

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



TII

**REORIENTAÇÃO DA MISSÃO DO F-16 MLU
NO CONTEXTO DA 5.ª GERAÇÃO**

**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.**

**João Filipe Duarte de Gouveia
CAP/ENGAER**



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

**REORIENTAÇÃO DA MISSÃO DO F-16 MLU
NO CONTEXTO DA 5.^a GERAÇÃO**

CAP/ENGAER João Filipe Duarte de Gouveia

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

Pedrouços 2019



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

**REORIENTAÇÃO DA MISSÃO DO F-16 MLU
NO CONTEXTO DA 5.^a GERAÇÃO**

CAP/ENGAER João Filipe Duarte de Gouveia

Trabalho de Investigação Individual do CPOS-FA 2018/2019, 2^a Edição

Orientador: MAJ/PILAV Duarte Nuno Barbosa Freitas

Coorientador: TCOR/ENGEL Paulo César Cabedal dos Santos

Pedrouços 2019



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **João Filipe Duarte de Gouveia**, declaro por minha honra que o documento intitulado **Reorientação da Missão do F-16 MLU no contexto da 5.^a Geração** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Promoção a Oficial Superior – Força Aérea 2018/19 2^a Edição** 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**

João Filipe Duarte de Gouveia



Agradecimentos

*“O importante não é aquilo que fazem de nós,
mas o que nós mesmos fazemos do que os outros fizeram de nós.*

Jean-Paul Sartre

A conclusão da presente investigação é devida a muito mais gente para além do autor. Como tal, torna-se necessário relembrar todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a sua realização. Desta forma, quero exprimir os meus sinceros agradecimentos:

- Ao Major Piloto-Aviador Duarte Freitas, meu orientador, pelos seus ensinamentos, apoio e motivação, bem como pela paciência e confiança em mim depositada, mesmo quando o trabalho teimava em não avançar. Louvo a sua disponibilidade constante, mesmo no meio das suas muitas obrigações militares e pessoais;

- Ao Tenente-Coronel Engenheiro Eletrotécnico Paulo Santos, meu coorientador, pelo seu apoio ao longo da investigação;

- Aos meus camaradas da 1.^a repartição da DMSA, sempre à distância de uma mensagem, ora para me tirarem dúvidas, ora por me fazerem sentir apreciado pela falta sentida;

- A meus pais Paula Duarte e Sérgio Gouveia, que me proporcionaram a melhor das educações e me tornaram naquilo que sou hoje;

- Aos meus camaradas da “Sala 8” pela companhia e apoio nas manhãs, tardes e noites ora de estudo, ora de trabalho e ocasionalmente um pequeno momento de pândega;

- Por fim, mas não menos importante, a Ana Silva, meu eterno amor, por me dar o sentido e a motivação para ser alguém melhor, e ao meu pequeno zigoto, sempre no meu pensamento, mesmo sem nos termos conhecido ainda...

A todos vós, obrigado.



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico e conceptual	4
2.1. Revisão de literatura	4
2.2. Modelo de Análise	7
2.2.1. Questões de investigação.....	8
2.2.2. Base Conceptual	8
3. Metodologia e método	9
3.1. Metodologia	9
3.2. Método	9
3.2.1. Participantes e procedimento.....	9
3.2.2. Instrumento de recolha de dados	10
3.2.3. Técnica de tratamento de dados	10
4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados	11
4.1. Manutenibilidade e Requisitos (PD1).....	11
4.1.1. Manutenibilidade	11
4.1.1.1. Estrutural	11
4.1.1.2. Sistemas.....	12
4.1.2. Requisitos	13
4.1.3. Resposta à PD1	14
4.2. Missões (PD2)	15
4.2.1. Missões de Luta Aérea/Ataque.....	15
4.2.2. <i>Red-Air</i>	16
4.2.3. Treino avançado	16
4.2.4. Alerta	16
4.2.5. Resposta à PD2.....	16
4.3. Sustentabilidade (PD3)	17
4.3.1. Parceria com Indústria Nacional Aeronáutica.....	17
4.3.2. Partilha de capacidades	18
4.3.3. Alienação.....	18



4.3.4. Resposta à PD3.....	19
4.4. Potencial de utilização do SA F-16 (PP)	20
5. Conclusões	23
Referências Bibliográficas.....	28

Índice de Apêndices

Apêndice A – Modelo de análise.....	Apd A
Apêndice B – Guiões das entrevistas estruturadas	Apd B
Apêndice C – Guiões das entrevistas semiestruturadas.....	Apd C
Apêndice D – Resumo das entrevistas semiestruturadas FA	Apd D

Índice de Quadros

Quadro 1: Previsão de potencial em AFH	12
Quadro 2: Necessidades de modernização do SA F-16.....	14
Quadro 3: Análise SWOT à reorientação da missão do SA F-16 em 2030.....	20



Resumo

O Ambiente Operacional Futuro antevê uma série de novos desafios para as nações e suas Forças Armadas, razão pela qual Portugal tem estado a discutir substituição do Sistema de Armas F-16 por um novo de 5.^a Geração.

Tendo em consideração o bom estado das aeronaves F-16 da Força Aérea, surge a possibilidade de reorientar a sua missão ao invés de simplesmente deixar de as operar.

Pressupondo que se mantêm em operação ambos os Sistemas de Armas, esta investigação analisa as condições para o F-16 continuar a operar para além de 2030, identifica as missões que são adequadas para a sua reorientação e identifica possíveis medidas para aliviar o peso da operação em simultâneo dos dois Sistemas de Armas.

A investigação segue um raciocínio indutivo, assente numa estratégia de análise qualitativa e num desenho de pesquisa de tipo estudo de caso centrado num cenário futuro para a Força Aérea.

Em termos de resultados, verificou-se que o Sistema de Armas F-16 poderá operar de forma relevante para além 2030 e é adequado ao cumprimento de missões de combate, *Red-Air*, Treino avançado e de Alerta. Conclui-se que a reorientação da missão do F-16 é uma opção desafiante, mas com muito potencial.

Palavras-chave

F-16 MLU; 5.^a Geração; Reorientação; Manutenibilidade; Modernização; Sustentabilidade;



Abstract

The Future Operating Environment envisions a series of new challenges for nations and their Armed Forces. To face these new challenges, Portugal has been discussing the possibility of replacing its front-line fighter, the F-16M by a 5th Generation airframe.

Taking into consideration the general good condition of its F-16s, one of the options over the table is to reorient its mission rather than simply ceasing to operate them, when the new fighter arrives.

With the assumption that both fighters will operate simultaneously, this investigation studies the conditions for the F-16 to continue operating beyond 2030, identifies the possible missions that can be executed and identifies the possible measures to ease the weight of the simultaneous operation.

The research follows an inductive reasoning, based on a strategy of qualitative analysis and a research design based on a case study focused on a future scenario for the Portuguese Air Force.

This study concludes that the F-16M could operate in a relevant way beyond 2030 and is suitable for combat, Red-Air, Training and Alert missions. Although this option represents a challenge for the Portuguese Air Force in many ways, it will also be an option full of opportunities.

Keywords

F-16 MLU; 5th Generation; Reorientation; Maintainability; Upgrade; Sustainability



1. Introdução

Prestes a completar 25 anos de serviço, o Sistema de Armas (SA) F-16 tem sido responsável pelo cumprimento das missões de Luta Aérea e Ataque (Rosa, 2019, pp. 9-10) levadas a cabo pelas Esquadras 201 – Falcões e 301 – Jaguares da Força Aérea Portuguesa (FA), em consonância com as missões gerais das Forças Armadas (FFAA) Portuguesas de “Segurança e defesa do território nacional e dos cidadãos; Exercício da soberania, jurisdição e responsabilidades nacionais; Defesa coletiva; [e] Segurança cooperativa” (CCEM, 2014).

Durante este tempo, o SA F-16 da FA tem vindo a ser constantemente modernizado, expandindo e melhorando as suas capacidades operacionais, aumentando assim a tipologia de missões para as quais pode contribuir, de que é exemplo as capacidades de operação dia e noite, em todas as condições meteorológicas e com utilização de armamento de precisão. Tendo em conta os elevados custos do desenvolvimento e inclusão de capacidades num SA, estes melhoramento apenas foram possíveis através da participação da FA no *Multinational Fighter Program* (MNFP), um programa multinacional de desenvolvimento de capacidades operacionais do SA F-16 que conta com a participação da *United States Air Force* (USAF) e das *European Participating Air Forces*¹ (EPAF), em estreita relação com o fabricante da aeronave F-16, a *Lockheed-Martin Aeronautics* (LM-Aero).

Neste programa as nações envolvidas partem de uma configuração comum das suas aeronaves, partilham as suas necessidades operacionais e decidem em conjunto que novos requisitos ou desenvolvimentos pretendem que sejam incorporados nas aeronaves, numa lógica colaborativa e de partilha de custos. O resultado é uma configuração comum, de alto desempenho, sustentável, e com requisitos comprovadamente necessários para o cumprimento da missão nos mais variados teatros de operações, fruto da experiência dos vários participantes (J. Silva, entrevista presencial, 03 de junho de 2019).

Com mais de 85.000 Horas de Voo (HV) acumuladas, o SA F-16 pode “hoje ser considerado como o programa de maior sucesso na FA, no que respeita às aeronaves de combate” (Pereira, 2019, pp. 38-39).

Contudo, qualquer SA tem uma vida útil bem definida e as suas capacidades podem, com o tempo, vir a revelar-se inadequadas ou insuficientes face à constante evolução tecnológica e da ameaça. Relativamente à ameaça, tal situação é ainda mais evidente nos SA de caça, fruto da natural competição entre as nações pela superioridade do seu poder aéreo.

¹ *European Participating Air Forces* (EPAF): Forças Aéreas da Bélgica, Dinamarca, Holanda, Noruega e, desde 2000, de Portugal.



Perante o AOF e em consonância com as diretivas nacionais relativas às ambições a prosseguir em matéria de Defesa - “Garantir, simultânea e continuamente, a vigilância e controlo do espaço aéreo, incluindo aeronaves de combate em elevada prontidão, vocacionadas para execução de missões de luta aérea” (CCEM, 2014, p. 37) - Portugal poderá ver-se confrontado com a necessidade de adquirir um novo SA devidamente vocacionado para a Luta Aérea e Ataque.

Esta situação não implica, contudo, que as aeronaves F-16 da FA simplesmente deixem de ter utilidade prática. Existindo potencial estrutural significativo, em todas ou em parte das aeronaves, e se estas se encontrarem devidamente sustentadas, poderão ser equacionadas várias hipóteses que permitam o melhor aproveitamento possível do seu potencial remanescente, através da reorientação da sua missão.

Com o devido enquadramento, essa reorientação poderá permitir ao SA F-16 da FA complementar o novo SA de Luta Aérea e Ataque, otimizando a sua utilização numa lógica de poupança de recursos. Ao mesmo tempo, poderá assumir novas missões, obviando a necessidade da utilização ou até aquisição de outros SA. A FA poderá assim tirar o máximo proveito não só dos seus meios, mas também das infraestruturas, pessoal e experiência já existentes em torno do SA F-16.

Esta investigação versa sobre o papel que o SA F-16 poderá desempenhar num cenário futuro em que a FA optou por adquirir um SA de caça de 5.^a Geração. O intuito da investigação será identificar que missões poderão passar a ser desempenhadas pelo SA F-16 de forma a maximizar o seu potencial remanescente.

