

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR
2018/2019, 2.ª Edição**



TII

**INSTRUÇÃO AVANÇADA DE PILOTOS DE COMBATE
DEFINIÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE FUTURO PARA A FORÇA AÉREA.**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**David Jorge Madeira Fernandes
CAP/PILAV**



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS

INSTRUÇÃO AVANÇADA DE PILOTOS DE COMBATE
DEFINIÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE FUTURO PARA A
FORÇA AÉREA

CAP/PILAV David Jorge Madeira Fernandes

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2018/19, 2.^a Edição

Pedrouços 2019



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**INSTRUÇÃO AVANÇADA DE PILOTOS DE COMBATE
DEFINIÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE FUTURO PARA A
FORÇA AÉREA**

CAP/PILAV David Jorge Madeira Fernandes

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2018/19, 2.^a Edição

Orientador: COR PILAV Afonso Gaiolas

Coorientador: TCOR ADMAER Nuno Santos

Pedrouços 2019



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **David Jorge Madeira Fernandes**, declaro por minha honra que o documento intitulado **Instrução Avançada de Pilotos de Combate – Definição de uma Solução de Futuro para a Força Aérea** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Promoção a Oficial Superior – Força Aérea 2018/19** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **15 de julho de 2019**

David Jorge Madeira Fernandes



Agradecimentos

A realização deste trabalho individual não seria possível sem o contributo de várias pessoas, as quais devo o meu agradecimento.

Ao meu Orientador, Coronel Piloto Aviador Afonso Gaiolas, apesar da sua elevada carga de trabalho inerente às suas funções, pela orientação na concretização do trabalho.

Ao meu coorientador, Tenente-Coronel de Administração Aeronáutica Nuno Santos pelo apoio e aperfeiçoamento do trabalho.

Aos Comandantes das Esquadras 201 e 301, Major Piloto Aviador Joel Pais e Major Piloto Aviador Duarte Freitas, pela disponibilidade e apoio prestados.

À Major Psicóloga Cristina Fachada pelo olhar crítico e contributos para a melhoria da qualidade do trabalho.

Aos meus entrevistados, Major Piloto Aviador Luis Silva, Capitão Piloto Aviador João Gonçalves, Capitão Piloto Aviador Paulo Silva, Capitão Piloto Aviador Rodrigo Silva, Capitão Piloto Aviador Rodolfo Silva e Capitão Piloto Aviador Pedro Guedes, pelo contributo com a vossa experiência e disponibilidade. A vossa colaboração foi de uma importância inestimável para o enriquecimento deste estudo.

Aos Camaradas e Amigos, Capitão Piloto Aviador Augusto Figueiredo e Capitão Piloto Aviador Emídio Fernandes pela partilha da vossa visão, do vosso espírito crítico, dos vossos contributos e do vosso apoio para a melhoria e crescimento da investigação.

Aos Camaradas do Curso de Promoção a Oficial Superior 2018/2019 2ª Edição.

Ao Luís Proença, pela sua disponibilidade e olho crítico.

Por fim, aos mais importantes, o meu centro de gravidade! O apoio durante todo o curso, a compreensão pela ausência, o incentivo para fazer mais e melhor, são o cunho deste trabalho.

Guilherme, a tua boa disposição constante, o teu sorriso contagioso e a tua maturidade, foram uma fonte de inspiração e recuperação de energia.

Marta, as palavras são insuficientes para te agradecer tudo o que fazes e aguentas... Sem ti, simplesmente não era possível! Obrigado pelo teu amor, pelo teu carinho, pelo teu apoio, por seres a minha inspiração e referência, por seres Mãe e Pai. Obrigado!



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico e conceptual	4
2.1. Contexto.....	4
2.2. Base Conceptual	6
2.2.1. Instrução Avançada	6
2.2.2. Sistema de Armas para a Instrução Avançada.....	7
2.2.3. 5ª Geração.....	9
2.3. Modelo de Análise	9
3. Metodologia e Método.....	10
3.1. Metodologia	10
3.2. Método	10
3.2.1. Participantes e procedimento.....	10
3.2.2. Instrumentos de recolha de dados.....	11
3.2.3. Técnicas de tratamento de dados	11
4. Apresentação dos dados e análise dos resultados	12
4.1. Características para um SA de Instrução Avançada	12
4.1.1. USAF T-X <i>Program</i>	12
4.1.2. Força Aérea Portuguesa.....	14
4.1.3. Análise dos resultados	15
4.1.4. Síntese conclusiva e resposta à PD1	16
4.2. Identificação de SA de Instrução Avançada	17
4.2.1. USAF T-X <i>Program</i>	17
4.2.2. Força Aérea Portuguesa.....	20
4.2.3. Síntese conclusiva e resposta à PD2	23
4.3. Soluções de futuro para a Instrução Avançada de Pilotos de Combate na Força Aérea Portuguesa.....	24
4.3.1. Solução 1 – Manter a formação de PC na USAF	25
4.3.2. Solução 2 – Aquisição de um SA a jato	26
4.3.3. Solução 3 – Aquisição de um SA <i>turbo-prop</i>	27



5. Conclusões	29
Referências Bibliográficas.....	34

Índice de Apêndices

Apêndice A – Modelo de análise.....	Apd A-1
Apêndice B – Guião da entrevista semiestruturada.....	Apd B-1
Apêndice C – Análise de conteúdo das entrevistas	Apd C-1

Índice de Figuras

Figura 1 – APT T-X <i>Operational View</i>	13
Figura 2 – T-X.....	18
Figura 3 – M-346.....	18
Figura 4 – T-50A.....	19
Figura 5 – APT <i>Source Selection Strategy</i> do <i>Advanced Pilot Training Program</i>	20
Figura 6 – A-29.....	21
Figura 7 – PC-21.....	22

Índice de Quadros

Quadro 1 – Resumo das características para um SA de IA.....	16
---	----



Resumo

Desde janeiro de 2018 a Força Aérea começou a viver o problema da falta de um Sistema de Armas para ministrar a Instrução Avançada de Pilotos de Combate.

Face a esta realidade, a Força Aérea procurou, antecipadamente, soluções para a substituição da frota *Alpha Jet*, as quais não tiveram resultado, devido às verbas disponibilizadas para o efeito.

Por forma a continuar a formação de Pilotos para as Esquadras 201 e 301, foi assinada uma *Letter of Offer and Acceptance* com a *United States Air Force* para garantir esta Instrução até 2028.

Estudaram-se as opções da Força Aérea, atendendo à conjuntura atual e aos desafios futuros, com base na análise do *T-X Program*, dos trabalhos desenvolvidos pela Divisão de Operações, e das entrevistas conduzidas a oito Pilotos com experiência operacional em F-16, dos quais, quatro foram Pilotos Instrutores de Instrução Avançada.

Recorrendo a uma metodologia de raciocínio indutivo, assente numa investigação qualitativa e no desenho de pesquisa de estudo de caso, definiram-se três soluções para o futuro da Instrução Avançada na Força Aérea, com níveis de ambição diferentes, mas com o mesmo propósito, a preparação de pilotos altamente qualificados para o cumprimento das missões de Soberania e Defesa Aérea de Portugal.

Palavras-chave

Instrução Avançada, Sistema de Armas, Piloto de Combate



Abstract

Since January 2018 the Portuguese Air Force began to experience the problem of the lack of a Weapons System to administer the Advanced Instruction of Combat Pilots.

Faced with this reality, the Air Force pursued, in advance, solutions for the replacement of the Alpha Jet fleet, which did not work, in view of the funds made available for this purpose.

In order to continue the training of Pilots for 201 and 301 Squadrons, a Letter of Offer and Acceptance was signed with the United States Air Force to guarantee this Instruction until 2028.

Based on the analysis of the TX Program, the work developed by the Operations Division, and the interviews conducted with eight pilots with operational experience in F-16, in which four were Instructor Pilot of Advanced Instruction, the Air Force's options were studied, considering the current situation and future challenges.

Based on an inductive reasoning methodology, based on a qualitative research and case study design, three solutions were identified for the future of Advanced Air Force Instruction, with different levels of ambition, but for the same purpose, the preparation of highly qualified pilots for the fulfilment of the missions of Sovereignty and Air Defence of Portugal.

Keywords

Advanced Instruction, Weapon System, Fighter Pilot



1. Introdução

“Em 13 de janeiro de 2018, as aeronaves *Alpha-Jet* realizaram o seu último voo.” (Força Aérea Portuguesa [FAP], 2019b), e desta forma a Força Aérea Portuguesa (FAP) perdeu a sua capacidade de Instrução Avançada (IA) de Pilotos de Combate (PC).

A capacidade de formação de PC remonta à génese da própria FAP, quando em “1953, com a entrada ao serviço do T-33A na FAP, a aquisição dos F-84G “*Thunder Jet*” ditou a necessidade da criação de uma nova Esquadra de voo. Foi assim que nasceu aquela que viria a ser a primeira Esquadra de Combate em Aviões a Reação, a Esquadra 20¹, formada a 28 de fevereiro de 1953.” (FAP, 2019b).

Durante os seus 65 anos de História, a Esquadra de Instrução Complementar de Pilotos de Combate (EICPAC), acompanhou a evolução tecnológica (até à modernização do F-16) da FAP e foi responsável pela formação dos Pilotos que alimentavam as Esquadras de Combate (EC).

A partir de janeiro de 2018, a FAP ficou com um grande problema em mãos, a formação e preparação dos seus futuros PC, elemento fundamental para a “defesa aérea do espaço nacional.” (Lei Orgânica da Força Aérea [LOFA], 2014).

Nos Estados Unidos da América (EUA), a *United States Air Force* (USAF), vive um problema semelhante, apesar da dimensão incomparável, quer de quantidade de aeronaves, quer de formação de pilotos, e de já se encontrar num período diferente, já foi selecionada a aeronave que irá substituir o T-38C (Insinna, 2018).

Tão ou mais importante que o longo tempo de operação destes sistemas de armas (SA), é a realidade da aviação de combate presente.

In fourth-generation fighters, after pilots master the operation of the airplane and subsystems, all the mission training is practicing and perfecting the management of onboard systems. This training also involves effective communication and gaining experience in building a three-dimensional picture of the battlespace.

In fifth-generation fighters, after a pilot masters flying the airplane, most of the training focuses on engagement decision-making because the battlespace is

¹ Esquadra 20 foi a designação inicial da posterior Esquadra de Instrução Complementar de Pilotagem em Aviões de Combate (EICPAC) e por fim, Esquadra 103.



displayed from all of the fused data collected by the aircraft systems. (Deptula & Birkey, 2019)

Este é o novo desafio da IA, a integração de sistemas e gestão da informação.

Olhando para o futuro de uma forma vanguardista, tendo como apoio o historial de 65 anos de formação avançada, é importante perceber qual o nível de ambição da FAP relativamente à IA, a longevidade do SA F-16M, uma vez que está diretamente relacionado com o produto final da IA, os PC, e definir uma estratégia futura para a formação dos futuros Pilotos.

Com esta investigação – *Instrução Avançada de Pilotos de Combate – Definição de uma Solução de Futuro para a Força Aérea* – pretende-se a edificação de conhecimento, assumindo o tema como uma mais-valia para a o contexto nacional, e em específico para a FAP, considerando a formação de PC uma valência crítica para a execução da sua Missão.

Assim, a investigação procura definir as características essenciais de um novo SA que permita a formação de PC; avaliar quais reúnem essas condições; e compreender que opções existem, e vão de encontro aos objetivos da FAP relativamente à formação de PC.

