto prazo, em áreas onde existam lacunas de vigilância persistente, reforçando os efeitos operacionais dos meios tripulados.

Considerando as funções operacionais do PA, a maturação tecnológica e o ciclo de vida dos SA nacionais, foi possível identificar áreas potenciais de aplicação de SAFA que se alargam a médio e longo prazo para a Mobilidade Aérea, Ataque e Luta Aérea, sendo esta última de maior complexidade face aos requisitos operacionais inerentes. Contudo, grande parte do ganho operacional verifica-se na integração de SAFA e aeronaves tripuladas em conceitos de equipa, permitindo explorar os níveis crescentes de autonomia no aumento de massa, redução do risco e maior eficácia operacional. Ficou também demonstrada a importância de garantir os mecanismos de controlo significativo humano sobre a decisão do uso da força por parte dos SAFA.

Na perspetiva estrutural, foi possível destacar as implicações em termos de C2, organização e nos recursos humanos.

Face à transversalidade de efeitos e o elevado número de entidades que podem beneficiar do produto operacional, importa promover a centralização do C2 dos SAFA numa única estrutura, o Comando Aéreo, pois já se encontra dotado com a infraestrutura em rede e os recursos de fusão de informação que permitem a exploração de maiores sinergias.

Em termos de integração na estrutura de forças, a ESQ991 deve ser o ponto focal para o emprego de SAFA mais sofisticados em conceitos de operação inovadores. Tem também potencial transformacional para funcionar como um catalisador de ID&I, numa parceria alargada com a comunidade operacional e tecnológica da FAP e com o ecossistema de entidades militares e civis, nacionais e estrangeiras.

No que concerne aos recursos humanos, destacaram-se as implicações em termos de recrutamento, educação e retenção de elementos especialistas, num contexto de crescentes capacidades da IA e de competição pela captação dos escassos recursos. Nesse sentido, foram identificadas várias medidas onde é necessário maior investimento, para além da revisão salarial e valorização de carreiras. De igual forma, ficou patente a importância da confiança na tecnologia, em termos de desempenho e segurança, como



fator primordial para promover a aceitação e integração plena dos SAFA na estrutura de forças.

Na perspetiva genética, considerando os constrangimentos financeiros para aquisição direta no mercado e o potencial de inovação associado às tecnologias emergentes, destacou-se o imperativo da interação entre a FAP, a BTID e o SCTN, como condição essencial para uma maior agilidade do processo de ID&I e edificação de SAFA que preencham as lacunas operacionais do SF.

As orientações políticas apontam para um reforço da multilateralização e de desenvolvimento cooperativo de capacidades, aproveitando os instrumentos financeiros disponíveis nacionais e europeus. Por isso, a FAP pode, e deve, constituir-se como um catalisador de Inovação, empenhando as suas competências e capacidades como elementos agregadores e de atração que promovam a colaboração e cooperação. Neste contexto, assumem-se como projetos agregadores mais remuneradores, o teste e avaliação operacional de SAFA nacionais ou internacionais, ou a formação internacional de pilotos-remotos.

Assim, confirmou-se a aplicabilidade do paradigma da GAA para aumentar o produto operacional e a utilidade do PA nacional, em termos da disponibilidade, acessibilidade e aceitabilidade de opções de emprego operacional, no espaço, massa e tempo apropriados, com risco e custos mais reduzidos, e de forma mais eficaz. Para além disso, os SAFA podem também constituir-se como um elemento acelerador e dinamizador do ecossistema de Inovação da Defesa, permitindo a exploração das oportunidades tecnológicas, industriais e económicas associadas.

Finalmente, como corolário da investigação, foi proposto um modelo de transformação do PA nacional, sob a forma de uma Visão e uma Estratégia centrada em três VET – Educação, Inovação e Operações –, para aumentar o conhecimento; maximizar competências, colaboração e cooperação; e expandir o produto operacional.

Tendo como nível de ambição aumentar a utilidade do PA nacional, a Visão pretende maximizar o conhecimento, competências e capacidades da FAP para gerar vantagem operacional através do emprego de SAFA num espetro alargado de funções operacionais do PA e MIFA.

A concretização da Visão é assente em vetores estratégicos com maior potencial e valor acrescentado face às capacidades e competências da FAP de geração e emprego do PA nacional:

- VET/Educação, para garantir recursos humanos com competências adequadas para C2, operar SAFA e efetuar a fusão de informação com níveis crescentes de utilização de IA;
- VET/Inovação, para acelerar o processo de industrialização de SAFA que preencham lacunas operacionais, através da colaboração e cooperação com parceiros do ecossistema de Inovação e da exploração alargada de instrumentos financeiros;
- VET/Operações, para promover um acréscimo de capacidade nas várias funções operacionais e MIFA, em termos de espaço, tempo e massa, com decréscimo de risco e com custo mais eficiente.