Em termos de delimitação, a investigação verá o seu domínio temporal incidir sobre o período compreendido entre 2030 e 2045² e o domínio espacial recair no atual espaço de influência do SA F-16 da FA.

Em termos de delimitação concetual, tendo em consideração que se está a analisar um cenário futuro e que não existe nenhum requisito ou data específica para a aquisição de um SA de caça de 5.^a Geração, será necessário, no intuito desta investigação, assumir um pressuposto nesse sentido. A data indicativa pressuposta para uma *Initial Operational Capability* (IOC) do novo SA será o ano de 2030, coincidente com a data em que o SA F-16 começaria a reorientar as suas missões dentro da FA.

² A data de 2045 será justificada na subsecção 4.1.1.1



Um outro pressuposto a assumir é de que, até 2030, existirão sempre condições financeiras adequadas à correta e eficiente sustentação do SA F-16, associadas a um nível de ambição e Regime de Esforço (RE) constante e semelhante ao atual.

A investigação não aborda a pertinência ou nível de ambição do SA de 5.^a Geração, nem pretende responder se a reorientação da missão é possível, tendo em consideração os desafios financeiros, logísticos e humanos em manter os dois SA em simultâneo, cingindo-se a analisar a possibilidade do SA F-16 continuar a operar para além de 2030, identificar possibilidades de utilização complementar do SA F-16 ao SA de 5.^a Geração e possibilidades de minimizar o impacto da operação simultânea.

Estão assim reunidas as condições para enunciar o objetivo geral (OG) desta investigação: *analisar a potencial utilização do SA F-16 MLU num contexto de operação da FA de 5.^a Geração.*

Partindo deste OG, é ainda possível definir três objetivos específicos (OE) de forma a melhor estruturar a investigação:

- OE1 – *Analisar a manutenibilidade e requisitos do SA F-16 em 2030.*
- OE2 – *Avaliar as missões a desempenhar pelo SA F-16, em complemento do novo SA de 5.^a Geração.*
- OE3 – *Apreciar possibilidades de minoração do peso da sustentação do SA F-16 para a FA.*

A investigação será estruturada em cinco capítulos, sendo o primeiro destinado à introdução do tema; o segundo ao enquadramento teórico e conceptual, onde se fará uma análise do estado da arte sobre o tema e onde se detalhará os principais conceitos a serem relacionados; o terceiro à metodologia específica da formação do raciocínio que conduziu a investigação; o quarto à apresentação dos dados e discussão dos resultados que permitirão contruir a resposta às perguntas de investigação; sendo o quinto e último capítulo destinado à avaliação dos resultados e respetiva conclusão.



2. Enquadramento teórico e conceptual

Como ponto de partida para a presente investigação, importa rever o estado da arte sobre o tópico da utilização de SA de caça de 4.^a Geração no futuro próximo e estabelecer os conceitos estruturantes onde a investigação irá incidir.

2.1. Revisão de literatura

A visão da Organização Tratado Atlântico Norte (OTAN) para o Ambiente Operacional Futuro (AOF) caracteriza-o como “dinâmico, ambíguo e incerto”, referindo ainda um aumento da probabilidade de confronto da OTAN com adversários *peer* ou *near-peer*³ (OTAN, 2018, p. 13).

A OTAN não se vê confrontada com este tipo de oposição desde o fim da Guerra Fria, tendo a organização desde então vindo a explorar o seu poder aéreo sem oposição significativa nas suas operações e com um número de baixas muito reduzido (Bronk, 2018, p. v).

A nova realidade do AOF trará novos desafios à OTAN na forma de caças adversários com mais e melhores capacidades, sistemas de defesa *Anti Access/Area Denial* (A2/AD) avançados e meios de *Electronic Warfare* (EW) de última geração com vista à degradação das capacidades de comunicação, sensores e munições de precisão do adversário (Bronk, 2018, pp. 5-12). Ainda sobre os novos desafios do AOF, Bronk (2018, p. v) menciona uma maior dificuldade em penetrar espaço aéreo contestado sem ser detetado devido à “*increasing density, variety, and resolution of sensors, coupled with powerful post-processing analysis techniques*”.

Em suma, o AOF apresentará um novo nível de oposição ao qual a OTAN terá de se adaptar. Uma outra adaptação que poderá ocorrer terá a ver com os níveis de atrição de meios aéreos, que poderão tornar-se superiores ao que se tem assistido nos conflitos mais recentes.

Para fazer face às ameaças e desafios do AOF, os SA de 5.^a Geração baseiam-se em quatro pilares de capacidades: *Low Observability*; *Sensor Fusion*; *Network Centric Communications* e *Survivability*. Algumas das características associadas à 5.^a Geração de SA de caça não são mais do que a natural evolução ou amadurecimento da tecnologia, enquanto que outras representam um verdadeiro salto tecnológico revolucionário pelo aumento exponencial de capacidades que conferem ao SA. São estas características inovadoras que

³As expressões *peer* e *near-peer* aplicadas a adversários referem-se, respetivamente, a adversários equiparados ou perto de equiparados em termos de capacidades.



fazem com que a 5.^a Geração se destaque, por não serem de possível incorporação nos caças de 4.^a Geração, justificando o investimento de tantas nações nos novos SA de 5.^a Geração.

Contudo, a inovação e vantagem trazida pelos SA de 5.^a Geração poderá não ser assim tão determinante ou durável, como explica DeWulf (entrevista semiestruturada, 16 de junho de 2019):

“5th generation is not the only solution, nor will it be invincible. Nations spend billions of dollars on research and development for an advantage in the war domain, but once an adversary understands the technology being used, the cost and time to counter the technology is a fraction of the cost to develop”.

Tendo ainda em consideração os números relativamente baixos de aeronaves de 5.^a Geração disponíveis para combate, percebe-se o risco da subida do nível de atrição. Neste sentido, a 4.^a Geração poderá amenizar o problema pela simples força dos seus números, constituindo-se como a verdadeira massa de uma força. Num cenário de atrição extrema, poderá ser ainda tido em conta o fator económico do investimento necessário para repor os números de uma força, com clara vantagem para a 4.^a Geração com o seu custo de produção significativamente inferior.

Como a própria OTAN (2018, p. 13) reconhece, *“Military budgets may be stressed by mounting public debt in both developed and developing economies.”*, levando a que nem todas as nações possam aspirar, pelo menos no imediato, a adquirir SA de 5.^a Geração ou a investir no seu desenvolvimento. Mesmo as forças aéreas de maior dimensão aparentam não estar focadas na substituição integral dos seus caças de 4.^a Geração por novos de 5.^a Geração, situação essa refletida, por exemplo, nos projetos de extensão de vida e capacidades que se têm verificado nalgumas versões mais antigas dos F-16 da USAF (Donald, 2019).

Uma face visível desta situação surge no aumento de capacidades de aeronaves de 4.^a Geração que veio criar uma nova designação: os SA de caça de “4,5.^a” Geração. Estas aeronaves são originalmente de 4.^a geração, de elevada performance (manobrabilidade, velocidade, sensores *beyond visual range*), com algumas capacidades integradas que os tornam próximos dos de 5.^a Geração. Capacidades como comunicação em rede de alto débito, com possibilidade de troca de dados com aeronaves de 5.^a Geração, e radares de última geração⁴ são os fatores determinantes para as aeronaves poderem ser consideradas como de “4,5.^a” Geração. Bronk (2019) identifica como exemplos o *Eurofighter Typhoon*, o *Dassault Rafale*, o *Saab Gripen* e o *Boeing F/A-18E/F*.

⁴Radares de tecnologia *Active Electronically Scanned Array* (AESA).



É notório em alguns países como Reino Unido e Austrália (Adamson & Snyder, 2019), que é mantida alguma atenção às plataformas de 4.^a Geração, procurando a sua integração com os recentemente adquiridos F-35. Estes exemplos reforçam a ideia de continuar a haver espaço nas operações aéreas de combate para plataformas de 4.^a (ou 4.5.^a) Geração, seja de forma isolada, seja de forma integrada com um SA de 5.^a Geração.

Bronk (2016, p. viii) expõe a situação da utilização integrada de forma bastante assertiva:

“Investment in the F-35 [5.^a Geração] and the Typhoon [4.5.^a Geração] should not be seen as a binary choice for the foreseeable future. Each aircraft offers strengths to complement the other’s particular capabilities. The combination of F-35 and Typhoon can be far more potent than a force composed entirely of either type in many operational scenarios. In this sense, the UK has an advantage amongst F-35 partner nations as it can complement the stealth strike fighter with the brute performance, reliability and load-carrying capabilities of the Typhoon.”

É este o maior benefício da utilização integrada de caças de 4.^a e 5.^a Geração: o efeito multiplicador oriundo da maximização do aproveitamento das capacidades particulares de cada SA (Freitas, 2019, reunião de orientação, 12 de julho de 2019). Exemplificando, podemos conceber um cenário onde a 5.^a Geração penetra em espaço aéreo contestado com possibilidade de detecção reduzida utilizando a sua capacidade *stealth*⁵. A partir de uma posição avançada dentro da área contestada, utiliza os seus sensores avançados para criar uma imagem 3D do campo de batalha, que de seguida é distribuída pelas plataformas de 4.^a Geração – contribuindo para um aumento da consciência situacional do campo de batalha – exponenciando a capacidade ofensiva e de sobrevivência deste SA.

Esta simbiose permite um aumento da força atacante, que vai potenciar os efeitos criados no campo de batalha e ainda reduzir a necessidade do número de plataformas de 5.^a Geração empregues de forma autónoma. Este princípio pode ser aplicado tanto em operações ar-ar como ar-superfície.

De notar que a 4.^a Geração sozinha não conseguiria sequer chegar ao alvo e a 5.^a Geração sozinha nunca conseguiria largar tanto armamento como se pode verificar pela comparação entre o *payload*⁶ do SA F-16 de 7.700 kg contra apenas 2.600 kg do F-35 em configuração *stealth* (AVIATIA, 2019).

⁵ *Stealth* é uma característica referente à baixa probabilidade de detecção da aeronave.

⁶ *Payload* caracteriza a capacidade de carregar armamento em termos de peso



Assim, em vez da repetição de *waves* com as mesmas aeronaves de 5.^a Geração, poderão ser aplicadas várias *waves* com uma ou duas aeronaves de 5.^a Geração integradas com aeronaves de 4.^a Geração. Desta forma, para a mesma área e mesmo nível de permissividade, exponenciamos a capacidade destrutiva da força.

Um outro benefício de uma participação forte de caças de 4.^a Geração em operações integradas com 5.^a Geração é a possibilidade de saturação dos sistemas de defesa aérea adversários, aumentando as possibilidades de penetração e eliminação dessas defesas pelos caças de 5.^a Geração.

Por outro lado, sempre que o nível de ameaça o permita, através de um ambiente permissivo, e.g. Afeganistão, as plataformas de 4.^a Geração podem perfeitamente cumprir com as principais missões de combate por uma fração do custo de operação de uma plataforma de 5.^a Geração. De novo, este exemplo pode ser perfeitamente ilustrado pelo SA F-16: \$12.000 USD de custo de hora de voo contra \$43.200 USD do F-35 (AVIATIA, 2019).