A presente investigação tem como objeto de estudo a IA de PC, e encontra-se delimitada (Santos & Lima, 2016, p. 44), nos domínios:

- Temporal, do presente até 2028, fim da *Letter of Offer and Acceptance* (LOA) com a *United States Air Force* (USAF) para a formação dos nossos PC;
- Espacial, na FAP, reforçado com o estudo de caso da USAF;
- De conteúdo, nos conceitos de IA e SA.

Neste enquadramento, este estudo tem como objetivo geral (OG) *Avaliar uma solução de futuro para a Instrução Avançada de Pilotos de Combate*, alicerçado em dois objetivos específicos (OE):

- **OE1:** Definir as características para o Sistema de Armas de Instrução Avançada;
- **OE2:** Identificar Sistemas de Armas com as características definidas para ministrar Instrução Avançada.

Um conjunto de objetivos centralizados na seguinte pergunta de partida (PP), *Quais as soluções de futuro para a Instrução Avançada de Pilotos de Combate na Força Aérea Portuguesa?*

Estruturalmente, o presente documento encontra-se organizado em cinco capítulos, sendo que o primeiro é a presente introdução. O segundo, tem por objetivo proceder ao enquadramento teórico e concetual que guiou a investigação. O terceiro, é destinado à



apresentação da metodologia e do método orientadores deste trabalho. O quarto, é dedicado à apresentação dos dados, discussão dos resultados e resposta às perguntas da investigação. O quinto, e último, tem como propósito efetuar um sumário da investigação, avaliar os resultados obtidos, elencar os contributos para o conhecimento, apontar as limitações identificadas, propor estudos futuros e enumerar algumas recomendações de ordem prática.



2. Enquadramento teórico e conceptual

Neste capítulo contextualiza-se a investigação, definem-se os conceitos base e a metodologia seguida.

2.1. Contexto

Os antecedentes históricos da EICPAC remontam a 1953. Um ano após o nascimento da FAP, a aquisição dos caças F-84 ditou a necessidade de uma Esquadra de voo dedicada à formação dos PC.

Ao longo dos seus 65 anos de História, a Esquadra 103 (E103) operou diversas aeronaves. O início da sua atividade deu-se com o T-33 “*Shooting Star*”. Em 1981, a instrução na E103 é dividida por duas aeronaves, os T-38 “*Talon*” juntam-se à frota da EICPAC. Conforme Proença e Diniz (2018, p. 21), em 1993, “No âmbito de um acordo sobre a cessação da cooperação bilateral no domínio da utilização da Base Aérea nº 11 (BA11), a República Federal da Alemanha cedeu a Portugal, nesse ano, uma frota de 50 aviões *Alpha Jet A* operados, até então, pela *Luftwaffe*.” Estas aeronaves passam a ser operadas pelas Esquadras 103 e 301. Toda a formação de Pilotos para as EC passa a ser efetuada nesta aeronave, o que traz um salto tecnológico importante, com a introdução do HUD², sistema de navegação e largada de armamento real e de treino, em relação às aeronaves operadas até então pela E103.

A 31 de janeiro de 2018³, executou-se o último voo numa missão no exercício *Real Thaw 2018*, permitindo melhorar a complexidade deste exercício e aproveitar todo o potencial disponível da frota em benefício dos objetivos da FAP.

É a partir daqui que a FAP começa a viver o problema “Como formar os futuros PC?”

Qual a importância da missão, até então, atribuída à E103, “Ministrar instrução avançada de pilotagem e conversão operacional para aviões de combate”? (FAP, 2019b)

Para responder a esta questão, é importante compreender a responsabilidade da missão atribuída à FAP.

No Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN) (Governo de Portugal, 2013), base da estratégia para a consecução dos objetivos políticos de segurança e defesa nacionais, lê-se que é do interesse de Portugal “afirmar a sua presença no mundo, consolidar a sua inserção numa sólida rede de alianças, defender a afirmação e a credibilidade externa do Estado, valorizar as comunidades portuguesas e contribuir para a promoção da paz e da

² *Head Up Display*.

³ Cerimónia e data oficial de fim de frota a 13 de janeiro de 2018, com as últimas 6 aeronaves prontas no ar.



segurança internacional”, destacando as Forças Armadas Portuguesas (FFAA) como elemento essencial na prossecução destes valores, fazendo parte dos seus vetores de ação:

- Participar nas missões militares internacionais de paz, nomeadamente no quadro das Nações Unidas (NU), da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) e da União Europeia (UE);
- Defender a sua posição internacional através da inserção na OTAN, participando nas suas transformações e consolidando as relações externas de defesa entre ambas;
- Defender o território nacional (TN) e a segurança dos cidadãos, neutralizando as ameaças e riscos transnacionais.

Fica patente nesta ambição a importância estratégica das FFAA, não só na defesa do TN e dos seus cidadãos, mas também como fonte de credibilidade internacional. Este propósito materializa-se no Conceito Estratégico Militar (CEM) (Conselho de Chefes de Estado-Maior [CCEM], 2014) que, respeitando as prioridades e orientações contidas no CEDN, para o emprego das FFAA em diversos cenários, concerne:

- À eventualidade de se perpetrar um ataque militar convencional ao TN;
- À atenção devida à materialização das ameaças emergentes para dentro das nossas fronteiras;
- Ao imperativo de, numa perspetiva de soberania, não deixar que se materializem vazios estratégicos nas áreas de interesse nacional;
- Ao papel vital da OTAN para a defesa coletiva.

Ainda neste âmbito, está contemplado no CEM (CCEM, 2014) que são palavra-chave para a execução das missões atribuídas às FFAA e consecução dos vetores de ação estratégica destes cenários de emprego a prontidão, credibilidade, disponibilidade, interoperabilidade e projeção.

Na FAP, a execução da “defesa aérea do espaço nacional” (Ministério da Defesa Nacional [MDN], 2014), materializa-se, de uma forma prática e sintetizada, com o cumprimento de missões de Defesa Aérea pelas EC com um SA com características que as permitam executar e, pilotos com o perfil e as capacidades de operar estas aeronaves.

Voltando ao tema de investigação, a IA de PC, consegue-se, através desta resenha, perceber a importância da missão de formar estes militares e o impacto que a falta de um SA que o permita fazer, trará à FAP.



Pela rotação de pilotos inerente às características militares (cursos, transferências de Unidades, mudanças de SA, abate ao quadro, etc.), Monte Real⁴ anseia por, pelo menos, três novos pilotos anualmente (A. Gaiolas, reunião de orientação, 8 de março de 2019). Isto implica, em termos de planeamento de cursos, que devem cumprir os programas de curso de IA, pelo menos quatro pilotos, por forma a garantir, também, a rotação de Pilotos Instrutores (PI) com ambição de prosseguir a carreira numa EC.

A receção dos últimos pilotos nas EC, aconteceu em janeiro de 2018: dois Instrutores da E103 e um dos três alunos que terminou o último curso, em *Alpha Jet*, de IA.

Desde então, a formação de pilotos para o F-16 passou a ser efetuada nos EUA, solução a curto prazo definida por forma a mitigar a falta de um SA para cumprir esta missão na FAP (FAP, 2019b).

No entanto, os dois pilotos que deveriam ter ido para os EUA em 2018 ainda não foram, por dificuldade da USAF em disponibilizar *slots*⁵. Prevê-se que deem início à sua formação no princípio do segundo semestre de 2019. Esta formação não termina antes de 2020, prevendo-se o início da sua qualificação em F-16M apenas em 2021. (A. Gaiolas, reunião de orientação, 8 de março de 2019)

2.2. Base Conceptual

Face a este contexto, o desenvolvimento do trabalho de investigação (TI) teve como base um conjunto de conceitos, que têm o objetivo de perceber a formação de um PC desde o início da sua carreira de Aviador até estar *Combat Ready*⁶ (CR), as características de um SA para a IA, e os desafios a esta formação atualmente e no futuro, com a substituição do SA F-16M por um SA de 5ª Geração (SA5G).

2.2.1. Instrução Avançada

Desta forma, para formar um PC, este deve passar quatro fases de instrução, antes de integrar uma EC:

1. Fase Elementar da Instrução de Pilotagem (Fase I), que tem a finalidade de criar e desenvolver as capacidades elementares de voo visual. Atualmente esta instrução é dada na aeronave *Chipmunk* MK20 (FAP, 2019e) na Academia da Força Aérea (AFA) e complementada no *Epsilon* TB-30 (FAP, 2019a), na Esquadra 101 (E101);

⁴ Base Aérea onde estão sediadas as Esquadras de Combate, E201 e E301.

⁵ *Slots* são a designação de vagas para os cursos de instrução avançada na USAF.

⁶ Designação de um Piloto com a qualificação no SA das EC terminado e pronto para desempenhar missões operacionais.



2. Fase Básica da Instrução de Pilotagem (Fase II), que tem a finalidade de melhorar as capacidades básicas de voo visual, introduzir o voo de instrumentos, aperfeiçoar as manobras básicas e introduzir as avançadas (acrobacia), introduzir a navegação, o voo noturno, as manobras básicas de formação, perfis de voo compostos⁷, com maior enfoque na complexidade de planeamento, preparação e execução de missões. Esta instrução é executada na aeronave *Epsilon* TB-30 (FAP, 2019a);
3. Fase Avançada de Pilotagem (Fase III), que tem a finalidade de melhorar as capacidades básicas adquiridas na Fase II, em aeronaves de maior desempenho, introduzir a aprendizagem de técnicas e procedimentos de voo nas várias áreas e desenvolver a capacidade de análise e gestão da missão. Esta instrução era executada na aeronave *Alpha-Jet* (FAP, 2019b);
4. Fase Especializada de Pilotagem (Fase IV), que tem a finalidade de introduzir o voo operacional, desenvolvendo e aplicando procedimentos e táticas consonantes com a utilização da aeronave como um SA; o emprego, a geometria e táticas aplicáveis ao SA de acordo com a doutrina das EC; e a aquisição de conhecimentos para a gestão da missão em ambientes reais. À semelhança da Fase III, esta especialização também era efetuada na aeronave *Alpha-Jet* (FAP, 2019b).

A IA de pilotos, que consiste na realização das Fases III e IV, é uma capacidade essencial para a regeneração dos recursos humanos com as características para o desempenho das missões de Defesa Aérea e Policiamento Aéreo. É sobre este tipo de Instrução específico que este trabalho de investigação irá debruçar-se.

2.2.2. Sistema de Armas para a Instrução Avançada

É importante identificar quais as características necessárias para um SA que permita a IA, tanto para o presente, com o F-16M, como para o futuro, “com o final do seu ciclo de vida projetado para 2035” (Silva, R., 2018), quando for realizada a sua substituição por uma aeronave de 5ª Geração (Rainho, 2019).

Pelo facto da USAF estar no processo de substituição da sua aeronave de IA, “*the current T-38C fleet cannot accomplish 12 of the 18 mission tasks required for advanced pilot training*” (Gertler, 2018), e sendo uma referência (pela dimensão das suas Forças,

⁷ Diferentes perfis de voo na mesma missão.



experiência de combate, evolução tecnológica, etc.) nesta problemática, o *T-X*⁸ *Program*, Estudo de Caso desta Investigação, caracteriza o novo SA de instrução avançada assim:

The stated mission of the Advanced Pilot Training (APT) T-X system is to prepare student pilots to operate fourth and fifth generation fighters and bombers. The USAF plans to integrate the APT T-X within the advanced phase of the fighter/bomber track of Specialized Undergraduate Pilot Training (SUPT) as well as Introduction to Fighter Fundamentals (IFF). The scope of the acquisition program is to acquire an advanced trainer aircraft and ground-based training system to be used by the Air Education and Training Command in the pilot training pipeline. The purpose of the trainer aircraft is to bridge the Undergraduate Pilot Training (UPT) primary phase in the T-6 Texan and fifth-generation Formal Training Unit aircraft. (Gertler, 2018)

Para J. E. Fernandes (entrevista por telefone, 03 de junho de 2019), Piloto Operacional de F-16M com experiência de PI de IA, o “futuro SA de IA deverá preparar os pilotos para o aumento da complexidade das missões, principalmente na gestão da informação.” Deverá estar “acompanhado por sistemas de simulação no chão, terá que cumprir várias funções básicas de treino”, tais como: controlo básico e avançado da aeronave, formação, instrumentos e navegação, “gestão de armamento ar-ar e ar-chão de precisão e *Dynamic C2*”, uma vez que, com a “informação disponível no espaço de batalha, as decisões terão um Comando Centralizado e o seu Controlo Distribuído”, traduzindo-se num “nível de exigência de um *Wingman*⁹ comparável ao de um *Mission Commander*” nos dias de hoje.