Para além das medidas preconizadas na análise em apreço, o sucesso da transformação estará dependente do comprometimento da Liderança Estratégica da FAP para maximizar a tríade de Pessoas–Processos–Tecnologia:

- Pessoas competentes, proativas e assertivas em desempenho de funções estratégicas (nacionais e internacionais), cuja interação com os parceiros do ecossistema de Inovação da Defesa se traduza na execução de projetos colaborativos e cooperativos de ID&I e edificação de SAFA;
- Processos de Inovação e de melhoria contínua devidamente enquadrados por uma Visão e Estratégia coerentes, mobilizadoras e alcançáveis;
- Tecnologia sob a forma de recursos materiais (meios e infraestruturas) e financiamento adequado.

Desta forma, preconiza-se um processo de transformação do PA nacional gradual, faseado e integrado, assente em escolhas equilibradas e risco calculado.

Sendo o primeiro estudo sobre esta temática, contribuiu para demonstrar a aplicabilidade de um paradigma emergente e duradouro da Guerra Aérea ao PA nacional. Desta forma, serve como aviso antecipado acerca das transformações que estão a moldar a geração e emprego do PA futuro, permitindo a Portugal e à FAP aproveitar as oportunidades e melhor se preparar para ultrapassar os desafios. De igual forma, oferece pistas para a definição de uma estratégia de transformação do PA nacional sob a forma de Visão e VET, que importa detalhar e operacionalizar.

Contudo, face ao ritmo acelerado da mudança tecnológica e da transformação das organizações congéneres, assim como do conhecimento nacional reduzido sobre a temática, existem limitações em termos da validação das tendências e das implicações nas vertentes operacionais, estruturais e genéticas, que impedem uma definição precisa da operacionalização deste paradigma emergente.

Nesse sentido, em virtude da complexidade e transversalidade de efeitos da GAA importa promover estudos futuros mais detalhados, sobre as implicações ao nível dos recursos humanos (recrutamento, educação e retenção), conceitos de operação, I&D e edificação de capacidades, permitindo um maior detalhe dos VET propostos por este estudo.

Considerando a magnitude da mudança, expressa na proliferação global de iniciativas de desenvolvimento de SAFA e com renovado interesse operacional decorrente da Guerra da Ucrânia, julga-se que este é o momento singular em que se reúnem o interesse político e os instrumentos financeiros adequados, que podem contribuir para recuperar o atraso substancial do PA nacional face à transformação em curso associada ao paradigma da GAA.

Estamos por isso no tempo certo para agir e sermos consequentes!



Referências

- Australian Defence Force. (2020). *Concept for Robotic and Autonomous Systems*. Canberra: Autor. Retirado de <https://tasdcrc.com.au/wp-content/uploads/2020/12/ADF-Concept-Robotics.pdf>
- Campos, A. (2023, 06 de abril). Portugal vai fabricar um dos maiores aviões não tripulados do mundo. *Expresso*. <https://leitor.expresso.pt/semanario/semanario2632/html/economia/temas/portugal-vai-fabricar-um-dos-maiores-avioes-nao-tripulados-do-mundo>
- CEMGFA. (2022). *Visão Estratégica Militar para as Forças Armadas Portuguesas 2022-2034*. Lisboa: Estado-Maior-General das Forças Armadas.
- Conselho Superior de Defesa Nacional. (2014). *Missões das Forças Armadas*. Lisboa: Autor.
- Despacho n.º 4101/2018, de 23 de abril. (2018). *Diretiva para Ação Externa da Defesa Nacional*. Diário da República, 2.ª série, 79, 11677-11679. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Despacho n.º 14/2022, de 03 de maio. (2022). *Diretiva Ministerial de Revisão da Lei de Programação Militar*. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Estado-Maior-General das Forças Armadas. (2022). *Plano de Iniciativas Estratégicas para a Inovação nas Forças Armadas*. Lisboa: Autor.
- Força Aérea. (s.d.). UAVISION Ogassa OGS 42N/VN. <https://www.emfa.pt/aeronave-80-uavision-ogassa-ogs-42nvn>
- Gonçalves, A. (2017). *Sistemas Não Tripulados nas Forças Armadas Nacionais como Potenciadores das suas Capacidades*. Trabalho de Investigação Individual do Curso de Estado-Maior Conjunto. Pedrouços: Instituto Universitário Militar.
- Governo de Portugal. (2013). *Conceito Estratégico de Defesa Nacional*. Lisboa: Autor. Retirado de https://www.defesa.gov.pt/pt/comunicacao/documentos/Lists/PDEFINTER_DocumentoLookupList/Conceito-Estrategico-de-Defesa-Nacional.pdf
- Gray, M., & Ertan, A. (2021). *Artificial Intelligence and Autonomy in the Military: An Overview of NATO Member States' Strategies and Deployment – Appendix A – Country Profiles*. Tallinn: NATO CCDCOE. https://ccdcoe.org/uploads/2021/12/Strategies_and_Deployment_Appendix-A_A4.pdf
- Hammes, T. (2023, 2 de novembro). Autonomous weapons are the moral choice. <https://www.atlanticcouncil.org/blogs/new-atlanticist/autonomous-weapons-are-the-moral-choice/>
- Horowitz, M. (2010). *The Diffusion of Military Power: Causes and Consequences for International Politics*. Princeton: Princeton University Press.
- Horowitz, M. (2016). Why Words Matter: The Real World Consequences of Defining Autonomous Weapons Systems. *Temple International and Comparative Law Journal*, 85, pp. 85-98. <https://sites.temple.edu/ticlj/files/2017/02/30.1.Horowitz-TICLJ.pdf>



idD. (2021). *Contratos Públicos para a Inovação no Setor da Defesa*. idD Portugal Defence. https://www.iddportugal.pt/wp-content/uploads/2021/06/Guia_Contratacao-Publica-Inovacao_Defesa.pdf