Desta forma é possível antever um cenário futuro, em que nos primeiros dias do conflito são usadas de forma exclusiva plataformas de 5.^a Geração para degradar as defesas do inimigo para um nível de ameaça aceitável, seguido de operações integradas entre plataformas de 4.^a e 5.^a Geração por forma a aumentar drasticamente os efeitos criados no campo de batalha, até à transição final - em que o nível de ameaça é tão reduzido - que apenas são utilizadas plataforma de 4.^a Geração dado o seu custo reduzido e maior disponibilidade.

Esta visão é ainda suportada pela consistência das conclusões dos sucessivos exercícios *Red Flag*⁷: “*Red Flag exercises have consistently proven that the key determining factors in air-to-air combat are situational awareness, persistence in terms of fuel and missile stores, and pilot experience*” (Bronk, 2016, p. 8), no sentido em que os fatores chave para o sucesso nas operações ar-ar continuam a estar ao alcance das plataformas de 4.^a Geração.

2.2. Modelo de Análise

De forma a garantir o melhor enquadramento e compreensão da presente investigação torna-se necessário explicitar aquilo que se pretende que a análise responda e quais os conceitos estruturantes que lhe dão forma.

⁷ Exercício organizado pela USAF para treino de esquadras de caça



2.2.1. Questões de investigação

De forma a corresponder ao OG da presente investigação, formulou-se uma pergunta de partida (PP), à qual a análise irá procurar dar resposta:

- PP: *Como poderá a FA utilizar o SA F-16 de forma relevante, útil e sustentável, num contexto de operação complementar da 5.^a Geração?*

Desta PP surgem outras três perguntas derivadas (PD) correspondentes aos OE já definidos:

- PD1: *Quais os desafios para a manutenibilidade e os requisitos para manter o SA F-16 a operar de forma relevante, entre 2030 e 2045?*

- PD2: *Quais as missões a desempenhar pelo SA F-16, em complemento do SA de 5.^a Geração?*

- PD3: *Que possibilidades existem para minorar o peso da sustentação do SA F-16 para a FA, entre 2030 e 2045?*

2.2.2. Base Conceptual

Os conceitos estruturantes analisados na presente investigação são seguidamente apresentados e explicitados:

- Manutenibilidade – *“Maintainability is the ability of an item to be retained, or restored to, a specified condition when maintenance is performed by personnel having specified skill levels, using prescribed procedures and resources, at each prescribed level of maintenance and repair”* (Department of Defense, 2005).

- Requisito – Critério que determina a adequabilidade de determinado sistema ao cumprimento de determinada função, “necessidade ou expectativa expressa, geralmente implícita ou obrigatória” (Instituto Português da Qualidade, 2005).

- Missão – Conjunto de responsabilidades e “propósito para a existência de uma organização, tal como expresso pela gestão...” (Instituto Português da Qualidade, 2005).

- Sustentabilidade – Condição ou conjunto de condições que um sistema deve apresentar para se manter ou conservar.



3. Metodologia e método

Considerando o cariz científico da presente investigação, importa apresentar a metodologia aplicada no decurso da mesma e definir o método de análise utilizado.

3.1. Metodologia

A metodologia para esta investigação baseia-se no manual “Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação” (Santos & Lima, 2016, p. 43), que define três fases essenciais para a investigação.

Primeiro, a fase exploratória onde nesta investigação se realizou a análise documental e entrevistas exploratórias dentro da FA de forma a delimitar o tema, formular objetivos, questões de investigação e conceitos estruturantes, permitindo a elaboração do modelo de análise da investigação em Apêndice A.

Em segundo, a fase analítica direcionada para a recolha e análise de dados, consubstanciada pela elaboração de entrevistas semiestruturadas e pela revisão bibliográfica.

Por último, a fase conclusiva, destinada à avaliação dos resultados obtidos e considerações sobre a investigação efetuada.

Metodologicamente, a investigação caracteriza-se por um raciocínio indutivo, assente numa estratégia de análise qualitativa e num desenho de pesquisa de tipo estudo de caso centrado num cenário futuro para a FA.

3.2. Método

Definem-se seguidamente os preceitos do método de recolha e análise de dados pelos quais a investigação se regeu. Para além da análise documental, os dados da investigação foram recolhidos essencialmente através de entrevista.

3.2.1. Participantes e procedimento

Nesta investigação foram identificados dois grupos de participantes. Um grupo será composto por participantes não pertencentes à FA, tendo sido selecionados os *Senior National Representatives*⁸ (SNR) do Programa MNFP da Bélgica, Holanda; Dinamarca e Noruega. O contributo do conhecimento destes participantes tem a sua utilidade no facto das Forças Aéreas dos seus países serem de uma dimensão comparável à da FA, podendo por isso ser elegíveis como referência. O pedido de entrevista foi realizado por e-mail, em coordenação com o SNR de Portugal, e de acordo com o guião de entrevista respetivo em

⁸ O *Senior National Representative* é o representante e elo de ligação do país EAPAF junto do MNFP. Este cargo é exercido em permanência nos EUA. Este oficial terá uma visão global do caminho a seguir pelo seu país na gestão e utilização do SA F-16.



Apêndice B. Apenas o SNR da Dinamarca respondeu à entrevista, invalidando uma análise comparativa com as opções tomadas no âmbito da dicotomia F-16/F-35.

Ainda neste grupo, foi solicitada a participação do Capitão da USAF Nicolas DeWulf, piloto de intercâmbio na Esquadra 201, por e-mail, de acordo com o mesmo guião de entrevista (Apêndice B). Este participante explicitou que as opiniões expressas nas suas respostas são pessoais e não refletem a posição da USAF ou do Departamento de Estado Norte-Americano.

Para o segundo grupo, composto por participantes pertencentes à FA, foram selecionados oito oficiais, estando sete deles ligados ao Grupo de Trabalho F-16⁹ da FA, e um com especial experiência no planeamento de operações no âmbito da OTAN. O pedido de entrevista foi realizado por e-mail e de acordo com o guião de entrevista respetivo em Apêndice C. Cinco dos participantes responderam à entrevista.

3.2.2. Instrumento de recolha de dados

Como referido, para além da revisão bibliográfica, os principais instrumentos de recolha de dados desta investigação foram duas entrevistas semiestruturadas cada uma com um guião específico para o grupo de participantes.

3.2.3. Técnica de tratamento de dados

No que toca à técnica de tratamento dos dados recolhidos pelas entrevistas, será utilizada a análise categorial, recorrendo à utilização de categorias *a priori*, e categorias emergentes que possam surgir. Esta análise encontra-se resumida no Apêndice D.

Por último, irá ser utilizada uma análise SWOT¹⁰ dos dados recolhidos, de forma a melhor estruturar e categorizar os vários elementos que irão compor a resposta à PP.

⁹ O Grupo de Trabalho F-16 é um grupo multidisciplinar responsável pelo desenvolvimento e alienação do SA F-16 da FA. Os participantes selecionados englobam responsabilidades de Direção, da área Operacional, da área Logística e da Área de Treino e Formação.

¹⁰ Análise SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) - Forças, Fraquezas, Oportunidade e Ameaças.



4. Apresentação dos dados e discussão dos resultados

Identificado o problema, a sua envolvente, os seus conceitos estruturantes e a metodologia de investigação, torna-se possível enquadrar os dados recolhidos, tanto pela via da revisão literária como pelas entrevistas exploratórias e entrevistas semiestruturadas, cuja análise se encontra resumida no Apêndice D, possibilitando as respostas às questões de investigação.

4.1. Manutenibilidade e Requisitos (PD1)

Tendo em consideração que o cenário definido para a investigação se situa no futuro, neste caso a começar no ano de 2030, a análise deverá principiar pelo estabelecimento das condições gerais expectáveis do SA F-16 da FA nesse ano, em termos de potencial estrutural. Na mesma perspetiva, deverão ainda ser identificados os desafios relativos a obsolescência que se possam interpor a uma situação confortável, permitindo a continuação da operação sem constrangimentos.

Por outro lado, numa perspetiva de adequabilidade e relevância do SA F-16 para operar além de 2030, importa ainda identificar quais os requisitos desejáveis e/ou necessários a desenvolver na plataforma até esse ano. Essa ambição poderá variar consoante a panóplia de missões que venham de facto a ser destinadas ao SA F-16.

Importa relembrar que sendo a investigação sobre um cenário futuro, não será analisada a exequibilidade, tanto logística como financeira, das ações necessárias para chegar às condições iniciais definidas para 2030.

4.1.1. Manutenibilidade

4.1.1.1. Estrutural

O primeiro aspeto a considerar deverá ser o potencial estrutural das aeronaves, uma vez que esse é um fator crítico, por não poder ser regenerado ou alvo de substituição. A versão das aeronaves F-16 da FA, *Block 15*, tem 8000 HV de potencial como limite de vida certificado (Gagnon, 2018).

Coelho (2018, pp. 6-8) identifica dois parâmetros para medir o potencial estrutural das aeronaves F-16: o *Actual Flight Hours* (AFH) e o *Equivalent Flight Hours* (EFH). O primeiro parâmetro traduz-se simplesmente nas horas voadas, dentro do normal envelope de voo, enquanto o segundo parâmetro corresponde às mesmas horas voadas, mas corrigidas por um fator de severidade denominado *Crack Severity Index* (CSI) associado à utilização real de cada aeronave. No caso da FA, esse fator de severidade é favorável (<1), tanto nas



aeronaves PAI como PAII¹¹, significando que as aeronaves F-16 da FA têm voado com pouca severidade, apresentando um desgaste inferior ao projetado para o potencial já utilizado, conferindo segurança na exploração de todo o potencial AFH remanescente.

Considerando as AFH acumuladas em 2017, os diferentes CSI aplicáveis às aeronaves PAI e PAII, assumindo uma utilização anual média de 153 HV por aeronave, foi possível a Coelho (2018, p. 8) extrapolar os resultados que se apresentam no Quadro 1, em termos de potencial expectável médio por tipo aeronave¹²:

Quadro 1: Previsão de potencial em AFH

Frota	AFH 2017	AFH 2030	AFH 2030 Remanescente	Ano p/ fim de serviço
PAI	3382	5374	2626	2047
PAII	3804	5796	2204	2044

Fonte: Adaptado a partir de Coelho (2018)

Verificamos assim que será possível, do ponto de vista do potencial estrutural, o SA F-16 da FA operar até meio da década de 40¹³, podendo cada aeronave PAI voar em média mais 2626 HV e cada aeronave PAII mais 2204 HV a partir de 2030.

4.1.1.2. Sistemas

No âmbito dos vários sistemas que compõem a aeronave, foi verificado consenso entre os participantes quanto à ameaça de obsolescência de vários equipamentos, com especial enfoque no radar (P. Santos, entrevista presencial, 14 de junho de 2019). A sua obsolescência advém de determinados componentes que deixaram de ser fabricados, deixando de poder ser substituídos. Por outro lado, as fontes de reparação devidamente acreditadas são cada vez mais diminutas, tal como a disponibilidade de sobresselentes, fator que contribui para um aumento dos custos de reparação. Perante este cenário, a FA ver-se-á obrigada a fazer a substituição por um modelo mais recente e sustentável.

Apesar de algo antigos, os restantes sistemas não apresentam problemas de obsolescência de maior, verificando-se essencialmente dificuldades crescentes na obtenção de fontes para reparação e regeneração bem como de opções de modernização (P. Santos, entrevista presencial, 06 de junho de 2019).