Além do identificado atrás, no T-X foram ainda identificadas cinco funções de treino avançado específicas, que o sistema deve cumprir (Gertler, 2018):

- Manobras de voo com cargas G^{10} , sustentadas, elevadas (6,5-7,5G);
- Reabastecimento aéreo (capacidade que pode ser apenas cumprida em simulador);
- Operações com sistemas de visão noturna;
- Interceções ar-ar;

⁸ “T-X” é a designação para o programa de substituição da aeronave de instrução avançada (T-38) na USAF.

⁹ *Wingman* ou Asa, é a posição ocupada pela segunda aeronave numa formação de duas. Geralmente com funções atribuídas de menor complexidade.

¹⁰ Unidade de aceleração, que é aproximadamente igual à aceleração proporcionada pela gravidade da Terra.



- Operações com sistemas de *data link*¹¹.

2.2.3.5ª Geração

Para contextualizar os desafios futuros da aviação de combate, é necessária uma abordagem à 5ª Geração de aeronaves de combate.

Segundo Carlisle, (s.d.), estas caracterizam-se pela fusão de sensores que permitem um elevado nível de consciência situacional, operações baseadas em sistemas de *data link* e pelo seu baixo nível de detetabilidade, também conhecido como capacidade *stealth*.

Algumas destas características não estão, nem vão estar, implementadas nos SA de IA, outras começam a ser integradas, na maioria dos casos, de forma simulada.

Este é mais um desafio para qualquer Força Aérea (FA) que queira preparar os seus pilotos para a Aviação de Combate do Futuro, que já é a realidade atual (Boeing, 2019a).

2.3. Modelo de Análise

O modelo de análise utilizado no desenvolvimento da investigação está refletido no Apêndice A.

¹¹ Sistemas que permitem a comunicação entre dois ou mais dispositivos, para transmissão de informação e dados.



3. Metodologia e Método

Neste capítulo, são apresentados a metodologia e o método que modelam a presente investigação.

3.1. Metodologia

Conforme Santos e Lima (2016), a metodologia do presente trabalho de investigação foi constituída por três fases:

- Exploratória, com recurso a análise documental, entrevistas exploratórias, enquadramento conceptual, formulação do problema, objetivos e questões, inscritos no modelo de análise;
- Analítica, norteada para a recolha, apresentação e análise dos dados das entrevistas semiestruturadas assim como da análise documental e multimédia;
- Conclusiva, orientada para a avaliação e discussão dos resultados, apresentação das conclusões, contributos para o conhecimento, limitações, sugestões para estudos futuros e recomendações.

No que respeita ao tipo de raciocínio, o presente estudo é indutivo, ao partir “[...] da observação de factos particulares para, através da sua associação, estabelecer generalizações” (Santos & Lima, 2016), assente numa estratégia de investigação qualitativa, substanciado num estudo de caso como desenho de pesquisa

3.2. Método

3.2.1. Participantes e procedimento

Participantes. Integraram este estudo oito pilotos, que preenchiam os seguintes critérios – ser, à data da entrevista, piloto operacional de F-16 nas Esquadras 201/301 (n=6; CAP Paulo Silva, CAP Rodrigo Silva, CAP Augusto Figueiredo, CAP José Fernandes, CAP Rodolfo Silva e CAP Pedro Guedes), e, pelo menos metade, reunir experiência como PI de IA (de entre os 6 acima, os 3 últimos); estar em situação afim em ambiente/esquadra internacional (caso do CAP João Gonçalves, PI de F-16 na *195th Fighter Squadron, 162nd Fighter Wing, na Air National Guard em Tucson*) e deter qualificação operacional e experiência como PI num dos SA estudados (caso do MAJ Luís Silva, como piloto e PI de A-29, em Natal na Força Aérea Brasileira).

Procedimento. Foi estabelecido contacto com os potenciais participantes (por telefone ou *email*), a saber da disponibilidade para integrar esta investigação. Após anuência total, foi enviado o guião da entrevista semiestruturada e correspondente consentimento informado por *email*.



3.2.2. Instrumentos de recolha de dados

Foi construído um guião de entrevista (Apêndice B) para os pilotos.

3.2.3. Técnicas de tratamento de dados

A metodologia qualitativa da análise de conteúdo alicerçou, conforme Fachada (2015), na identificação de categorias emergentes e categorias *a priori* (enquadradas, respetivamente, no modelo aberto¹² e no modelo fechado¹³).

¹² “O modelo aberto (Silva et. al., 2004) é aquele em que as categorias são definidas no decorrer da análise (categorias emergentes das narrativas, conforme Stemier, 2001)” (Fachada, 2015, p.114).

¹³ “O modelo fechado (Silva et. al., 2004) corresponde àquele em que as categorias são pré-estabelecidas com base num referencial teórico (categorias a priori, conforme Stemler, 2001)” (Fachada, 2015, p.114).



4. Apresentação dos dados e análise dos resultados

Neste capítulo são estudadas e respondidas as PD e a PP.

4.1. Características para um SA de Instrução Avançada

Apesar das diferenças evidentes entre as realidades da FAP e da USAF, este estudo de caso, “*T-X Program*, permite obter uma perspectiva sobre a referência tecnológica e doutrinária que são os EUA” (J. M. Gonçalves, entrevista por *email*, 16 de abril de 2019), que deve ser utilizada no apoio à resolução de problemas nacionais, onde o tema desta investigação se insere.

4.1.1. USAF T-X Program

The APT Program will replace the T-38C used in the USAF’s Specialized Undergraduate Pilot Training (SUPT) advanced phase fighter and bomber (F/B) track, and in the Introduction to Fighter Fundamentals (IFF) course. The APT Program will provide student pilots with the foundational flying skills and core competencies required to transition into current generation F/B aircraft. (USAF Life Cycle Management Center, 2016)

Em outubro de 2009, a USAF criou um *Initial Capabilities Document (ICD)* com o objetivo de identificar lacunas na sua capacidade de IA de Pilotos (USAF, s.d.). Desse documento, foram identificadas 12 capacidades, em 18, que o T-38C já não conseguia cumprir.

Desta avaliação, surgiu o programa, para a substituição do T-38C, *Advanced Pilot Training (APT) T-X*, comumente conhecido como T-X.

O objetivo do T-X é preparar os pilotos para a operação em SA de 4^a e 5^a geração (SA5G). Esta formação inclui a Fase III e a IV, fazendo a ponte entre a Fase II (efetuada no T-6 *Texan*) e os SA5G.

Temporalmente, ambiciona-se que a *Initial Operational Capability (IOC)* seja atingida em 2024 e a *Full Operational Capability (FOC)* em 2034 (USAF, s.d.).

De forma a mitigar este espaço temporal, o T-38C foi submetido a um plano de manutenção que pretende estender a sua operacionalidade até 2034, no entanto, a disponibilidade de aeronaves prontas tem sido inferior a 60% (USAF, s.d.) e prevê-se que continue a baixar com os custos de manutenção a aumentar. O requisito para o T-X é que garanta uma prontidão operacional superior a 80% (Gertler, 2018).

É importante perceber que o *T-X Program* não se trata apenas da substituição do T-38C.



Este programa procura responder à evolução tecnológica da USAF, diretamente associada aos SA5G e aos desafios e mudanças que estes trouxeram à operação.

O T-X compreende múltiplos sistemas a operar em paralelo, com o objetivo final de formar PC prontos a integrar as aeronaves mais modernas da USAF, através de um programa de IA que mitigue e minimize as transições entre SA, for forma a otimizar custos financeiros e temporais no percurso da formação.

Os principais componentes identificados por Gertler (2018), apresentados na Figura 1, incluem: “*the aircraft, ground-based training systems (GBTS), virtual training systems (VTS), electronic classrooms, aircraft maintainers (personnel), maintenance training systems, and support infrastructure*”.

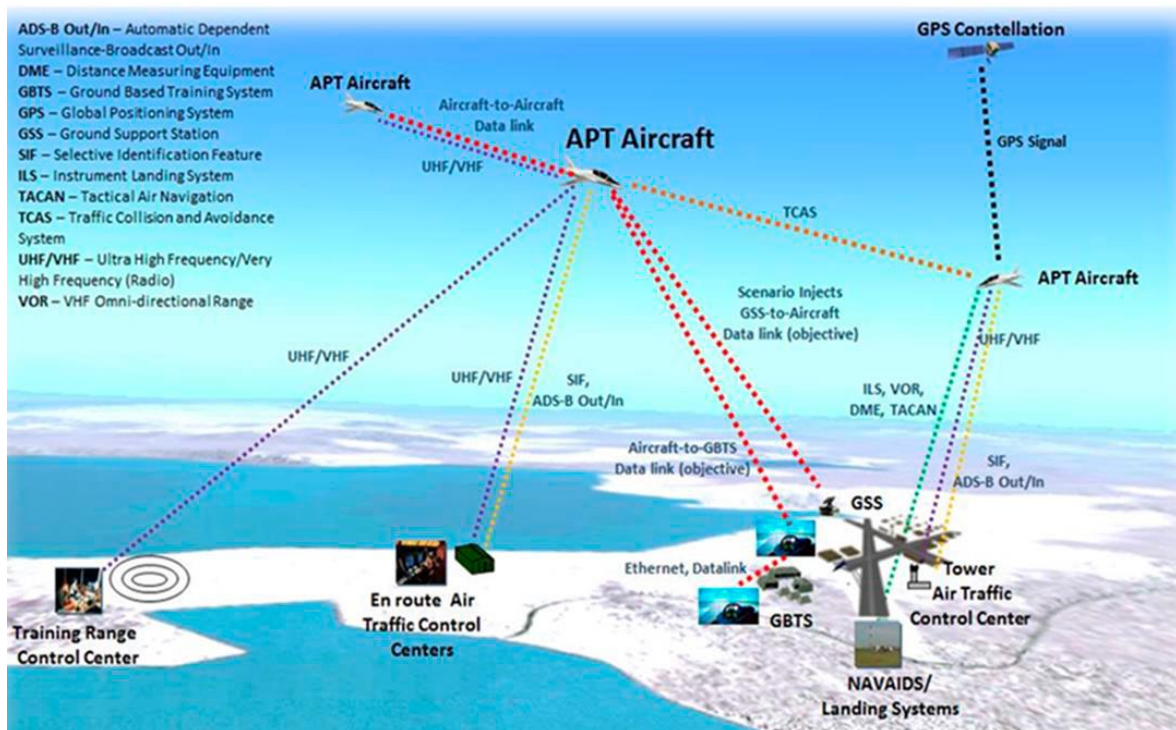


Figura 1 – APT T-X Operational View

Fonte: Gertler, 2018

Em entrevista para o *site* da USAF, a *Major General Dawn Dunlop*¹⁴ diz:

Cockpit and sensor management are fundamentally different today in 4th and 5th generation aircraft than it was when the T-38 was built in 1961. While the T-38 has been upgraded to a glass cockpit, the inability to upgrade the T-38’s performance and simulated sensor capability presents a growing challenge each

¹⁴ Maj. Gen. Dawn M. Dunlop is the Commander, NATO Airborne Early Warning and Control Force, Supreme Headquarters Allied Powers Europe. À data da entrevista, desempenhava funções como Director of Plans, Programs and Requirements, Headquarters Air Education and Training Command (USAF, s.d.).



year to effectively teach the critical skills essential to today's military pilots.
(Smith, 2015)

O futuro SA deverá preparar os pilotos para o aumento da complexidade das missões, principalmente na gestão da informação. Acompanhado por sistemas de simulação no chão, terá que cumprir várias funções básicas de treino, tais como: controlo básico e avançado da aeronave, formação, instrumentos e navegação, gestão de armamento ar-ar e ar-chão de precisão e gestão avançada de recursos de tripulação e *cockpit*. Além disso, existem cinco funções de treino avançado que o sistema deve cumprir:

- Manobras de voo com cargas *G*, sustentadas e elevadas (6,5-7,5*G*);
- Reabastecimento aéreo;
- Operações com sistemas de visão noturna;
- Interceções ar-ar;
- Operações com sistemas de *data link*.