INCoDe.2030. (2019). *AI Portugal 2030*. Office of INCoDe.2030 Initiative. https://www.incode2030.gov.pt/sites/default/files/julho_incode_brochura.pdf

Lewis, D. (2020). *A Compilation of Materials Apparently Reflective of States' Views on International Legal Issues pertaining to the Use of Algorithmic and Data-reliant Socio-technical Systems in Armed Conflict*. Cambridge: Harvard Law School. <https://nrs.harvard.edu/URN-3:HUL.INSTREPOS:37367710>

Lewis, D., Blum, G., & Modirzadeh, N. (2016). *War-Algorithm Accountability*. Cambridge: Harvard Law School. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2832734>

Marques, J. (2022). *A Robotização da Guerra*. Trabalho de Investigação Individual do Curso de Estado-Maior Conjunto. Pedrouços: Instituto Universitário Militar.

Morgado, J. (2016). *Sistemas Aéreos Autónomos Não-Tripulados nas Vertentes Militar, de Segurança e Civil: Definição de uma Estratégia Nacional*. Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial General. Pedrouços: Instituto Universitário Militar.

North Atlantic Treaty Organization. (2022, 13 de outubro). Summary of NATO's Autonomy Implementation Plan. https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_208376.htm

North Atlantic Treaty Organization. (2023). NATO Flight Training Europe. https://www.nato.int/topics/mcc/Factsheet-NFTE_en.pdf

Páscoa, T. (2020). *Emprego de Sistemas Aéreos Não-Tripulados pelas Forças Armadas*. Trabalho de Investigação Individual do Curso de Estado-Maior Conjunto. Pedrouços: Instituto Universitário Militar.

Pinto, A. (2021). *Edificação da Capacidade UAS nas FFAA portuguesas*. Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial General. Pedrouços: Instituto Universitário Militar.

Resolução do Conselho de Ministros n.º 52/2023, de 05 de junho. (2023). *Aprova a Estratégia de Desenvolvimento da Base Tecnológica e Industrial de Defesa 2023-2033*. Diário da República, 1ª série, 108, 26-39. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.

Rodriguez, J. (2021). *Limites no Emprego dos Sistemas Aéreos Autónomos à Luz do Direito Internacional Humanitário*. (Tese de Dissertação de Mestrado em Ciências Militares). Instituto Universitário Militar, Pedrouços.

Scharre, P. (2018). *Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War*. New York: W.W. Norton & Company.

Scharre, P., & Horowitz, M. (2015). *An Introduction to Autonomy in Weapon Systems*. Washington DC: Center for a New American Security. https://www.files.ethz.ch/isn/188865/Ethical%20Autonomy%20Working%20Paper_021_015_v02.pdf



Schaub, G., & Kristoffersen, J. (2017). *In, On, or Out of the Loop?: Denmark and Autonomous Weapon Systems*. University of Copenhagen: Centre for Military Studies.
[https://cms.polsci.ku.dk/publikationer/in-on-or-out-of-the-loop/In On or Out of the Loop.pdf](https://cms.polsci.ku.dk/publikationer/in-on-or-out-of-the-loop/In%20On%20or%20Out%20of%20the%20Loop.pdf)

Vicente, J. (2007). Inovação, revolução e transformação militar em curso: contributos para um enquadramento conceptual. *Revista Militar*, Fev/Mar.
<https://www.revistamilitar.pt/artigo/185>

Vicente, J. (2013). *Da guerra remota: a desumanização do poder aéreo, a interferência e a interação humana no futuro da guerra*. (Tese de Doutoramento em Relações Internacionais). Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Vicente, J. (2023a). The Dilemma of Human Interference in War: The Coming Revolution of Autonomous Air Warfare. In M. Fissel (Ed.), *The Military Revolution and Revolutions in Military Affairs* (pp. 405-446). Berlin, Boston: De Gruyter Oldenbourg.
<https://doi.org/10.1515/9783110661415-009>

Vicente, J. (2023b). A Guerra Aérea Autónoma e a transformação do poder aéreo. *Janus.net, e-journal of international relations*, Vol14, Nº 2, Novembro 2023-Abril2024.
<https://doi.org/10.26619/1647-7251.14.2.6>

Williams, A. (2015). Defining Autonomy in Systems: Challenges and Solutions. Em: Scharre, P., & Williams, A.) *Autonomous Systems Issues for Defence Policymakers*, (pp. 27-62). Norfolk: NATO.
https://www.act.nato.int/images/stories/media/capdev/capdev_02.pdf