¹¹ Aeronaves PAI refere-se às primeiras 20 aeronaves que começaram a operar em 1994 e aeronaves PAII às 25 células adquiridas em estado usado em 2000, posteriormente modernizadas e colocadas em operação.

¹² Como os pressupostos para este cálculo não se alteraram desde 2017, os seus resultados permanecem válidos.

¹³ Assumindo que se mantinha a média de 153 HV anuais por aeronaves (valor médio desde 2013 – operação apenas de F-16MLU)



Pereira (entrevista semiestruturada, 16 de junho de 2019) salienta ainda o consumo superior à regeneração de potencial que se verifica nos sistemas, sendo o caso mais crítico o sistema de motor. Este facto advém do subfinanciamento contínuo da regeneração do seu potencial face ao consumo de potencial que advém do RE aprovado. J. Silva (*op. cit.*) reforça esta criticidade salientando que o investimento em regeneração de potencial de motor apenas tem reflexo na disponibilidade dois a três anos depois. O baixo potencial e disponibilidade de motores tem hoje reflexo significativo na disponibilidade de aeronaves F-16 para operação. Contudo esta questão é apenas de índole financeira, pelo que não será considerada, estando a sustentação do motor assegurada pelo seu fabricante Pratt&Whitney até 2045 (Pratt&Whitney, 2019).

4.1.2. Requisitos

Neste campo foi encontrado de novo consenso entre os participantes na direção dos requisitos para tornar o SA F-16 relevante, nomeadamente a interoperabilidade, através de sistemas de integração e comunicação de dados compatíveis com sistemas de 5.^a Geração; relevância operacional, com sistemas de missão e armamento adequados; e sobrevivência, na forma de sistemas de deteção de ameaça e contramedidas eletrónicas.

Gaiolas (entrevista semiestruturada, 03 de julho de 2019) caracteriza as capacidades do SA F-16 de hoje como “de inadequabilidade operacional face à evolução dos sistemas de armas dos nossos potenciais adversários”, reforçando a posição de Salvada (entrevista semiestruturada, 03 de julho de 2019) de que a relevância estará dependente de uma constante modernização.

Pereira (*op. cit.*) refere que o caminho já é conhecido e passa por “tirar o máximo partido das capacidades do F-16 MLU S1.1/S2, no máximo da capacidade, adquirindo os sistemas/armamento necessários”. A aeronave está subproveitada no sentido em que existe a integração de vários sistemas relevantes para a operação no *Operational Flight Program*¹⁴ (OFP) da aeronave, mas sem que a FA possua os equipamentos ou armamento respetivo, não podendo assim deles tirar partido. Como complemento, Pereira (*op. cit.*) sugere ainda a continuidade da modernização através de uma aproximação à *V-Config*¹⁵, com instalação nos F-16 da FA de um radar AESA e sistemas modernos de comunicação compatíveis com a 5.^a Geração.

¹⁴ *Operational Flight Program* é o software com função de sistema operativo que integra os vários sistemas da aeronave.

¹⁵ V-config é a designação da versão mais recente do SA F-16, com capacidade que o enquadram na definição de 4.5.^a Geração como radar AESA e sistemas de computação, rede e comunicação avançados.



Caso não se verifique evolução nas capacidades atuais, o SA F-16 da FA será relegado para funções de 2^a ou 3^a linha (Salvada, *op. cit.*).

Com base nas respostas dos participantes e no “Programa de Extensão de Capacidades Operacionais (PECO) do Sistema de Armas F-16M”¹⁶ (EMFA, 2017), torna-se possível a construção de uma matriz caracterizada com as necessidades que deverão guiar a modernização do SA F-16 de acordo com o Quadro 2:

Quadro 2: Necessidades de modernização do SA F-16

Dimensão	Capacidade suportado pela OFP S2	Capacidade adicional
Interoperabilidade	<ul style="list-style-type: none">• Sistemas de comunicação avançados	<ul style="list-style-type: none">• Sistemas de comunicação compatíveis c/ 5^a Geração
Relevância operacional	<ul style="list-style-type: none">• Novo armamento ar-ar avançado• Novo armamento de precisão• Melhoria do <i>Situational Awareness</i>• <i>Upgrade</i> dos sistemas de guiamento• Melhoria da interoperabilidade	<ul style="list-style-type: none">• Melhoria do <i>Situational Awareness</i> adicional• Radar AESA/SAR
Sobrevivência	<ul style="list-style-type: none">• <i>Upgrade</i> das capacidades de proteção eletrónica• Melhoria das capacidades de deteção de ameaça	<ul style="list-style-type: none">• Melhoria das capacidades de deteção de ameaça adicional• Melhoria da segurança dos sistemas de navegação

Fonte: Adaptado a partir de EMFA (2017)

4.1.3. Resposta à PD1

Em resposta à questão “*Quais os desafios para a manutenibilidade e requisitos para manter o SA F-16 MLU a operar, entre 2030 e 2045?*” verificamos que as aeronaves F-16 da FA estarão em condições de permanecer operacionais entre 2030 e 2045, fruto do potencial estrutural disponível e de um conjunto de sistemas funcionais, superado o desafio do radar, e com os requisitos necessários para uma operação relevante através de um programa de modernização de capacidades conforme identificado. De salientar os seguintes aspetos:

- Do ponto de vista estrutural, mediante uma gestão eficiente do esforço de voo e plano de manutenção adequado, as aeronaves apenas esgotarão o seu potencial na segunda metade da década de 2040. Tendo em conta o baixo índice de severidade da operação da FA, existe a possibilidade de fazer uma análise de potencial com recurso a EFH, aumentando assim o potencial de voo.

- Na perspetiva dos sistemas é notória uma crescente dificuldade na substituição, reparação e regeneração de componentes, tendo até hoje essas dificuldades sido sempre contornadas. O trabalho de vigilância sobre a obsolescência terá de ser constante, antecipando os problemas e agindo proactivamente sobre eles.

¹⁶ Documento classificado, pelo que apenas se descrevem as capacidades de forma genérica.



- O Radar é um sistema crítico por motivos de obsolescência dos componentes do modelo atual. Deverá ser acautelada a sua modernização ou substituição.

- Em termos de requisitos, a configuração nos moldes atuais não permite um nível de operação em linha com a ambição da FA ou a possibilidade de integração com a 5.^a Geração, sendo por isso essencial manter um esforço de modernização constante, guiado pelo PECO e focado na interoperabilidade com plataformas de 5.^a Geração, relevância operacional e sobrevivência, conforme exposto no Quadro 2.

- Das três vertentes, a capacidade de interoperabilidade com 5.^a Geração será crítica para manter a possibilidade do SA F-16 continuar a participar em missões de combate ofensivas e defensivas em cenários contestados de elevada ameaça. Sem ela, o leque de opções em termos de missões fica reduzido a funções de apoio.

4.2. Missões (PD2)

Estabelecida a viabilidade da operação e definidas as capacidades desejáveis para o SA F-16 da FA a partir de 2030, será agora analisada a adequabilidade da reorientação do SA F-16 para o cumprimento de determinadas missões¹⁷, num contexto em que a FA teria no seu dispositivo um SA de caça de 5.^a Geração a operar em simultâneo.

Os participantes foram unânimes em afirmar que estando o SA F-16 devidamente sustentado e modernizado para uma operação relevante, fará todo sentido o aproveitamento do potencial remanescente na execução de missões complementares ao SA de 5.^a Geração. Tal situação permitiria usufruir do efeito multiplicador da operação integrada de aeronaves de 4.^a e 5.^a Geração, ao mesmo tempo que, em missões em ambiente permissivo como *Close Air Support* (CAS), ou de apoio, como *Red-Air* e Treino avançado, estas fossem realizadas pelo F-16 em vez do SA de 5.^a Geração, com ganhos de eficiência devido aos seus custos de operação significativamente mais baixos.

Tendo em consideração o pressuposto de que em 2030 os dois SA operam em simultâneo, a análise irá centrar-se apenas na adequabilidade da execução das missões pelo SA F-16.

4.2.1. Missões de Luta Aérea/Ataque

Foi verificada unanimidade entre os participantes na adequabilidade do SA F-16 para realização de missões de combate mediante a modernização adequada. Pereira (*op. cit.*) salienta que tal situação é inevitável, tendo em conta que “pelo nº de plataformas de 5.^aG,

¹⁷ As missões analisadas (Luta Aérea/Ataque; *Red-Air*, Treino avançado e Alerta) foram selecionadas por serem consideradas as mais prováveis através das entrevistas exploratórias.



[estas] terão de ser complementadas com as 4.^aG, que são e serão, ainda por muitos anos, a maioria”. Pais (entrevista semiestruturada, 11 de julho de 2019) acrescenta “[apesar das] limitações, especialmente nos primeiros dias de qualquer conflito, mas numa perspetiva de sustentação de esforço de guerra, as plataformas de 4.5.^a Geração serão muito necessárias como multiplicadores de força”.

De salientar que este efeito multiplicador só será possível de obter através do cumprimento do PECO, no sentido crítico da interoperabilidade com 5.^a Geração.

4.2.2. *Red-Air*

De novo, unanimidade entre os participantes na adequabilidade do SA F-16 para a realização de missões de *Red-Air*, mediante uma modernização adequada. Pereira (op cit.) comprova essa adequabilidade referindo: “Tivemos já uma empresa americana interessada em adquirir parte dos nosso F-16 para *Red-Air*”. Gaiolas (op. cit.) reforça: “a plataforma adequa-se, na perfeição, à replicação de aeronaves adversárias de muito elevada performance e capacidade (...), a uma fração do custo da hora de voo das aeronaves de quinta geração”.

Tendo em consideração que a utilização do F-16 para *Red-Air* “Já é uma realidade/necessidade nos dias que correm [...]e] a tendência inequívoca é de que esta necessidade seja amplificada à medida que mais operadores atinjam a sua *Full Operational Capability* (FOC) em SA de 5.^a Geração e concluem o *phase-out* dos SA de 4.^a/4.5.^a Geração” (Pais, op. cit.), surge a oportunidade da FA exportar esta capacidade, em linha com Gaiolas (op. cit.) quando este afirma: “Este poderá ser um novo nicho de mercado a explorar”.

4.2.3. Treino avançado

Foi encontrada de novo unanimidade entre os participantes na adequabilidade do SA F-16, para a realização de missões de Treino avançado, mediante a modernização mínima adequada, permitindo uma melhor transição para o SA de 5.^a Geração.

Contudo, esta atribuição terá de ser verificada quanto à exequibilidade económica contra a utilização de uma plataforma específica para treino.

4.2.4. Alerta

Por último, foi identificado consenso entre os participantes na adequabilidade do SA F-16 para a realização da missão de Alerta para o Sistema de Defesa Aérea de Portugal.

4.2.5. Resposta à PD2

Em resposta à questão “*Quais as missões a desempenhar pelo SA F-16 MLU, em complemento do SA de 5.^a Geração?*” verificou-se que o SA F-16 será adequado para o cumprimento de missões de combate integradas com 5.^a Geração, caso exista um



investimento adequado em linha o PECO; para missões de combate como CAS e *Air Interdiction* (AI) em ambiente permissivo ou semi-permissivo; e para missões de *Red-Air*, Treino avançado e Alerta inserido no Sistema de Defesa Aérea de Portugal.