O programa enfatiza o desenvolvimento dos GBTS no sentido de serem o mais próximo possível da aeronave real, em termos de utilização de sistemas e performance. Deverão ser capazes de replicar os sensores avançados, tais como o radar, *data link*, *targeting pod*, etc. Desta forma, aumentam-se o número de missões em simulador, reduzindo os custos dos cursos, e são melhoradas as capacidades dos alunos antes destes voarem na aeronave.

É objetivo da USAF substituir 431 T-38C por, 350 T-X (Smith, 2015), e aumentar a capacidade de 36 para 46 simuladores (USAF, s.d.).

4.1.2. Força Aérea Portuguesa

O despacho n.º 65 de 2015 do CEMFA determinou a criação de um Grupo de Trabalho (GT) “responsável por definir (...) os requisitos dos sistemas (...), tendo como referência o fim do ciclo de vida útil dos mesmos (entre os quais o *Alpha Jet*)” (FAP, 2015).

O produto deste GT foi um *Request for Information* (RFI), que foi enviado para sete empresas, identificadas com capacidade de dar resposta ao mesmo, com os requisitos mínimos para o SA substituto do *Alpha Jet* (FAP, 2016).

O RFI tinha a particularidade de requisitar um serviço *pay by the hour*¹⁵ ao invés da aquisição de um SA.

¹⁵ Opção em que o fornecedor do serviço é dono das aeronaves, assegurando a sua disponibilidade e sendo responsável pelo fornecimento das horas de voo contratadas, onde se inclui a manutenção requerida e todas as condições formais de prontidão para voo (FAP, 2016).



Da análise deste RFI identificam-se características essenciais para o substituto do *Alpha Jet*, de onde se destacam, para o futuro SA de IA:

- Razão de subida máxima $> 4.000 \text{ ft/min}$;
- Minimum Time to Climb (S.L.¹⁶ to 10.000 ft) < 3 minutos;
- Velocidade Máxima em Rota $> 0,70 \text{ Mach}^{17}$;
- Taxa de rotação $\geq 200^\circ/\text{s}$;
- Cargas *G*:
 - Carga *G*, positiva, máxima em acrobacia, $\geq 7.0 \text{ G}$;
 - Carga *G*, negativa, máxima em acrobacia, $\geq -3.0 \text{ G}$;
- Carga *G* sustentada, $\geq 3,5 \text{ G}$;
- *Hands on throttle and stick (HOTAS)*.

Estas características abrem o leque de opções, comparativamente ao T-X, uma vez que permitem a análise de SA com uma *performance* inferior a aeronaves a jato e com um custo de operação inferior.

Do trabalho desenvolvido pelo GT, identificou-se que para ministrar a IA seriam necessárias pelo menos quatro aeronaves e um simulador.

4.1.3. Análise dos resultados

Da análise ao Quadro 1, resumo do Apêndice C, na resposta à pergunta: “Quais as características que uma aeronave de IA, para a formação de PC, deverá ter?”, destacam-se (número de respostas igual ou superior a quatro) as seguintes respostas:

- Performance próxima do SA Operacional (SAO);
- PVI¹⁸ próximo do SAO;
- Integração de Sistemas
- Capacidade de simulação e emprego de armamento.

¹⁶ *Sea Level*.

¹⁷ *Mach* é uma unidade de medida que tem como referência a velocidade do som. *Mach 1* é a velocidade do som ao nível do mar à temperatura ambiente.

¹⁸ *Pilot-Vehicle Interface*.



Quadro 1 – Resumo das características para um SA de IA

Categorias <i>a-priori</i>	Entrevistados							
	L. Silva ¹⁹	Gonçalves ²⁰	P. Silva ²¹	R. Silva ²²	Figueiredo ²³	Fernandes ²⁴	R. P. Silva ²⁵	Guedes ²⁶
T-X	X	X						
Performance SAO	X		X	X		X	X	X
PVI SAO	X			X		X	X	X
Simuladores		X						
Integração Sistemas		X	X	X	X			
Armamento		X	X	X	X			
Consciência Situacional			X					
<i>Debriefing</i>				X		X		
Fiabilidade e prontidão					X			

4.1.4. Síntese conclusiva e resposta à PD1

Do estudo efetuado ao T-X é possível proceder a uma analogia para a FAP.

Por um lado, a USAF identificou a necessidade de substituição do T-38C por este já não cumprir com o ambicionado para a IA. Na FAP, o *Alpha Jet* chegou ao fim do seu ciclo de vida útil.

Ambas as FA ambicionam continuar com a formação dos seus PC, apesar de o volume não ser comparável. Falamos de uma realidade de 400 aeronaves (USAF) para quatro (FAP), valores semelhantes para o número de PC formados (USAF, s.d.) (A. Gaiolas, reunião de orientação, 8 de março de 2019).

O maior repto identificado não é a substituição da aeronave em si, é a evolução para um novo paradigma, também na IA, a 5ª geração, com uma série de desafios relacionados.

A evolução tecnológica exige dos PC uma grande capacidade de gestão de sistemas e informação, que quando dominados, permitem um nível de *situational awareness* muito

¹⁹ Entrevista por *email*, 06 de maio de 2019.

²⁰ Entrevista por *email*, 16 de abril de 2019.

²¹ Entrevista por *email*, 15 de abril de 2019.

²² Entrevista por *email*, 18 de abril de 2019.

²³ Entrevista por *email*, 11 de junho de 2019.

²⁴ Entrevista por *email*, 11 de junho de 2019.

²⁵ Entrevista por *email*, 06 de maio de 2019.

²⁶ Entrevista por *email*, 11 de abril de 2019.



grande, que permitem o emprego do SA de uma forma mais eficaz e eficiente por forma a cumprir o objetivo da missão.

Este desenvolvimento tecnológico, exige uma adaptação da IA por forma a que o tempo, diretamente relacionado com os custos, de formação de um PC seja otimizado para que a adaptação ao SAO consuma o mínimo de recursos possível para que o PC se torne CR.

Para fazer face a estes desafios, o T-X, identifica alguns requisitos essenciais à nova aeronave de IA, que estão em sintonia com o RFI produzido pelo GT da DIVOPS e com a visão dos Pilotos entrevistados.

Respondendo à Pergunta Derivada do Objetivo Específico *Definir as Características para o Sistema de Armas de Instrução Avançada*, são definidas as seguintes:

- Relativamente á Performance:
 - Aeronave a jato (desejável) ou *turbo-prop*²⁷ (aceitável);
 - Próxima do SAO.
- Relativamente ao Cockpit:
 - Capacidade de operação com NVG²⁸;
 - PVI semelhante ao SAO.
- Integração de Sistemas:
 - Operação com sistemas de *data link*;
 - Utilização de radar (real ou simulado);
 - Utilização de *Targeting Pod*/EOIR²⁹;
 - Capacidade de simulação e emprego de armamento de treino e real.
- Relativamente a sistemas de simulação:
 - GBTS;
 - VTS.

4.2. Identificação de SA de Instrução Avançada

4.2.1. USAF T-X Program

“A Boeing-Saab partnership has won a \$9.2 billion contract to produce the U.S. Air Force’s next-generation training jet” (Insinna, 2018).

²⁷ *Turbo-prop* é a designação de uma aeronave com motores de turbina propulsionados por hélices.

²⁸ *Night Vision Goggles*.

²⁹ *Electro-Optical Infrared*.



Apesar da USAF já ter selecionado a empresa responsável pelo desenvolvimento do projeto que irá substituir o T-38C, houve mais dois projetos que se destacaram pelas suas provas dadas.

O vencedor do T-X, uma parceria *Boeing-Sabb*, apresentou uma aeronave (Figura 2) “*single-engine, twin-tail, stadium seating trainer*”, desenvolvida de raiz, com todo o suporte de GBTS requerido no “*Systems Specification for the Advanced Pilot Training Program Aircraft System*” (Gertler, 2018).



Figura 2 – T-X

Fonte: Disponível em Boeing, 2019b

A Leonardo apresentou uma variante do M-346 (Gertler, 2018), aeronave já desenvolvida e utilizada para a IA na Itália, Israel, Polónia e Singapura.

O M-346 (Figura 2) é apresentado como uma aeronave “*twin-engine, tandem-seat, next generation advanced jet trainer, and central element of an Integrated Training System designed to allow student pilots to develop knowledge, skills and practices needed for effective exploitation of modern combat aircraft*” (Leonardo, 2019c).



Figura 3 – M-346

Fonte: Disponível em Leonardo, 2019b

A parceria *Lockheed Martin* e *Korean Aerospace Industrie* (KAI) desenvolveu uma variante do T-50, o T-50A (Gertler, 2018), com a introdução da capacidade de reabastecimento aéreo, treino emulado e um *cockpit* de quinta geração. O T-50 já é utilizado para a IA na Coreia, Indonésia, Tailândia, Filipinas e Iraque (KAI, 2019).

A KAI enfatiza a capacidade supersônica do T-50, aliado a tecnologia de última geração (KAI, 2019).



Figura 4 – T-50A

Fonte: Disponível em KAI, s.d.

Segundo os seus fabricantes, estes três SA respondem aos requisitos do T-X. O processo de escolha, para além dos sistemas e performance da aeronave, tiveram em consideração o desenvolvimento do projeto, com grandes investimentos na economia dos



países parceiros, a sustentação da frota durante a sua construção e operação e o preço (Gertler, 2018).

A avaliação destes critérios, resumida na Figura 5, determinou a parceria Boeing-Saab como vencedora, no entanto, os outros dois SA não deixaram de ser uma referência para o futuro da IA.

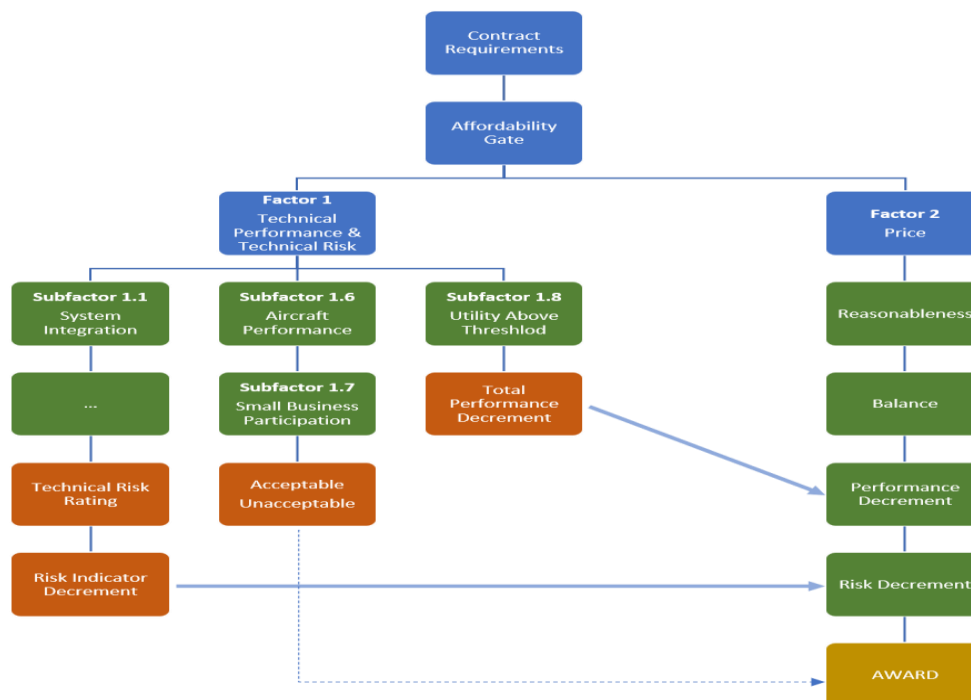


Figura 5 – APT Source Selection Strategy do Advanced Pilot Training Program

Fonte: Adaptado a partir de Gertler (2018).

4.2.2. Força Aérea Portuguesa

A Lei n.º 7/2015 de 18 de maio, Lei de Programação Militar (LPM), definiu a verba de 25 milhões de Euros, para o período de 2019 a 2026, para o processo de substituição do *Alpha Jet*. Esta verba não é comparável com os 9.000 milhões de USD do T-X (Insinna, 2018).

A verba prevista para a substituição do Alpha-Jet, não sendo suficiente para a aquisição de um novo SA com as características necessárias para a IA, levou a que os pedidos de informação fossem feitos para uma prestação de serviços *pay by the hour*, em que o fornecedor do serviço é dono das aeronaves, assegurando a sua disponibilidade e sendo responsável pelo fornecimento das horas de voo contratadas, onde se inclui a manutenção requerida e todas as condições formais de prontidão para voo (FAP, 2016).

Ao RFI responderam cinco empresas. Dessas, duas não concretizaram as propostas, tanto nos equipamentos solicitados como nos custos expectáveis. As outras três apresentaram propostas que não iam de encontro ao requerido *pay by the hour*.



Para todas as propostas, a verba prevista em LPM foi insuficiente, pelo que nenhuma proposta foi aceite e outras recomendações foram feitas pelo Grupo de Trabalho de Substituição da Frota *Alpha Jet*.

Das respostas ao RFI foram identificadas aeronaves com características diferentes das do T-X, no entanto, apresentam valências para a IA que vão ao encontro das identificadas pelos entrevistados, referidas na Figura 1. O modelo de IA identificado no T-X também é aplicável nos modelos de instrução respondidos nos RFI's, com sistemas de simulação de alta fidelidade replicando a aeronave, *cockpit* moderno e capacidade de simulação, emulação ou utilização de sistemas necessários para uma IA atualizada, mas com uma performance inferior que, em contrapartida, implica, também, custos de operação muito inferiores, e por essa razão devem ser referenciadas como opção para esta investigação.

A *Finmeccanica* apresentou o SA M-345, uma aeronave monomotor a jato, ainda em desenvolvimento, com o anúncio de uma performance de jato ao custo de um *turbo-prop* (Leonardo, 2019a).

A Força Aérea Italiana (FAI) vai substituir os seus MB-339, pelo M-345. Esta atualização de SA faz parte do plano da FAI para a criação de uma Academia Internacional de Pilotos Militares (Perry, 2019).

A *Beechcraft DC* apresentou duas aeronaves, o T-6C e o *Scorpion*.

À semelhança do M-345, o *Scorpion* ainda é uma aeronave em desenvolvimento. No entanto, as suas apresentações são mais orientadas para o seu uso operacional, apesar de ser referida a sua capacidade para a IA face à capacidade dos seus sistemas, dois lugares em *tandem*³⁰ e ser um jato (Scorpion, 2019).

O T-6C é uma evolução da aeronave utilizada pela USAF na Fase II (na FAP utilizamos o *Epsilon TB-30*), o T-6A. À semelhança dos outros SA já referidos, a sua atualização refletiu-se num “*open-architecture glass cockpit (...) necessary for completing complex missions*” (Beechcraft, 2019).

A *Elbit* apresentou o A-29 Super Tucano (Figura 6), da Embraer. O A-29 é a aeronave utilizada pela Força Aérea Brasileira na IA dos seus PC.

³⁰ *Tandem* são dois lugares alinhados longitudinalmente.



Figura 6 – A-29

Fonte: Disponível em Embraer, s.d.

O Major Piloto Aviador Luís Silva esteve colocado em Natal, onde efetuou a qualificação e o curso de PI de A-29. Da entrevista ao Major Silva (entrevista por telefone, 26 de junho de 2019), este destaca o PVI do A-29, que “pode ser adaptado para ser o mais próximo possível do SAO. O ganho proporcionado pela informação gerada e passível de ser utilizada durante a missão, mitigam, de alguma forma, o déficit de performance para uma aeronave a jato”.

A Pilatus apresentou o PC-21 (Figura 7), aeronave semelhante ao A-29. Operado por países como Austrália (Hoyle, 2012b); França (para substituir o SA *Alpha Jet*), Reino Unido e Jordânia (Pilatus, 2019), Qatar (Hoyle, 2017), Arábia Saudita (Hoyle, 2012a), Suíça e Emiratos Árabes Unidos (AFT, s/d).

A *Royal Australian Air Force* (RAAF) apresenta o PC-21 como o SA que irá garantir que os pilotos em formação adquiram o conhecimento e as capacidades necessárias antes de prosseguirem para o F-35 (RAAF, 2019).



Figura 7 – PC-21

Fonte: Disponível em Pilatus, s.d.

4.2.3. Síntese conclusiva e reposta à PD2

Da análise efetuada identificam-se duas vertentes para SA de IA. Uma com aeronaves a jato e outra com aeronaves *turbo-prop*.

Os SA para IA com aeronaves a jato caracterizam-se pela alta performance, muito próxima dos SAO mas com elevados custos de produção, aquisição e operação. No entanto, face à evolução tecnológica dos SAO, SA5G, estes custos são compensados pela diminuição do esforço necessário na transição para os SAO e pela rentabilização dos SA de IA como plataformas de *Red Air*³¹ (RA), “one requirement not part of the release is for the T-X to serve in a “red air” or adversary role, during live-fly exercises” (Smith, 2015), equilibrando desta forma a balança.

Os SA com aeronaves *turbo-prop* apresentam *cockpits* modernos com integração de sistemas, simulação ou emulação de outros, por forma a maximizar as hipóteses de treino e desenvolver as capacidades dos futuros PC na gestão da informação, capacidade importante identificada nas entrevistas. A performance reduzida face a uma aeronave a jato é compensada pela redução de custos na aquisição das aeronaves e operação destas, com consumos de combustível francamente inferiores.

Segundo o Major Silva (entrevista por telefone, 26 de junho de 2019), relativamente a SA de IA “o défice de performance, comparativamente a uma aeronave a jato, não existe!”. Face à informação disponível e às capacidades de simulação de sistemas e ameaças, o “treino proporcionado ao aluno torna-se extremamente rico, desenvolvendo muito mais o *situational*

³¹ Missões específicas em que se simulam Táticas, Técnicas, e Procedimentos (TTP) adversários.



awareness e o processo de análise e tomada de decisão. E, apesar das carga *G* e velocidades inferiores, continua a ensinar-se os princípios basilares do combate Ar-Ar.”

Metade dos entrevistados (n=4) identifica o défice de performance como uma desvantagem e não uma limitação, ressalvando que um PVI moderno e próximo do SAO é mais importante comparativamente à performance. A adaptação à performance é mais rápida do que ao PVI.

Em suma, respondendo à Pergunta Derivada do Objetivo Específico *Identificar Sistemas de Armas com as características identificadas para ministrar Instrução Avançada*, reconhece-se que a IA é possível de ser ministrada em diversos tipos de aeronaves, e que a sua escolha depende de muitas variáveis, tais como a estrutura da FAP existente, o nível de ambição, capacidade económica, entre outras. Nesta investigação são realçados, por já serem utilizados em projetos recentes ou pela importância do seu conceito de operação, os seguintes SA para IA:

- Leonardo M-346;
- KAI T-50A;
- T-X da Boeing-Saab;
- Embraer A-29;
- Pilatus PC-21.

4.3. Soluções de futuro para a Instrução Avançada de Pilotos de Combate na Força Aérea Portuguesa

Mata (2019) escreve que “para o CEMFA [...], esta situação [IA na USAF] está longe de ser ideal, tendo revelado na Comissão de Inquérito de Defesa Nacional no passado dia 16 de janeiro, que a solução poderá passar por um contrato de utilização de aviões de treino modernos”.

Segundo Gaiolas (reunião de orientação, 8 de março de 2019), existem conversações com as empresas *Skytech* e *CAE*, no sentido “de se desenvolver uma parceria que dê resposta às necessidades da FAP, vá de encontro aos objetivos da empresa e alicie parceiros para otimização de recursos e diminuição de custos”, através da edificação de uma “escola de IA de pilotagem operando a aeronave *Alenia Aermacchi M-346*”, a partir da Base Aérea nº11, em Beja.

Na *Military Flight Training Conference*, realizada anualmente no Reino Unido (no presente ano, decorreu entre 26 e 28 de março) a dificuldade na formação de Pilotos foi reconhecida como um problema transversal às várias FA. A procura por soluções de



outsourcing é cada vez mais uma realidade, face à escassez de Pilotos prontos a integrar as EC (*Military Flight Training* [MFT], s.d.).

Esta realidade, associada à evolução tecnológica e à evolução dos SA, potencia novas visões e os investimentos privados, o que, face à IA é uma inovação, tendo em conta a especificidade característica da formação de PC.

Face à realidade conjetural, nacional e internacional, à ambição da FAP em retomar a capacidade de IA (FAP, 2019b) e de substituir o SA F-16M (Silva, R., 2018) por um SA5G, à atualização do modelo de IA (J. M. Gonçalves, 2019), com um maior recurso a GBTS e a um novo conceito, “*Live, Virtual and Constructive (LVC) environment*” (Rock, 2019), através da exploração das capacidades dos simuladores para minimizar o número de voos e maximizar a eficiência da Instrução, definem-se três soluções de futuro para a IA na FAP, por forma a responder à PP desta investigação – *Quais as soluções de futuro para a Instrução Avançada de Pilotos de Combate na Força Aérea Portuguesa?*

4.3.1. Solução 1 – Manter a formação de PC na USAF

Esta solução entra em consideração com a realidade das verbas previstas em LPM para a substituição da frota *Alpha Jet*.

Não havendo alteração legislativa relativamente a esta necessidade, pelo estudo efetuado, não existe viabilidade na aquisição ou aluguer de qualquer SA para ministrar a IA na FAP (FAP, 2016).

Apesar de ser reconhecido pelo CEMFA não ser a solução desejada (Mata, 2019), face às verbas disponibilizadas, identifica-se como uma solução viável e possível (assumindo que se mantêm disponíveis verbas semelhantes, após o término da LOA, e que o custo da formação não aumenta significativamente com a substituição do T-38C pelo T-X). Segundo J. M. Gonçalves (2019), “Holanda, Bélgica, Dinamarca, Noruega e Polónia formam os seus PC na USAF, validando o padrão de qualidade já identificado pela FAP na IA deste país.”