Tal como Pais (*op. cit.*) sugere, “A manutenção do SA F-16 para Treino avançado faria sentido se não houvesse outra plataforma disponível (...) e se ao mesmo tempo acumulasse a missão de Defesa Aérea”, ou seja, de forma isolada dificilmente se justifica a manutenção do SA F-16, mas através da acumulação de duas ou mais missões, que possam obviar tanto o SA de 5.^a Geração como até a aquisição de outras plataformas (e.g. treino), a praticabilidade da reorientação do SA F-16 será reforçada.

4.3. Sustentabilidade (PD3)

A sustentabilidade da opção da FA em manter dois SA de caça em simultâneo é uma questão de elevada complexidade, agravada pela imprevisibilidade da conjuntura política, financeira, doutrinal e de recursos humanos da FA no ano de 2030.

De facto, os participantes dividem-se nesta questão. De um lado, Salvada (*op. cit.*) defende que “Durante a transição para um sistema SA de 5.^a Geração poderá ser adequado, conveniente e sustentável a sua complementaridade.”, em consonância com Gaiolas (*op. cit.*) que refere em relação à complementaridade: “...poderá ser viável num cenário de execução de missões com retorno financeiro (direto ou indireto) para a FA”. Por outro lado, Pereira (*op. cit.*) defende que a complementaridade não é possível, “face aos custos associados e pessoal necessários” apontado o exemplo dos restantes países EPAF¹⁸. Pais (*op. cit.*) refere o mesmo exemplo reforçando: “Estamos a falar de Forças Aéreas [EPAF] com capacidade logística e financeira mais robusta do que a nossa e mesmo assim, a perspetiva de sustentação simultânea de dois SA tecnologicamente avançados perspetiva-se muito onerosa em termos de pessoal/infras e cadeia logística”

Tendo em consideração a complexidade desta questão, a análise irá centrar-se apenas na adequabilidade das soluções como medidas de minoração do peso da sustentação do SA F-16 nos recursos da FA.

4.3.1. Parceria com Indústria Nacional Aeronáutica

No âmbito da Indústria Nacional Aeronáutica (IAN), a FA tem desenvolvido parcerias com a OGMA - Indústria Aeronáutica de Portugal, S.A. no âmbito de processos de manutenção e modernização dos seus SA. Salvada (*op. cit.*) refere ser possível estender essas

¹⁸ Nos quatro restantes países EPAF (Bélgica, Dinamarca, Holanda e Noruega) que estão a transitar para o F-35 a complementaridade com o F-16 só dura até ao FOC do F-35.



parcerias, “na assunção destas terem capacidade e interesse de assumir parte da manutenção do SA F-16 MLU, libertando recursos orgânicos da FA para dedicar ao SA de 5^a Geração”, através da exploração de protocolos de partilha de equipamentos e capacidades, podendo ser ainda possível minorar os custos de manutenção para a FA. Neste sentido, haveria oportunidade de a OGMA S.A. expandir o seu negócio relacionado com F-16 a outros operadores europeus. Gaiolas (*op. cit.*) reforça que este tipo de soluções é “Muito adequado e com um potencial de aceitação social e político muito elevado”.

4.3.2. Partilha de capacidades

São vários os programas de partilha de recursos e capacidades onde a FA está inserida ou a que tem acesso. O próprio Governo incentiva à partilha de recursos através da Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa militar (DMPDM, 2014):

“Quando na edificação de capacidades se constatar a existência de lacunas, deverão ser tidas em consideração as oportunidades proporcionadas pelas iniciativas de *Smart Defence*, sob a égide da OTAN e de *Pooling & Sharing*, da UE, bem como as responsabilidades nacionais no âmbito do NATO *Defence Planning Process* (NDPP).”

Salvada (*op. cit.*) destaca os programas logísticos de empréstimo, partilha e fornecimento de componentes.

Segundo Gaiolas (*op.cit.*), a disponibilização das capacidades da FA em *Red-Air* ou Treino avançado, com recurso ao SA F-16, abre novos horizontes da exploração e aproveitamento de programas como o *Smart Defense* da OTAN, o *Pooling & Sharing* da *European Defense Agency* ou o ATARES do *European Air Transport Command*. Pais (*op. cit.*) acrescenta: “dentro de 10 anos, já haverá muitas FA na Europa com SA de Gen 5 e que não têm outros SA de Gen4/4+. Isso sem dúvida que cria um mercado de *outsourcing* de *Red-Air* (já a ser explorado nos USA e parcialmente na Europa). Essa missão poderia ajudar a financiar a sustentação da frota, mas exigiria a capacidade de projeção da mesma (máquinas/pilotos/mecânicos) durante longos períodos do ano”.

Pereira (*op. cit.*) admite a procura por estes serviços pela OTAN e Europa, mas relembra que a ambição da FA deverá ser maior do que a simples prestação de serviços.

4.3.3. Alienação

A alienação parcial da frota surge como medida de atenuação de custos de sustentação, permitindo ainda algum retorno financeiro. A recente confirmação da decisão de aquisição de mais cinco aeronaves F-16 a Portugal pela Roménia e a sua intenção de atingir as 36¹⁹

¹⁹ Com estas cinco, a Roménia totalizará 17 aeronaves F-16



(Romania Insider, 2019), a que se junta o interesse demonstrado pela Croácia em adquirir aeronaves F-16 usadas a Israel (Times of Israel, 2019), revela haver ainda procura por estas aeronaves.

Os participantes são unânimes na adequação desta medida, desde que devidamente ajustada ao nível de ambição pretendido para o SA F-16 (Pais, *op. cit.*).

Salvada (*op. cit.*) recorda que a alienação “apenas poderá ter sucesso se a configuração do avião no momento da alienação ainda for relevante do ponto de vista operacional.”, reforçando a necessidade de modernização das aeronaves.

Gaiolas (*op. cit.*) reforça que a aposta deverá acontecer nos PAII, pelo seu menor potencial disponível.

De salientar que esta é, contudo, uma solução volátil, se considerarmos que as aeronaves continuarão em operação, consumindo o seu potencial, eventualmente até um ponto em que deixarão de ser atrativas para os potenciais compradores. Recuperando as conclusões do capítulo 4.1.1.1 e na lógica acima proposta por Gaiolas (*op. cit.*), verificamos que em 2030 se prevê que as aeronaves PAII possuam em média um potencial remanescente de 2204 HV, que se traduzem, nas condições da FA, em mais 14 anos de operação. Estes valores dificilmente serão atrativos numa perspetiva de investimento por uma nação interessada em aumentar as suas capacidades. Esta perspetiva está em consonância com o plano de alienação de aeronaves F-16 da Força Aérea Dinamarquesa em estado “*as is*”²⁰ (Pederson, entrevista semiestruturada, 04 de julho de 2019), tendo em consideração o seu elevado uso e idade.

4.3.4. Resposta à PD3

Em resposta à questão “*Que possibilidades existem para minorar o peso da sustentação do SA F-16 MLU para a FA, entre 2030 e 2045?*”, verifica-se que as principais possibilidades passam pela exportação das capacidades de *Red-Air* e Treino avançado, pelo redimensionamento da frota através da sua alienação parcial e pelo aprofundamento de protocolos e parcerias com a indústria aeronáutica nacional.

A rentabilização das capacidades de *Red-Air* e Treino avançado através de programas de partilha de capacidades com nações aliadas revela-se como uma solução promissora, tendo em conta a procura existente por tais capacidades. Tal solução implica

²⁰ *As is* refere-se a um estado usado, sem garantia, normalmente direcionado para o aproveitamento não do sistema em si mas sim dos seus subcomponentes ou sobresselentes.



necessariamente a disponibilidade de aeronaves com capacidades relevantes obtidas por uma modernização adequada das capacidades hoje existentes.

Tal necessidade de modernização adequada é verificada também pela via da alienação, sendo a principal procura focada em soluções “chave na mão”, pelo que só terão interesse aeronaves modernas, capazes e prontas a operar. O principal desafio nesta questão passa por quantificar e equilibrar corretamente as aeronaves em função da ambição em termos de missões nacionais pretendida para o SA F-16, com a ambição da partilha de capacidades, relegando para alienação apenas os meios sobrantes. De salientar a volatilidade da opção de alienação, uma vez que ela só será plausível enquanto as aeronaves tiverem um potencial estrutural significativo.

De referir ainda potenciais ganhos em termos de capacidade orgânica caso a OGMA S.A., através de parcerias e/ou protocolos, edificasse capacidades para realizar parte da manutenção do SA F-16.

4.4. Potencial de utilização do SA F-16 (PP)

Respondidas as PD, existem agora condições para abordar a PP. De forma a melhor estruturar a resposta, foi realizada uma análise SWOT da questão, com base nos principais tópicos das respostas às perguntas derivadas que se apresenta no Quadro 3:

Quadro 3: Análise SWOT à reorientação da missão do SA F-16 em 2030

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	<p>(S)TRENGTHS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencial estrutural significativo • OFP bem desenvolvida 	<p>(W)EAKNESSES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radar obsoleto • Baixo potencial/disponibilidade de motor • Requisitos inadequados para AOF
Fatores Externos	<p>(O)PPORTUNITIES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modernização do SA F-16 • Desempenhar de missões de combate, <i>Red-Air</i>, Treino avançado e Alerta para a FA • Participar em operações combinadas • Alívio da utilização do SA 5.^a Geração • Libertação de recursos orgânicos através de protocolos c/ IAN • Exportação/partilha da capacidade de <i>Red-Air</i> e Treino avançado (c/ retorno) • Alienação parcial em sintonia com ambição da FA para o SA F-16 	<p>(T)HREATS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obsolescência de sistemas • Subfinanciamento da manutenção • Subfinanciamento da modernização • Recursos logísticos, financeiros e humanos insuficientes para 2 frotas de caça em simultâneo • Diminuição da atratividade das aeronaves p/ alienação



Em resposta à PP “*Como poderá a FA utilizar o SA F-16 MLU de forma relevante, útil e sustentável, num contexto de operação complementar da 5.^a Geração?*”, verifica-se que, mediante o seu potencial estrutural disponível, boas condições gerais de manutenibilidade e sendo-lhe aplicado um programa de modernização, o SA F-16 poderá executar missões de combate integrado com SA de 5.^a Geração. Paralelamente, o SA F-16 poderá ainda ser reorientado no sentido de realizar missões de *Red-Air* e Treino avançado, de forma acumulada com a missão de Alerta do Sistema Nacional de Defesa Aérea. O financiamento da modernização e sustentação pode ser aliviado pelo retorno obtido através da partilha das capacidades de *Red-Air* e Treino avançado, bem como por uma alienação parcial devidamente faseada. De salientar os seguintes aspetos:

- O ponto central da questão reside na possibilidade efetiva de utilizar o SA F-16 da FA para além de 2030, onde se identificou que as aeronaves têm potencial estrutural significativo, uma arquitetura de sistemas de missão aberta que permite a sua modernização e que existem soluções para os problemas de obsolescência e potencial dos seus sistemas.
- A partir deste ponto, as potencialidades do SA ficam intimamente ligadas ao possível investimento em termos de modernização, uma vez que o SA F-16 da FA, como hoje o conhecemos, não tem os requisitos adequados para operar de forma relevante e segura no AOF.
- Tendo em consideração a ambição do cenário futuro investigado, em que o SA F-16 complementar de forma relevante e útil o novo SA de 5.^a Geração, foram estabelecidos no Quadro 2 os requisitos necessários para que o SA F-16 possa operar de forma relevante.
- Com uma modernização relevante, o SA F-16 estará em condições de cumprir missões de combate integradas com a 5.^a Geração e isoladamente (ambiente permissivo), *Red-Air*, Treino avançado e continuar a realizar o Alerta no âmbito do Sistema de Defesa Aérea de Portugal.
- Da mesma forma, um SA F-16 modernizado continua elegível para participar em operações combinadas com funções relevantes.
- O cumprimento destas missões pelo SA F-16 ao invés do SA de 5.^a Geração, resulta numa poupança de recursos significativa pelo seu menor custo de operação.
- Dispondo de capacidade *Red-Air* e Treino avançado, surge a oportunidade da FA rentabilizar essas capacidades através da sua disponibilização aos seus parceiros, a



troco de retorno direto ou indireto, obviando ainda mais os custos globais de operação de duas frotas de caça em simultâneo.

- Uma parceria com a indústria nacional no sentido de a capacitar em manutenção de aeronaves F-16 poderia resultar numa poupança de recursos orgânico para a FA. Do ponto de vista do parceiro industrial, haveria a oportunidade de prestar serviços não apenas à FA, mas também aos diversos operadores europeus que mantêm ou estão a transitar para SA F-16.

- Tendo em consideração a ambição da FA para o SA F-16, surge também a hipótese de realizar uma alienação parcial da frota, de forma a otimizar a sua dimensão. O sucesso de tal hipótese aumentaria com a modernização das aeronaves a alienar, mas está condicionado ao potencial estrutural disponível nas aeronaves a alienar.

- A análise da exequibilidade prática destas soluções no sentido de tornar sustentável a operação complementar do SA F-16 e do novo SA de 5.^a Geração, em termos financeiros, logísticos e de recursos humanos revela-se como um enorme desafio, tendo em consideração a imprevisibilidade do contexto financeiro, doutrinal e humano da FA em 2030.

- Estas soluções dependem ainda da forma como o SA F-16 será mantido e modernizado entre 2020 e 2030, através do controlo de obsolescência e garantia da disponibilidade dos recursos necessário.

O caminho para a FA reorientar com sucesso a missão do SA F-16 numa perspetiva de complementaridade de um SA de 5.^a Geração tem algumas ameaças, mas está recheado de oportunidades.



5. Conclusões

O AOF apresenta uma série de novos desafios ao mundo, fruto da evolução da tecnologia e da ameaça sobre a nação e seus aliados. Particularizando os desafios do Poder Aéreo, após quase três décadas de operação sem contestação ou oposição significativa, surge já hoje a possibilidade de operar em ambientes altamente contestados, com altos níveis de interdição e com elevado risco de atrição.

No sentido de garantir a capacidade de Portugal enfrentar tais desafios, tem sido discutida a eventual substituição do SA F-16, sendo a aquisição de um novo SA de 5.^a Geração apontada como uma das possíveis soluções.

Nessa perspetiva e tendo em consideração o bom estado geral da frota F-16 da FA, suas capacidades e possibilidades de modernização, surge esta investigação focada nas potencialidades da reorientação da missão do SA F-16, em alternativa a simplesmente deixar de operar e alienar a frota.

Esta opção tem sido tomada por diversas Forças Aéreas, mesmo com a incorporação nos seus dispositivos de SA de 5.^a Geração, demonstrando que mesmo no AOF existe ainda um enorme potencial de utilização dos SA de 4.^a Geração, seja isoladamente em ambientes mais permissivos, seja em operações conjuntas e integradas com a 5.^a Geração. Isoladamente, as capacidades das plataformas de 4.^a Geração continuam a ser eficazes para a maioria das missões, podendo operar a uma fração do custo das plataformas de 5.^a Geração, desde que seja garantido o nível de permissividade adequado. Por outro lado, a devida combinação de aeronaves de 4.^a e 5.^a Geração, cada uma com os seus pontos fortes, traduz-se numa multiplicação de força cujo resultado operacional será superior ao que qualquer Geração conseguiria isoladamente.

Por outro lado, existem missões que podem ser realizadas de modo complementar à operação de um SA de 5.^a Geração, como é o exemplo do *Red-Air* e do Treino avançado, que sendo realizadas por aeronaves de 4.^a Geração (com um custo de operação inferior) em vez de 5.^a Geração, podem obviar os custos globais de operação sem comprometer a eficácia.

Partindo do estabelecimento de um cenário futuro englobando a incorporação de um SA de 5.^a Geração no dispositivo da FA com um IOC em 2030, a investigação centrou-se na análise das condições necessárias para possibilitar a operação do SA F-16 para além de 2030 de forma relevante, na identificação e análise das missões para as quais o SA F-16 seria adequado em complementaridade ao SA de 5.^a Geração e por fim na identificação de soluções para minorar o peso da sustentação em simultâneo destes dois SA na FA.



A investigação seguiu um raciocínio indutivo, assente numa estratégia de análise qualitativa e num desenho de pesquisa de tipo estudo de caso centrado num cenário futuro para a FA. Os dados foram obtidos por revisão bibliográfica e por entrevista semiestruturada a dois grupos distintos de participantes, tendo estes sido analisados de forma categorial.

De modo a se atingir o OG de *Analisar a potencial utilização do SA F-16 num contexto de operação de 5.^a Geração*, a investigação foi enquadrada em três OE com as suas correspondentes PD.

Em relação ao OE1: *Analisar a manutenibilidade e requisitos do SA F-16 em 2030*; a análise às condições atuais em termos de potencial estrutural e situação dos sistemas das aeronaves F-16, bem como a identificação dos requisitos que conferem ao SA condições para operar de forma útil e relevante permitiu formular a resposta à PD1, de onde se conclui que:

- Do ponto de vista estrutural, e assumindo uma operação e regime de esforço continuamente semelhante ao atual, as aeronaves F-16 terão potencial estrutural para operar até meio da década de 2040.

- Existe um desafio relativo à obsolescência do sistema de radar que implicará a sua substituição durante a década de 2020.

- Nos restantes sistemas não foram identificadas situações críticas em termos de obsolescência. Mediante vigilância e atuação proativa, será possível obviar eventuais problemas.

- Os requisitos desejáveis para uma operação completa e relevante em 2030 foram identificados no Quadro 2. Estes requisitos capacitam o SA F-16 para a execução plena da panóplia de missões proposta nesta investigação e visam essencialmente a interoperabilidade com 5.^a Geração, relevância operacional e sobrevivência.

- Consoante a ambição realmente definida para o SA F-16, em complemento do SA de 5.^a Geração, os requisitos poderão ser ajustados.

- Os desafios identificados para a manutenibilidade e para os requisitos são financeiros e não técnicos, pois as soluções são conhecidas e estão disponíveis.

Para o OE2: *Avaliar as missões a desempenhar pelo SA F-16, em complemento do SA de 5.^a Geração*; foram identificados e analisados quatro diferentes tipos de missão (Combate, *Red-Air*, Treino avançado e Alerta) de forma a construir a resposta à PD2 de onde se conclui:

- Garantidas as condições de manutenibilidade e os requisitos definidos no OE1, o SA F-16 estará devidamente capacitado para a execução de missões de combate integradas com



5.^a Geração, *Red-Air*, Treino avançado e Alerta no âmbito do Sistema de Defesa Aérea de Portugal.

- A distribuição do esforço de voo dependerá do grau de ambição definido para cada uma delas. Deve ser privilegiada, se possível, a acumulação de funções, visto que isoladamente, dificilmente se justifica a manutenção do SA F-16 em operação na FA.

- A execução destas missões pelo SA F-16 em vez do SA de 5.^a Geração é mais eficiente por pelo seu menos custo de operação e manutenção do nível de eficácia.

Por último, o OE3 propõe-se a: *Apreciar possibilidades de minoração do peso da sustentação do SA F-16 para a FA*; tendo sido identificadas e analisadas três vias de ação para aliviar o peso da sustentação do SA F-16 em simultâneo com o SA de 5.^a Geração, para resposta à PD3 da qual se conclui:

- Existe uma potencial poupança de recursos orgânicos através da exploração de protocolos e parcerias com a Indústria Aeronáutica Nacional, de forma a transferir algumas das ações de manutenção do SA F-16 para a sua responsabilidade.

- As capacidades de *Red-Air* e Treino avançado providenciadas pelo SA F-16 poderão ser exportadas através de programas de partilha de capacidades, obtendo retorno para a FA.

- Ponderada a ambição e esforço dedicado às missões para as quais o SA F-16, poderá haver uma alienação parcial da frota.

- A alienação de parte da frota terá mais sucesso com aeronaves modernizadas e potencial estrutural significativo.

Recuperando o OG: *Analisar a potencial utilização do SA F-16 num contexto de operação da FA de 5.^a Geração*; foi verificado que existe uma série de oportunidades a serem exploradas e desafios a enfrentar através da reorientação da missão do SA F-16 em 2030, com o intuito de maximizar o potencial remanescente, resultando nas seguintes conclusões:

- A reorientação da missão do SA F-16 é possível, pela existência de potencial estrutural significativo e de soluções para os problemas de manutenibilidade identificados.

- A reorientação da missão será tão abrangente quanto o nível de ambição da modernização do SA F-16.

- Os desafios da manutenibilidade e modernização são essencialmente financeiros devendo tal fator ser ajustado conforme o nível pretendido para a ambição da reorientação e utilização do SA F-16.



- Superados os desafios de manutenibilidade e modernização, o SA F-16 será adequado para a realização de missões de Luta Aérea e Ataque, *Red-Air*, Treino avançado e Alerta; em acumulação ou não; isoladamente ou em complementaridade com o SA de 5.^a Geração.

- A utilização do SA F-16 em detrimento do SA de 5.^a Geração nestas missões traduz-se num aumento de eficiência pela utilização de plataformas de menor custo de operação sem diminuição significativa da eficácia.

- A capacidade de *Red-Air* e Treino avançado do SA F-16 poderá traduzir-se em retorno adicional para a FA, através da sua disponibilização a países aliados através de programas de parceria e partilha de capacidades.

- Definida a nova ambição do SA F-16, deverá ser ponderada a alienação parcial da frota F-16.

Estando a praticabilidade das oportunidades identificadas intimamente ligada à manutenibilidade e modernização do SA F-16, importa definir o quanto antes qual o nível de ambição pretendido para este SA, de forma a que este possa ser devidamente gerido nesse sentido.

Neste seguimento, identificam-se os seguintes contributos para o conhecimento:

- O principal desafio para a operacionalidade do SA F-16 em 2030 prende-se com a obsolescência do sistema de radar.

- Será possível em 2030 reorientar a missão do SA F-16, em complemento de um SA de 5.^a Geração, de forma a maximizar o seu potencial remanescente e obviar os custos de utilização do SA de 5.^a Geração,

- Fruto de um programa de modernização, em 2030 o SA F-16 será adequado para o cumprimento de missões de combate integradas com 5.^a Geração, *Red-Air*, Treino avançado e Alerta.

- A exportação das capacidades de *Red-Air* e Treino avançado do SA F-16 poderão traduzir-se em retorno para a FA.

A presente investigação apresenta duas limitações significativas:

- No decorrer da investigação foi tomado como pressuposto que seria plausível ter o SA F-16 a operar em simultâneo com o SA de 5.^a Geração na FA a partir de 2030. Esta situação levantaria diversos desafios a nível financeiro, logístico e humano, facilmente verificáveis nos dias de hoje apenas com o SA F-16. Como tal, parte da investigação foi dedicada à identificação de soluções para minorar esses desafios, mas cuja análise de praticabilidade é demasiado complexa para ser abordada na presente investigação, pela



imprevisibilidade do contexto político, doutrinal, financeiro e humano a experienciar no cenário futuro definido para a investigação.