Desta forma, após o término da LOA com a USAF em 2028, identifica-se a necessidade de manter a IA nos moldes atuais.

Esta solução tem algumas desvantagens.

A dependência da disponibilidade de *slots* por parte da USAF pode colocar em causa a disponibilidade de pilotos com a IA concluída (Gaiolas, reunião de orientação, 8 de março de 2019); apesar de se reconhecer a qualidade da formação da USAF, algumas das especificidades passíveis de serem identificadas numa formação interna não podem ser ajustadas no *syllabus* da USAF (J. M. Gonçalves, 2019).



Por forma a mitigar as desvantagens, é opinião unânime dos entrevistados (n=8) de que a colocação de um PI poderia trazer alguma redução do custo associado aos cursos, fazer um acompanhamento mais próximo dos alunos e garantir que o *know-how* da IA é mantido.

4.3.2. Solução 2 – Aquisição de um SA a jato

Conceptualmente e ideologicamente, trata-se da solução ótima.

As SA a jato identificados atrás são uma referência tecnológica da aviação militar. São projetos novos, com conceitos de operação atualizados e que acompanham as necessidades da evolução tecnológica da aviação de combate.

Este desenvolvimento das capacidades dos SA de IA fazem da substituição da frota *Alpha Jet* algo ainda mais complexo. Identifica-se uma mudança no modo de operação, tanto da IA como da qualificação operacional (Gertler, 2018). No caso da IA, com a melhoria enorme da fidelidade e capacidade dos GBTS (Rock, s.d.), que permitem aumentar o espectro de missões de treino, aumentar a sua complexidade e integrar outros meios, maximiza-se a eficiência e eficácia dos voos reais, preparando melhores pilotos e mais capazes para a realidade encontrada nas EC.

A formação de IA na FAP garantiria o controlo e ajuste dos cursos às necessidades identificadas e traria duas vantagens para as EC.

Primeiro, pilotos com uma melhor preparação para a conversão operacional no SA das EC, reduzindo o tempo e número de voos até estarem CR. Isto disponibilizaria mais recursos para o treino operacional, lacuna crítica (Silva, P., 2018).

Em segundo, as características destas aeronaves permitem-lhes desempenhar missões de RA, que, identificado por Silva, P. (2018) na sua investigação, é uma tipologia de missão com um grande défice de recursos, que procuram ser mitigados através do recurso a *outsourcing*.

É uma solução inviável, para a realidade da FAP e de Portugal, se for vista de forma individual.

Por forma a tornar a Solução 2 viável é necessário encontrar parceiros com a mesma necessidade e nível de ambição, que se identifiquem com um projeto potenciado pela FAP, mas com o seu apoio, quer sejam empresas civis, outras FA ou ambas.

Para J. M. Gonçalves (*op. cit.*), os parceiros da *European Air Forces* (EPAF), Bélgica, Dinamarca, Holanda e Noruega deveriam ser a base de partida para um projeto desta natureza. Partilham de métodos de operação semelhantes, assim como dos mesmos problemas de formação.



O desenvolvimento desta solução potencializaria o desenvolvimento local e nacional, através da integração da indústria, associados a investimentos desta dimensão (milhões de Euros) (A. Gaiolas, reunião de orientação, 8 de março de 2019) que, por terem empresas privadas (que, entre outros fatores, desenvolvem o seu trabalho em busca do lucro financeiro), necessitam ser rentabilizados através da angariação de mais “clientes”, que, potencialmente, promoveriam o comércio.

Outra forma de viabilizar a Solução 2 seria a utilização do SA num serviço de RA, à semelhança de empresas privadas que prestam esta missão (Silva, P., 2018).

Sendo esta a solução implementada, e podendo a FAP ter o controlo sobre os seus *syllabus* de IA, identifica-se a vantagem da gestão do número de PC necessários formar anualmente para as EC e o ajuste dos *syllabus* à evolução constantes de procedimentos das EC; e a possibilidade de executar missões de RA para as EC.

4.3.3. Solução 3 – Aquisição de um SA *turbo-prop*

Apesar de não se tratar da solução ótima, trata-se de uma solução explorada por vários países, com resultados comprovados.

À semelhança da Solução 2, a disponibilidade financeira não permite seguir por este caminho sem o apoio de algum ou alguns parceiros.

No entanto, face à diminuição dos custos associados face a um SA a jato, a disponibilidade de pares para embarcar num projeto com um SA com estas características poderá ser menos difícil.

O desenvolvimento local e nacional também são uma realidade nesta solução.

Ainda comparando com a Solução 2, esta opção também dá resposta ao problema “fim da frota *Alpha Jet*”, com PVI’s modernos e adaptados à realidade dos dias de hoje (L. F. Silva, 2019), alicerçados pela integração de sistemas e operação com *data link*, potenciando o desenvolvimento dos futuros PC.

Estas características também fazem deste tipo de plataformas um SA capaz de executar missões de RA, executar algumas missões operacionais, a um custo inferior ao do SA F-16M, e a utilização como *Slow Mover Interceptor* (A. Gaiolas, reunião de orientação, 8 de março de 2019).

Por outro lado, o défice de performance pode implicar um custo acrescido na conversão no SAO, que coloca em causa a vantagem obtida na operação mais rentável de uma aeronave *turbo-prop*.



No entanto, optando pela Solução 3, a substituição do SA F-16M cria uma janela de oportunidade para o modelo de IA.

Segundo Silva, P. (2018), “as soluções para suprir as necessidades de RA do F-35 encontram-se em discussão, existindo a possibilidade de alguns países manterem em operação um reduzido número de F-16 MLU”.

Conceptualmente, apesar de não ser um SA desenvolvido para a IA, tem todas as características identificadas para o novo SA de IA, assumindo a versão bi-lugar.

Assim, a IA poderia ser desenvolvida em duas aeronaves, inicialmente num SA *turbo-prop*, onde os alunos desenvolveriam as suas capacidades de gestão de informação e domínio dos sistemas e da aeronave e, numa segunda fase, desenvolvimento destas capacidades num SA com uma performance muito superior. Esta solução faria com que a conversão num SA5G fosse muito mais eficaz e eficiente, e, utilizar-se-ia ainda o F-16M como plataforma RA para complementar o treino das EC.



5. Conclusões

O último voo do *Alpha Jet* na FAP marcou o fim de uma Era.

Ao fim de 25 anos a operar sob a Cruz de Cristo, este SA permitiu que a Missão da FAP fosse cumprida com Brio e Honra, formando os seus PC.

No entanto, a evolução tecnológica trouxe novos desafios para a IA, traduzindo-se na necessidade de SA atualizados, modernos e eficientes para fazer face às características da aviação de combate atual, a 5ª Geração.

Esta realidade é partilhada por outras FA, umas com o mesmo SA que Portugal, caso da França, outras com SA diferentes, caso dos EUA com o T-38C.

Assim, o mercado tem sido alimentado com novas opções, quer de novos SA, quer da rentabilização de SA já existentes, conforme as necessidades e capacidades dos Países.

Ao nível nacional, a ambição da FAP passa pela aquisição ou operação de um SA moderno, que permita a formação dos seus Pilotos nos padrões mais elevados.

Metodologicamente, este estudo caracteriza-se por um raciocínio indutivo, alicerçado numa estratégia de investigação qualitativa e no estudo de caso como desenho de pesquisa. Concretiza-se, ao nível da recolha de dados, na análise documental e no desenvolvimento de entrevistas semiestruturadas e respetiva análise de conteúdo.

A fim de estudar o OG, e a correspondente PP que orientou esta investigação, foram elencados dois OE, operacionalizados em duas PD.

Neste âmbito, para responder à PD1 e, conseqüentemente, ao OE1: *Definir as características para o Sistema de Armas de Instrução Avançada*, foi estudado o *T-X Program* a fim de identificar características que caracterizem o futuro SA de IA.

Pelo referido, e tendo por base os resultados da análise documental e da análise de conteúdo às entrevistas semiestruturadas, concluiu-se que:

Do estudo efetuado ao T-X é possível proceder a uma analogia para a FAP.

Por um lado, a USAF identifica a necessidade de substituição do T-38C por este já não cumprir com o ambicionado para a IA, por outro, na FAP, o *Alpha Jet* chegou ao fim do seu ciclo de vida útil, não existindo outro SA que permita a execução desta missão.

Ambas as FA ambicionam continuar com a formação dos seus PC, apesar da diferença de número, quer de SA, quer de Pilotos formados.

Identificou-se que a evolução para a realidade dos SA5G é o maior desafio na identificação e escolha do SA para a IA.



Esta evolução tecnológica e conceptual exige dos PC uma grande capacidade de gestão de informação e sistemas, que quando dominados, permitem um nível de *situational awareness* colossal na arena operacional, que promovem o emprego do SA de uma forma mais eficaz e eficiente por forma a cumprir o objetivo da missão.

Este desenvolvimento tecnológico, exige uma adaptação da IA por forma a que o tempo, diretamente relacionado com os custos, de formação de um PC seja otimizado para que a adaptação ao SAO consuma o mínimo de recursos possível para que o PC se torne CR.

Para fazer face a estes desafios, o T-X, identificou alguns requisitos essenciais para o futuro SA de IA, que estão em sintonia com o RFI produzido pelo GT da DIVOPS e com a visão dos Pilotos entrevistados.

Respondendo à Pergunta Derivada do Objetivo Específico *Definir as Características para o Sistema de Armas de Instrução Avançada*, são definidas as seguintes:

- Relativamente à Performance:
 - Aeronave a jato (desejável) ou *turbo-prop* (aceitável);
 - Próxima do SAO.
- Relativamente ao *Cockpit*:
 - Capacidade de operação com NVG;
 - PVI semelhante ao SAO.
- Integração de Sistemas:
 - Operação com sistemas de *data link*;
 - Utilização de radar (real ou simulado);
 - Utilização de *Targeting Pod*/EOIR;
 - Capacidade de simulação e emprego de armamento de treino e real.
- Relativamente a sistemas de simulação:
 - GBTS;
 - VTS.

A fim de responder à PD2, e cumprir o OE2: *Identificar Sistemas de Armas com as características identificadas para ministrar Instrução Avançada*, analisaram-se as opções do *T-X Program* para a substituição do T-38C e do GT da DIVOPS para a substituição da frota *Alpha Jet*.

Tendo por base os resultados da análise documental e da análise de conteúdo às entrevistas semiestruturadas, concluiu-se que:



São identificadas duas vertentes para SA de IA. SA com aeronaves a jato e SA com a aeronaves *turbo-prop*.

Os SA a jato caracterizam-se pela alta performance, muito próxima dos SAO mas com elevados custos de produção, aquisição e operação. No entanto, face à evolução tecnológica dos SA5G, estes custos são compensados pela diminuição do esforço necessário na transição para os SAO e pela rentabilização dos SA de IA como plataformas de RA, equilibrando desta forma a balança.

Os SA *turbo-prop* apresentam *cockpits* modernos com integração de sistemas, simulação ou emulação de outros. A performance reduzida face a uma aeronave a jato é compensada pela redução de custos na aquisição das aeronaves e operação destas, com consumos de combustível francamente inferiores.

Metade dos entrevistados (n=4) identifica o défice de performance como uma desvantagem e não uma limitação, ressaltando que um PVI moderno e próximo do SAO é mais importante comparativamente à performance. A adaptação à performance é mais rápida do que ao PVI.