- No mesmo sentido, foi ainda tomado o pressuposto de que seria possível ultrapassar os desafios identificados em termos de manutenibilidade, chegando a 2030 com o SA F-16 devidamente sustentado com potencial nos seus sistemas equivalente ao potencial estrutural. Esta situação passaria indubitavelmente por um reforço financeiro significativo da manutenção e regeneração de potencial do SA F-16 ao longo da década de 2020, situação que poderia embater com o investimento necessário para a aquisição do SA de 5.^a Geração.

Em termos de recomendações para estudos futuros, considera-se pertinente uma investigação sobre eventuais novos desafios de manutenibilidade do SA F-16. A identificação atempada de constrangimentos e até de eventuais soluções poderá evitar quebras na disponibilidade de aeronaves F-16 para operação.

Por outro lado, verificando-se um número significativo de estudos sobre a substituição integral do SA F-16 e tendo a presente investigação comprovado que poderão existir soluções híbridas entre o SA F-16 e um novo SA de 5.^a Geração, considera-se pertinente o aprofundamento do tema da reorientação, através da realização de estudos incidentes na comprovação da viabilidade logística, financeira e humana de operar as duas frotas em simultâneo, pela análise de um ou mais cenários com diferentes níveis de ambição entre o SA F-16 e o SA de 5.^a Geração e de evolução faseada.

Ainda no seguimento da presente investigação, considera-se igualmente pertinente analisar a viabilidade da exportação das capacidades de *Red-Air* e Treino avançado através das parcerias e programas de partilha de capacidades de que a FA faz, ou pode fazer parte.

Face aos resultados e conclusões do presente trabalho, recomenda-se ao Estado Maior da Força Aérea (EMFA) que no estudo da substituição do SA F-16 e paralelamente no estudo da aquisição de um SA de caça de 5.^a Geração seja considerada de forma mais incisiva a possibilidade de uma operação integrada de ambos os SA tomando como exemplo a solução híbrida que se está a desenvolver em Singapura.

“Not to have an adequate air force in the present state of the world is to compromise the foundations of national freedom and independence.”

Winston Churchill, 1933



Referências Bibliográficas

- AVIATIA. (2019, 05 de julho). F-35 Lightning II vs F-16E Fighting Falcon BLOCK 60. Retirado de: <https://aviatia.net/f-35-lightning-ii-vs-f-16e-fighting-falcon-block-60/>.
- Bronk, J. (2016). *Maximum Value from the F-35*. Royal United Services Institute, Londres.
- Bronk, J. (2018). *Next Generation Combat Aircraft*. Royal United Services Institute, Londres.
- Bronk, J. (2019, 07 de julho). ‘4.5 Generation’ Fighters – Multi Role Aircraft in Search of a Role. Retirado de: <https://rusi.org/commentary/%E2%80%9845-generation%E2%80%99-fighters-%E2%80%93-multi-role-aircraft-search-role>.
- Coelho, M. (2018). *Identificação e Análise do Potencial de Vida Estrutural das Aeronaves F-16 Nacionais*. IUM, Lisboa pp. 6-8.
- Conselho de Chefes de Estado Maior. (2014). *Conceito Estratégico Militar*. Lisboa: Autor.
- Conselho de Chefes de Estado Maior. (2014). *Missões das Forças Armadas*. Lisboa: Autor.
- Department of Defense. (2019, 10 de julho). DOD Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability. Retirado de: [http://www.acqnotes.com/Attachments/DoD%20Reliability%20Availability%20and%20Maintainability%20\(RAM\)%20Guide.pdf](http://www.acqnotes.com/Attachments/DoD%20Reliability%20Availability%20and%20Maintainability%20(RAM)%20Guide.pdf)
- Ministério da Defesa Nacional. (2014). *Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar*. Lisboa: Autor.
- Donald, D. (2019, 02 de julho). Plenty of Life Left in the F-16. Retirado de: <https://www.ainonline.com/aviation-news/defense/2018-07-18/plenty-life-left-f-16>.
- EMFA. (2017). Programa de Extensão de Capacidades Operacionais do Sistema de Armas F-16M. Alfragide: Autor (Documento classificado).
- Gagnon, P. (2018). *Memorandum: F-16 Certified Service Life*. Lockheed-Martin Aeronautics
- ISO 9000 (2005) ISO 9000:2015 - Fundamentos e vocabulário. Lisboa: Instituto Português da Qualidade.
- Organização do Tratado Atlântico Norte. (2018). *Framework for future alliance operations*. Norfolk: Autor.
- Pereira, J. (2019, 01 de julho). A Luta Aérea em Portugal. *Mais Alto*, Edição Especial 66 Anos, 38-39.



- Pratt&Whitney. (2019). F100 CIP Roadmap/Repair Review F100-PW-COMMON Overview. East Hartford: Autor. p. 8.
- Romania insider. (2019, 10 de julho). Romania to buy five more F-16 jet fighters. Retirado de: <https://www.romania-insider.com/romania-buys-more-f-16-jets>
- Rosa, J. (2019, 01 de abril). A Guerra Aérea atual - Transcrição de Comunicação. *Mais Alto*, 438, 9-10.
- Santos, L. A., & Lima, J. M. (2016). Orientações Metodológicas para a Elaboração de Trabalhos de Investigação. Lisboa: IUM.
- Times os Israel. (2019, 10 de julho). Croatia formally nixes F-16 purchase from Israel after US objection. Retirado de: <https://www.timesofisrael.com/croatia-formally-nixes-f-16-purchase-from-israel-after-us-objection/>

**Apêndice A — Modelo de análise**

Tema	Reorientação da missão do F-16 no Contexto da 5. ^a Geração.			
Objetivo Geral	Analisar a potencial utilização do SA F-16 num contexto de operação da FA de 5. ^a Geração.			
Objetivos Específicos	Pergunta de Partida	Como poderá a FA utilizar o SA F-16 de forma relevante, útil e sustentável, num contexto de operação complementar da 5. ^a Geração?		
	Perguntas Derivadas	Conceitos	Dimensões	Indicadores
OE1 Analisar a manutenibilidade e requisitos do SA F-16 em 2030.	PD1 Quais os desafios para a manutenibilidade e requisitos para manter o SA F-16 a operar de forma relevante, entre 2030 e 2045?	Manutenibilidade	Estrutural Sistemas	Potencial / Obsolescência
		Requisitos	Interoperabilidade Relevância operacional Sobrevivência	Relevância operacional
		Missão	Luta Aérea / Ataque <i>Red-Air</i> Treino avançado Alerta	Requisitos relevantes
OE2 Avaliar as missões a desempenhar pelo SA F-16, em complemento do SA de 5 ^a Geração.	PD2 Quais as missões a desempenhar pelo SA F-16, em complemento do SA de 5 ^a Geração?			
OE3 Apreciar possibilidades de minoração do peso da sustentação do SA F-16 para a FA.	PD3 Que possibilidades existem para minorar o peso da sustentação do SA F-16 para a FA, entre 2030 e 2045?	Sustentabilidade	Parceria c/ Indústria Nacional Aeronáutica Partilha de capacidades Alienação	Procura / Retorno



Apêndice B — Guiões das entrevistas semiestruturadas não-FA

Entrevistados:

- EPAF SNR do F-16 MNFP (Bélgica, Holanda, Dinamarca e Noruega)
- Piloto intercâmbio da USAF – Capt Nicolas DeWulf

Modo de entrevista:

- EPAF SNR p/ e-mail, através do SNR de Portugal
- Piloto intercâmbio da USAF p/ e-mail

Lista de perguntas:

1. With the incorporation of the F-35 in your country's Air Force inventory, what will happen to the F-16? (e.g. other missions, total/partial drawdown, sell...)
2. If applicable, which other missions? (e.g. loyal wingman, Red-air, training, air policing) Will they require any sort of upgrade to the current configuration?
3. If F-16 operations due continue, will your country pursue any sort of solutions to lower its operation cost?
4. When does your country expect to have its F-35 IOC and FOC? In what way is the F-16 drawdown/sell/new-mission related with those dates?



Apêndice C — Guiões das entrevistas semiestruturadas FA

Entrevistados:

- BGEN ENGAER Pedro Salvada – Diretor do Programa GT F-16
- COR PILAV João Pereira – Especialista F-16
- COR PILAV João Gonçalves – Subdiretor do Programa GT F-16 e Comandante da BA5
- COR ENGEL Pedro Santos – Gestor do Programa GT F-16
- COR PILAV Afonso Gaiolas – Coordenador para a Área Operacional do GT F-16 e Adjunto para os Sistemas de Armas DIVOPS/EMFA
- COR PILAV João Vicente – Chefe do Centro de Operações Aéreas do Comando Aéreo
- TCOR PILAV Luís Silva – Adjunto para a Formação e Treino do GT F-16 e Comandante do Grupo Operacional da BA5
- MAJ PILAV Joel Pais – Adjunto para a Área Operacional do GT F-16 e Comandante da Esquadra 201

Modo de entrevista:

Presencial, Skype, telefone e e-mail

Lista de Perguntas:

Parte 1

1. Do ponto de vista da sustentabilidade, quais são os desafios para manter o SA F-16 MLU operacional para além de 2030?
2. Do ponto de vista dos requisitos, quais são os desafios de forma a manter o SA F-16 MLU operacionalmente relevante para além de 2030?

Parte 2

Assumindo que:

- a) em 2030 a FA inicia com sucesso a operação de um SA5G;
- b) em 2030 a FA dispõe ainda do seu SA F-16 MLU com potencial de voo, devidamente sustentado e com os requisitos necessários para uma operação relevante;



3. Considera pertinente a reorientação das missões atribuídas ao SA F-16 MLU ao invés da sua alienação?

4. Qual a adequabilidade da utilização do SA F-16 MLU no desempenho das seguintes missões, em complemento de um SA5G:
 - 4.1. Missões de combate (combinadas, ou não, c/ SA5G - “*Loyal Wingman*”);
 - 4.2. Missões de “*Red-Air*”;
 - 4.3. Missões de Treino avançado;
 - 4.4. Missões do Sistema de Defesa Aérea Nacional;
 - 4.5. Outras missões (opcional);

5. Considerando o Ambiente Operacional Futuro, no âmbito de operações NATO, poderão haver ainda oportunidades de integração do SA F-16 MLU nessas operações?

Parte 3

6. Considera sustentável, nas vertentes económica, pessoal e infraestruturas, da utilização do SA F-16 MLU em simultâneo com um SA5G?