Em suma, respondendo à Pergunta Derivada do Objetivo Específico *Identificar Sistemas de Armas com as características identificadas para ministrar Instrução Avançada*, reconhece-se que a IA é possível de ser ministrada em diversos tipos de aeronaves, e que a sua escolha depende de muitas variáveis. Nesta investigação são realçados, por serem casos práticos de SA utilizados em projetos recentes de IA ou pela importância do seu conceito de operação, os seguintes SA para IA:

- Leonardo M-346;
- KAI T-50A;
- T-X da Boeing-Saab;
- Embraer A-29;
- Pilatus PC-21.

Face ao exposto, em resposta à PP, e ao correspondente OG: *Avaliar uma solução de futuro para a Instrução Avançada de Pilotos de Combate*, verificou-se que podem ser definidas três soluções distintas, com o mesmo fim.

As três soluções de futuro para a IA na FAP, por forma a responder à PP desta investigação – *Quais as soluções de futuro para a Instrução Avançada de Pilotos de Combate na Força Aérea Portuguesa?*, são:

Solução 1 – Manter a formação de PC na USAF



Apesar de ser reconhecido pelo CEMFA não ser a solução desejada, face às verbas disponibilizadas, identifica-se como uma solução viável e possível.

Solução 2 – Aquisição de um SA a jato.

Conceptualmente e ideologicamente, trata-se da solução ótima.

No entanto, implica a conjugação de esforços a vários e diversos níveis, para além do da FAP, por forma a que se torne uma solução viável.

Solução 3 – Aquisição de um SA *turbo-prop*.

Solução identificada por diversos países para os seus novos SA de IA.

À semelhança da Solução 2, para que se torne viável, necessita de ser um projeto com outros parceiros.

O défice de performance face à Solução 2, no futuro, pode ser mitigada com a utilização do SA F-16M como aeronave de IA.

Neste seguimento, têm-se como principais **contributos para o conhecimento** decorrentes da presente investigação que:

- A IA pode ser concretizada, com um SA a jato ou *turbo-prop*.
- Que a substituição do SA *Alpha Jet* implica mais do que a substituição da aeronave, inclui a introdução de um novo conceito, LVC, que acompanha a aviação em geral, e a aviação de combate em particular, com a evolução para um SA5G.
- Que a utilização do SA F-16M como SA de IA deve ser estudado, tanto a nível da longevidade das células e sistemas da aeronave para este tipo de missão, como de que forma se poderia integrar esta missão nas EC ou aplicar o SA à Esquadra de IA.

Esta investigação aporta uma **limitação** importante de referir, a classificação de alguns dos documentos consultados, não podendo ser divulgados publicamente alguns dados que apoiariam a investigação e a sua compreensão. Uma limitação que, ainda assim, procurou mitigar-se com recurso à pesquisa e análise de fontes abertas, mas credíveis, designadamente USAF e *Military Flight Training Conference*, e à realização de entrevistas semiestruturadas a Pilotos Operacionais de F-16M, CAP Paulo Silva, CAP Rodrigo Silva e CAP Augusto Figueiredo, Pilotos Operacionais com experiência em IA, CAP José Fernandes, CAP Rodolfo Silva e CAP Pedro Guedes, ao CAP João Gonçalves, PI de F-16 na *195th Fighter Squadron*, *162nd Fighter Wing*, na *Air National Guard* e ao MAJ Luís Silva como PI de A-29.

No que respeita a **estudos futuros**, julga-se pertinente investigar:

Para a Solução 1, a viabilidade de colocar um PI na USAF.



Para a Solução 2, de que forma seria feita a introdução do novo conceito LVC e do SA a jato na IA, de que forma as EC se poderiam ou deveriam reorganizar por forma a otimizar a qualificação dos seus novos PC e como rentabilizar o novo SA de IA para missões de RA.

Para a Solução 3, sugere-se o mesmo estudo sugerido para a Solução 2 e que seja estudada a viabilidade da utilização do F-16M como SA de IA.

Decorrente do presente trabalho de investigação, **recomenda-se** à Divisão de Operações (DivOps) do Estado-Maior da Força Aérea a viabilidade de colocar um PI na USAF a ministrar IA. Recomenda-se igualmente à DivOps que se estude a integração de um novo SA de IA na FAP, quais os impactos e ajustes necessários nas EC, que recursos novos seriam necessários, que recursos poderiam ser aproveitados, a fim de perceber e antecipar dificuldades e planear por forma a que estas sejam suprimidas.

Future training environments must take advantage of technological advances to balance live, virtual and constructive opportunities and exploit the potential to permit persistent synthetic training in complex environments. A realistic training environment will incorporate a wide variety of characteristics such as military, civil, political, governmental and non-governmental organisations, while maintaining the military principle of 'train as you fight'. (NATO, 2018, 31º parágrafo)



Referências Bibliográficas

- Air Force Technology (AFT) (s/d). *Pilatus PC-21 Turboprop Trainer Aircraft*. [Página *online*]. Retirado de https://www.airforce-technology.com/projects/pc_21/
- Beechcraft (2019). T-6C Texan II Trainer. Beechcraft. [Página *online*]. Retirado de <https://defense.txtav.com/en/t-6c>
- Boeing (2019a). F-22 Raptor. [Página *online*]. Retirado de <https://www.boeing.com/history/products/f-22-raptor.page>
- Boeing (2019b), Boeing T-X. [Página *online*]. Retirado de <https://www.boeing.com/defense/t-x/index.page#/gallery>
- Carlisle, L. G. H., (s.d.). 5th Generation Fighters. [Página *online*]. Retirado de https://secure.afa.org/events/Breakfasts/Breakfast_2-28-12_LtGen_Carlisle.pdf
- Conselho de Chefes de Estado-Maior (CEEM), 2014. Conceito Estratégico Militar. (Aprovado pelo MDN em 22 de julho de 2014 e confirmado em CSDN de 30 de julho de 2014). Lisboa: Concelho de Chefes de Estado-Maior.
- Decreto Lei n.º 187/2014, de 29 de dezembro (2014). *Lei Orgânica da Força Aérea*. Diário da República, 1ª Série, 250, pp. 6413-6420. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Deptula, D. & Birkey, D. (2019, 03 de junho). Getting on with the Fifth Generation Revolution: Not returning to the Past with a “New” F-15. *Defense.info* [Página *online*]. Retirado de <https://defense.info/air-power-dynamics/2019/03/getting-on-with-the-fifth-generation-revolution-not-returning-to-the-past-with-a-new-f-15/>
- Embraer, (s.d.). Super Tucano. [Página *online*]. Retirado de <https://defense.embraer.com/br/pt/midia>
- Fachada, C. P. A. (2015). *O Piloto Aviador Militar: Traços Disposicionais, Características Adaptativas e História de Vida* (Tese de Doutoramento em Psicologia). Faculdade de Psicologia da Universidade de Lisboa [FPUL], Lisboa.
- Força Aérea Portuguesa (FAP). (2015). *Despacho N.º 65/2015*. Lisboa: Autor.
- FAP, Divisão de Operações. (2016). *Substituição de aeronaves de instrução de pilotagem: RFI “pay by the hour”*. Lisboa: Autor.
- FAP (2019a). *Esquadra 101 – “Roncos”*. [Página *online*]. Retirado de <https://www.emfa.pt/esquadra-48-esquadra-101-roncos>
- FAP (2019b). *Esquadra 103 – “Caracóis”*. [Página *online*]. Retirado de <https://www.emfa.pt/esquadra-50-esquadra-103-caracois>



- FAP (2019c). *Esquadra 201 – “Falcões”*. [Página online]. Retirado de <https://www.emfa.pt/esquadra-47-esquadra-201-falcoes>
- FAP (2019d). *Esquadra 301 – “Jaguares”*. [Página online]. Retirado de <https://www.emfa.pt/esquadra-49-esquadra-301-jaguares>
- FAP (2019e). *Esquadra 802 – “Águias”*. [Página online]. Retirado de <https://www.emfa.pt/esquadra-52-esquadra-802-aguias>
- Gertler, J. (2018). *Advanced Pilot Training (T-X) Program*. [Página online]. Retirado de <https://www.everycrsreport.com/reports/R44856.html>
- Governo de Portugal. (2013). *Conceito Estratégico de Defesa Nacional*. Retirado de https://www.defesa.pt/documents/20130405_cm_cedn.pdf
- Hoyle, C. (2012a, 23 de maio). *Saudi Arabia signs 102-aircraft military training deal*. *FlightGlobal*. Retirado de <https://www.flightglobal.com/news/articles/saudi-arabia-signs-102-aircraft-military-training-de-372229/>
- Hoyle, C. (2012b, 23 de julho). *Australia welcomes first six PC-21s to East Sale*. *FlightGlobal*. Retirado de <https://www.flightglobal.com/news/articles/australia-welcomes-first-six-pc-21s-to-east-sale-440375/>
- Hoyle, C. (2017, 17 de agosto). *Qatar signs deal for 24 Pilatus PC-21s*. Retirado de <https://www.flightglobal.com/news/articles/qatar-signs-deal-for-24-pilatus-pc-21s-374615/>
- Insinna, V. (2018, 27 de setembro). *US Air Force awards \$9B contract to Boeing for next training jet*. *Defense News*. [Página online]. Retirado de <https://www.defensenews.com/breaking-news/2018/09/27/reuters-air-force-awards-9b-contract-to-boeing-for-next-training-jet/>
- Korea Aerospace Industries (KAI), LTD. (s.d.). *T-50 Family*. [Página online]. Retirado de <http://www.koreaaero.com/english/>
- Lei nº 7/2015, de 18 de maio (2015). *Lei de Programação Militar*. Diário da República, 1ª Série, 95, pp. 2554-2558. Lisboa: Ministério da Defesa Nacional.
- Leonardo (2019a). *M-345 Jet performance at turbo-prop costs*. [Página online]. Retirado de <https://www.leonardocompany.com/products/m-345>
- Leonardo (2019b). *M-346 Master in training*. [Página online]. Retirado de <https://www.leonardocompany.com/products/m-346>
- Leonardo (2019c). *M-346 Master Advanced Jet Trainer, Aggressor, Fighter*. [Página online]. Retirado de



https://www.leonardocompany.com/documents/20142/3150746/M-346_brochure.pdf?t=1543588330806

Mata, P. (2019, 24 de janeiro). FAP pondera M-346 alugados para treino avançado de pilotos. *Pássaro de Ferro*. [Página online]. Retirado de <http://www.passarodeferro.com/2019/01/fap-pondera-m-346-alugados-para-treino.html>

Military Flight Training, (s.d.). Market Overview. Paper apresentado na *Military Flight Training Conference*, Londres

Ministério da Defesa Nacional. (2015). *Defesa 2020*. Retirado de <https://www.defesa.pt/documents/livro%20defesa%202020.pdf>

Miranda, J. (2016). *Are You Experienced? A Fresh Look at the Fifth-generation Fighter Experience Model*. (Research Report, Air University). Retirado de <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1041173.pdf>

North Atlantic Treaty Organization (NATO). (2018). NATO's Joint Air Power Strategy. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_156374.htm

NEP / INV – 001 (2018). *Trabalhos de Investigação*. Pedrouços: Instituto Universitário Militar (IUM).

NEP / INV – 003 (2018). *Estrutura e Regras de Citação e Referenciação de Trabalhos Escritos a Realizar no DEPG e CISD*. Pedrouços: IUM.

Perry, D. (2019, 13 de junho). *Italy orders 13 additional M-345 trainers*. *FlightGlobal*. Retirado de <https://www.flightglobal.com/news/articles/italy-orders-13-additional-m-345-trainers-458893/>

Pilatus (2017, 04 de janeiro). *Pilatus Sells 21 PC-21s, Including 17 for the French Air Force*. [Página online]. Retirado de: <https://www.pilatus-aircraft.com/en/news-events/media-release/pilatus-sells-21-pc-21s-including-17-for-the-french-air-force>

Pilatus (s.d.). Pilatus PC-21. [Página online]. Retirado de <https://www.pilatus-aircraft.com/en/fly/pc-21>

Proença, L. & Diniz, M. (2018). Dassault-Bréguet/Dornier Alpha Jet na Força Aérea Portuguesa. *Mais Alto*, N°432, pp. 18-24, 37-41.

Rainho, P. (2019, 14 de fevereiro). F-16. Defesa quer avançar para "caças" de última geração. *Observador*. Retirado de <https://observador.pt/especiais/f-16-defesa-quer-avancar-para-cacas-de-ultima-geracao/>



- Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2013, de 05 de abril (2013). Conceito Estratégico de Defesa Nacional. Diário da República, 1ª Série, 167, 1981 – 1995. Lisboa: Presidência do Conselho de Ministros.
- Rock, A. J. (s.d.). Integrated and Interoperable Synthetic Training: Advantages, Opportunities, Challenges. *Military Flight Training*. Retirado de <https://www.defenceiq.com/events-militaryflighttraining/downloads/integrated-and-interoperable-synthetic-training-advantages-opportunities-challenges?-ty-m>
- Royal Australian Air Force (RAAF) (2019). *PC-21*. [Página online]. Retirado de <https://www.airforce.gov.au/technology/aircraft/aviation-training/pc-21>
- Santos, L. A. B., & Lima, J. M. V. V. (2016). *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação*. Lisboa: Instituto de Estudos Superiores Militares.
- Scorpion (2019). Missions. Perform Countless Diverse Missions. [Página online]. Retirado de <https://scorpion.txtav.com/en/missions>
- Santos, L. A. B., & Lima, J. M. V. V. (2016). *Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação*. Lisboa: IESM.
- Silva, C., Gobbi, B., & Simão, A (2004). O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: descrição e aplicação do método. *Organizações Rurais e Agroindustriais*, 7(1), 70-81. Retirado de http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/44035/2/revista_v7_n1_jan-abr_2005_6.pdf
- Silva, P. (2018). *Outsourcing de Red Air: Uma Perspetiva para a Força Aérea Portuguesa* (Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA). IUM, Lisboa.
- Silva, R. (2018). *Substituição do Sistema de Armas F-16MLU e entrada na 5ª Geração* (Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA). IUM, Lisboa.
- Smith, J. (2015). *T-X, future T-38 jet replacement, requirements released*. *U.S. Air Force*. [Página online]. Retirado de <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/581073/t-x-future-t-38-jet-replacement-requirements-released/>
- Stemler, S. (2001). An overview of content analysis. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7/(17). Retirado de <https://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=17>
- United States Air Force (USAF), Lyfe Cycle Management Center (LCMC), (2016, 27 de junho). System Specification for the Advanced Pilot Training (APT) program Aircraft System. Retirado de https://www.defensedaily.com/wp-content/uploads/post_attachment/138545.pdf



USAF, Plans, Programs and Requirements, (s.d.). Advanced Pilot Training (APT T-X)
Concept of operations. Randolph: Autor.



Apêndice A — Modelo de análise

Tema	Instrução avançada de pilotos de combate – definição de uma solução de futuro para a Força Aérea.					
Objetivo Geral	Avaliar uma solução de futuro para a Instrução Avançada de Pilotos de Combate.					
Objetivos Específicos	Pergunta de Partida	Quais as soluções de futuro para a Instrução Avançada de Pilotos de Combate na Força Aérea Portuguesa?				
	Perguntas Derivadas	Conceitos	Dimensões	Indicadores	Técnicas de recolha de dados	
OE1 Definir as características para o Sistema de Armas (SA) de Instrução Avançada (IA).	PD1 Quais as características para o novo SA de IA?	SA	Características	Especificações das aeronaves	Análise documental	
		IA		Tipo de aeronaves		
OE2 Identificar SA com as características definidas para ministrar IA.	PD2 Quais SA reúnem essas características?	SA		Especificações da IA		Entrevistas semiestruturadas
				Especificações das aeronaves		
				Tipo de aeronaves		



Apêndice B — Guião da entrevista semiestruturada

1. Vê vantagens na recuperação da capacidade da Força Aérea Portuguesa (FAP) em ministrar a Instrução Avançada (IA) dos Pilotos para as Esquadras Operacionais?
2. Quais as características que uma aeronave de IA, para a formação de Pilotos de Combate (PC), deverá ter?
3. Da sua experiência:
 - 3.1. O défice de performance de uma aeronave *turbo-prop* (p.e. A-29, PC-21) para uma aeronave a jato (p.e. M-346, *Hawk*) é uma limitação para a transição operacional de um piloto tirocinado para o SA operacional (SAO)?
 - 3.2. Apesar de já ter acontecido, a IA (de pilotos saídos do tirocínio) no SAO (F-16M), atualmente, é uma opção para a formação dos novos pilotos?
 - 3.3. Com um novo SA (*turb-prop* ou jato) para a IA, atualizando os *Syllabus* das Fases III e IV, considera que a formação no SAO pode ser revista por forma a diminuir o tempo de formação e as horas de voo necessárias para a mesma?
4. Assumindo que a formação de PC vai continuar a ser feita na USAF, considera que a presença de um Piloto Instrutor, da FAP, seria uma mais valia no controlo da formação?
5. Com o advento da 5^a geração,
 - 5.1. Quais considera serem os maiores desafios para a IA?
 - 5.2. Considera que um SA que forme PC para F-16M terá as características necessárias para formar os mesmos Pilotos para um SA de 5^a Geração (SA5G)?
 - 5.3. Assumindo a substituição do F-16M por um SA5G, na sua opinião, o F-16M deveria ser utilizado como aeronave de Instrução Avançada?
 - 5.3.1. Se respondeu que sim, que ajustes e /ou desafios deveriam ser tidos em conta na adaptação da formação dos PC?



Apêndice C — Análise de conteúdo das entrevistas

Pergunta	Entrevistados							
	L. Silva	J. Gonçalves	P. Silva	R. Silva	A. Figueiredo	J. Fernandes	R. P. Silva	P. Guedes
1	Não, mantendo as restrições vividas na 103 2013-2018.	Sim. Vantagens: Filtragem dos nossos pilotos; controlo formação. Holanda, Bélgica, Dinamarca, Noruega e Polónia fazem IA e OC na USAF.	Sim. Autonomia no processo de IA; unif de procedimentos; controlo de qualidade.	Não, a não ser que seja financeiramente vantajosa face ao enviar para estrangeiro.	Sim. Garante qualidade da IA e permite reajustar objetivos de aprendizagem quando necessário.	Sim, se economicamente sustentável.	Sim.	Sim.
2	T-X Performance semelhante ao SAO. Versão bi-lugar do SAO. Atualização do syllabus.	T-X. O foco não passa apenas pela A/C mas também nos simuladores. Integração de outras Forças/Componentes nos sistemas de treino. Capacidade de largada de armamento A-A e A-G.	1. Performance em voo próximos da 4G; 2. Nível de Consciência Situacional , deverá ter capacidade para a formação na arena de combate atual e futura. Sistemas e armamento .	Essencial. 550KCAS , 7G's, HUD, MFD's, RWR, sistemas A-A e A-G, gravação de todos os sistemas e reprodução em debrief; Desejável. Simulação radar e largada armamento , EO, CM, Data link , jammer.	fiabilidade e prontidão; simplicidade de operação; conectável; integração de sistemas ; emprego e simulação de armamento .	Performance ; Aviônicos ; Capacidade de debriefing.	Performance SA 4G, aviônicos de última geração . Entre performance e PVI, PVI 1º.	Performance 4G. PVI moderno , próximo do SAO.
3.1	É uma limitação inferior, comparativamente à falta de sensores e PVI desatualizados.	A aposta deve ser feita em aviões a jato, seguindo o exemplo da USAF (referência pelo nível de experiência). 5ª geração não tem bilugares e não faz sentido a transição de um TProp direto para o caça.	Não, se o PVI for próximo da SAO.	Sim.	Desvantagem e não limitação.	Sim. Exemplo da USAF.	Sim, mas facilmente recuperáveis.	Sim. Um SA a jato minimiza a adaptação ao SAO.
3.2	Se os recursos fossem infinitos... Portanto, não.	Não. Retira capacidade operacional às EC; Não é missão das EC; F-16 não é SA de instrução. Se fosse o caminho, seriam necessários mais simuladores. A triagem não deve ser feita no SAO.	Não.	É possível com bastante empenho da EC. As EC e o SA não estão feitos para desempenhar a missão de IA.	É possível mas com grande impacto nas EC pela alocação de recursos para a IA.	Só em última opção.	Não. Epsilon ->F-16 é demasiado.	Não. Epsilon ->F-16 é demasiado.
3.3	Deve usar-se uma referência estatística como a USAF.	A maior redução de missões deverá ser pela execução em SIM's. O SA IA poderá reduzir, mas não é significativo.	Alteração deve ser feita com base na experiência, não à priori.	Não.	Não é significativo.	Se o SAIA tiver capacidade específicas do SAO, poderá atualizar o syllabus para poupar algumas missões.	Não.	Quanto mais próximo o SA IA for do SAO, maior será a poupança. As características do SA IA também o potenciam como SA para execução de Red Air.
4	Sim. Mais, manutenção de know how de IA.	Sim	Sim. Acompanhar alunos e Know-how	Sim. Apoio aos alunos.	Sim pela aquisição de know how de IA	Sim. Controlo e manutenção de Know how	Sim. Know how e consolidação da formação dos alunos	Sim. Acompanhar alunos; know how.
5.1	Modo de aquisição da capacidade de IA. Ter ou contratar.	Adaptação à evolução . Apostar nos simuladores; novos métodos de aprendizagem, debriefing, integração de sistemas .	Incorporar as valências para que os alunos desenvolvam capacidades na gestão da informação, análise e tomada de decisões táticas.	Mentalidades diferentes. Novos alunos deverão ter mentalidade multi-domínio, versada no ciberespaço .	Gestão da informação , otimização de uma multiplicidade de recursos, ciclos de tomada de decisão dinâmicos com elevada velocidade de atualização, capacidade de decisão em ambientes contestados.	Na evolução dos alunos em perceber as suas responsabilidades, a sua postura, forma de pensar, evolução no fórum cognitivo.	Adaptação às reais capacidades e conhecimentos que os pilotos deverão adquirir. Qual a plataforma e quais os custos também são um desafio.	Custos . Poderá mitigar-se através de uma Joint Venture com outros países com a mesma necessidade .
5.2	Não.	O novo SAIA deve ter como objetivo a formação para a 5G.	Exemplo USAF.	Sim, se operar em rede.	A formação de pilotos para a 5G não deverá estar assente em plataformas e procedimentos desenhados para a 4G.		A formação base para a 5G será muito semelhante à da 4G, os desafios da 5G não são suprimidos pelas capacidades da 4G.	Um SAIA para 5G, serve para a 4G, o contrário pode não ser a melhor opção
5.3	Não. No money.	Não. O F-16 não foi desenhado para IA (Estrutura, HV, desgaste, aterregens, bilugares, preço HV/mnt, performance (9G, supersonic). A USAF não usa esta opção.	A IA deve ser pensado de forma organizada e não como exploração de SA em fom de vida. Epsilon->F-16, não; Tprop->F-16, viável; M346-F-16, não justifica F-16	Sim se financeiramente viável.	Não, uma vez que está adaptada para operar num conceito de 4G estaria a colocar limitações e desvios conceituais aos pilotos em formação		Se essa fosse a opção teria que haver uma reestruturação total da formação dos pilotos.	Não. Custos financeiros e operacionais associados.
5.3.1				Deverá operar em rede com SASG.				