7. Qual a adequabilidade das seguintes soluções no sentido de atenuar o peso da utilização do SA F-16 MLU pela FA:
 - 7.1. Parcerias com Indústrias de Defesa Nacionais (e.g. OGMA);
 - 7.2. Partilha de serviços através de iniciativas como a *Smart Defense* da NATO ou o *Pooling and Sharing* da EDA (e.g. serviços de “*Red-Air*” e/ou Treino avançado);
 - 7.3. Alienação parcial da frota F-16;

8. Observações ou comentários que queira acrescentar:



Apêndice D — Matriz de respostas às entrevistas semiestruturadas FA

Pergunta	Participante	Elementos(s)	Excerto(s)
1. Do ponto de vista da sustentabilidade, quais são os desafios para manter o SA F-16 MLU operacional para além de 2030?	BGen Salvada	aumento custos de sustentação; obsolescência; equipamentos descontinuados	- “do ponto de vista operacional começarão a existir algumas dificuldades, bem como desafios económicos e tecnológicos com a sua utilização” - “obsolescência de alguns equipamentos cujas linhas de suporte serão descontinuadas”
	Cor Pereira	consumo superior à regeneração; motor elemento crítico	- “O investimento em manutenção (sustentação) de célula (que inclui todos os sistemas) e particularmente do motor exigem um financiamento anual, contínuo, que não se tem verificado, pelo que a frota tem vindo a consumir o seu potencial ao longo dos anos” - “motores são o elemento mais crítico, com um potencial por módulos (que têm de ser regenerados a cada x horas/ciclos/tempo) de cerca de 1/4 (AGO18)”
	Cor Gaiolas	obsolescência	- “grande risco de obsolescência de componentes”
	Maj Pais	dependência dos fabricantes; atualizações forçadas por via da obsolescência	- “sistema de sistemas, depende da existência de capacidade doméstica de reparação ou de uma linha contínua de abastecimento de peças por parte dos fabricantes” - “interesse económico em vender e suportar a operação dos seus produtos mais recentes. São exemplo desta limitação os componentes do radar, o (A)IFF, o RWR, o Jammer, o JHMCS, MIDS-LVT entre outros”
2. Do ponto de vista dos requisitos, quais são os desafios de forma a manter o SA F-16 MLU operacionalmente relevante para além de 2030?	BGen Salvada	relevância depende da modernização; capacidade de integração e sobrevivência; redução gradual da relevância; risco isolamento tecnológico, científico e tático	- “O sistema de armas F-16 será relevante para as futuras operações com aeronaves de quinta geração, mantendo a modernização constante da plataforma com equipamentos que possibilitem integração, sobrevivência” - “uma gradual redução de importância nas missões, com o desempenho de funções de apoio” - “possível risco de ficar isolado ao nível de tecnologia, conhecimento científico e tático dentro de alguns anos”



Reorientação da Missão do F-16 MLU no contexto da 5.^a Geração

Pergunta	Participante	Elementos(s)	Excerto(s)
	Cor Pereira	aproveitamento integral do S2; aproximação à <i>viper configuration</i>	- “O que se pode fazer nesta década é tentar tirar o máximo partido das capacidades do F-16 MLU S1.1/S2 no máximo da capacidade, adquirindo os sistemas/armamento necessários: (...) - "...existem muitas outras capacidades disponíveis para atualizar o F-16 MLU (...), até chegar à VIPER configuration...”
	Cor Gaiolas	inadequado face ao potencial adversário; interoperabilidade em causa; funções de segundo plano	- “de inadequabilidade operacional face à evolução dos sistemas de armas dos nossos potenciais adversários” - “dificuldade em manter um grau aceitável de interoperabilidade com os nossos principais parceiros da Aliança Atlântica, que migrarão para conceitos integrados de quinta geração durante a segunda década do séc XXI, relegando para segundo plano todas as restantes plataformas que não disponham de capacidades semelhantes.”
	Maj Pais	interoperabilidade e sobrevivência são fundamentais; comunicações cripto; armamento de precisão; deteção de ameaças; contramedidas eletrónicas	- “fundamental é manter a plataforma interoperável (em termos de redes de comunicações de dados e voz) ao mesmo tempo que taticamente relevante e com capacidade de sobrevivência” - “A inter-operabilidade irá assentar em sistemas de comunicação recentes, com criptografia moderna” - “a sua relevância passará pela capacidade levar e empregar armamento de precisão” - “será necessário uma capacidade de deteção de ameaças moderna (RWR/MWS), que permita geolocalização das mesmas e evitar a zona da ameaça ou penetrá-la com o auxílio de um pod de empastelamento RF (DRFM)”
3. Considera pertinente a reorientação das missões atribuídas ao SA F-16 MLU ao	BGen Salvada	possível com modernização; garantir interoperabilidade e integração	- “o F-16 poderá desempenhar algumas missões quando envolvido em operações com aeronaves de quinta geração, sendo necessário modernizar alguns equipamentos para garantir a integração e interoperabilidade com estas plataformas, nomeadamente ao nível de sistemas de comunicação”



Reorientação da Missão do F-16 MLU no contexto da 5.^a Geração

Pergunta	Participante	Elementos(s)	Excerto(s)
invés da sua alienação?	Cor Pereira	custos e pessoal invalidam as 2 frotas em simultâneo	- “Em termos teóricos sim, em termos práticos não. (...) [sim] como algumas missões operacionais onde não fosse necessário um SA de 5 ^a G (...) não, pq só as grande potencias é que se podem dar ao luxo de manterem, em simultâneo, um Sa de 4 ^a G (em alguns casos 4G+) e de 5 ^a G, face aos custos associados e pessoal necessários”
	Cor Gaiolas	resposta complexa e essencialmente financeira	- “resposta a esta pergunta será extremamente complexa, dependendo da evolução do conceito de sustentação logística associado a este sistema de armas, bem como da viabilidade financeira de tão importante decisão.”
	Maj Pais	possível; desafio logístico e financeiro	- “Sim, considero. Será obviamente um desafio logístico e financeiro a manutenção de dois SA em simultâneo, mas há “espaço” para uma operação simbiótica dos dois SA.”
4.1. Adequabilidade para missões de combate (combinadas, ou não, c/ SA5G - “Loyal Wingman”);	BGen Salvada	adequada com modernização	- “Possível desde que atualizados alguns equipamentos”
	Cor Pereira	adequado; 4 ^a G. será ainda maioria; 4 ^a G usada como 2 ^a ou 3 ^a linha, não integrada c/ 5 ^a G.	- “Perfeitamente adequado como aliás se irá ver na próxima década, em que pelo n ^o de plataformas de 5 ^a G terão de ser complementadas com as 4 ^a G, que são e serão, ainda por muitos anos, a maioria.” - “com exceção das grandes potencias que manterão as duas e que não terão problemas de compatibilidade e releasability, os países que mantiverem a 4 ^a G serão usados como segundas e terceiras linhas mas não integrados com a 5 ^a G”
	Cor Vicente	adequada	- “existem uma panóplia de missões que podem continuar a ser executadas pelo MLU, (...) Entre elas, o MLU pode continuar a fazer QRA nacional, treino (Red Air e avançado) e inúmeras missões do SFN.”
	Cor Gaiolas	adequada; "loyal wingman" não adequada	- “adequabilidade poderá ser elevada, mas os desafios tecnológicos associados à alteração de toda a arquitetura de programação (da versão de F-16M nacional) deverá implicitamente inviabilizar uma utilização no âmbito de programas de tipologia “Loyal Wingman”.”



Reorientação da Missão do F-16 MLU no contexto da 5.^a Geração

Pergunta	Participante	Elementos(s)	Excerto(s)
4.2. Adequabilidade para missões de “Red-Air”;	Maj Pais	adequada p/ sustentação do esforço de Guerra; ação conjugada 4.5 ^a G/5 ^a G multiplicadora de força; "loyal wingman" não adequada	- “limitações, especialmente nos primeiros dias de qualquer conflito, mas numa perspetiva de sustentação de esforço de guerra, as plataformas Gen 4+ serão muito necessárias como multiplicadores de força (em conjugação com outras plataformas mais avançadas Gen 5/6)” - “o conceito de Loyal Wingman não seria aplicável nesta situação, dado que o F-16M continuaria a ser uma plataforma manned e com capacidade de tomada de decisões a um nível tático com eventuais consequências de nível estratégico”
	BGen Salvada	adequada; dependente de avaliação económica	- “Possível, dependendo de avaliação económica face aos custos para manter a frota versus o retorno possível”
	Cor Pereira	adequada	- “Perfeitamente adequado. Tivemos já uma empresa americana interessada em adquirir parte dos nosso F-16 para Red Air.”
	Cor Vicente	adequada	- “existem uma panóplia de missões que podem continuar a ser executadas pelo MLU, (...) Entre elas, o MLU pode continuar a fazer QRA nacional, treino (Red Air e avançado) e inúmeras missões do SFN.”
	Cor Gaiolas	muito adequada; custos reduzidos face a 5 ^a G.	- “Este poderá ser um novo nicho de mercado a explorar, pois a plataforma adequa-se, na perfeição, à replicação de aeronaves adversárias de muito elevada performance e capacidade (velocidades supersónicas e exploração dos Blocos 3 / 4), a uma fração do custo da hora de voo das aeronaves de quinta geração.”
	Maj Pais	adequada; realidade nos EUA; necessidade crescente;	- “Já é uma realidade/necessidade nos dias que correm. A tendência inequívoca é de que esta necessidade seja amplificada à medida que mais operadores atinjam a sua FOC em SA de Gen 5 e concluem o phase out dos SA Gen 4/4+.”
4.3. Adequabilidade para missões de Treino avançado;	BGen Salvada	adequada com modernização	- “Possível, mas mais eficaz com a atualização alguns equipamentos.”
	Cor Pereira	adequada; dependente de avaliação económica	- “Claro, mas a que preço vs uma plataforma de treino pura como o TX ou M346, no médio, longo-prazo?”
	Cor Vicente	adequada	- “existem uma panóplia de missões que podem continuar a ser executadas pelo MLU, (...) Entre elas, o MLU pode continuar a fazer QRA nacional, treino (Red Air e avançado) e inúmeras missões do SFN.”



Reorientação da Missão do F-16 MLU no contexto da 5.^a Geração

Pergunta	Participante	Elementos(s)	Excerto(s)
	Cor Gaiolas	adequada com modernização	- “Num cenário de exploração de sistemas de armas de quinta geração, o sistema de armas F-16M poderá, caso seja alvo de evoluções tecnológicas parcelares, ser uma alternativa viável à aquisição de sistemas de armas alternativos, específicos para esta função.”
	Maj Pais	adequada, em acumulação, na falta de plataforma específica de treino	- “A manutenção de uma SA F-16M para treino avançado faria sentido se não houvesse outra plataforma disponível (mais moderna e fácil de sustentar) e se ao mesmo tempo acumulasse a missão de Defesa Aérea (QRA (I)) para a qual o sistema de comunicações/navegação/Guerra eletrônica/sensores e armamento continuaria perfeitamente adequado.”
4.4. Adequabilidade para missões do Sistema de Defesa Aérea Nacional;	BGen Salvada	limitada	- “Limitada.”
	Cor Pereira	N/A	N/A
	Cor Vicente	adequada	- “existem uma panóplia de missões que podem continuar a ser executadas pelo MLU, (...) Entre elas, o MLU pode continuar a fazer QRA nacional, treino (Red Air e avançado) e inúmeras missões do SFN.”
	Cor Gaiolas	adequada; otimização de recursos	- “As missões do Sistema de Defesa Aérea Nacional poderiam também ser asseguradas por este sistema de armas, evitando a cativação de recursos de quinta geração para alertas no solo ou missões de menor exigência tecnológica;”
	Maj Pais	adequada; otimização de recursos	- “Sendo uma missão de baixos requisitos operacionais em termos tecnológicos (QRA(I) em tempo de paz), seria uma boa forma de utilizar as capacidades de um envelhecido SA F-16M, ao mesmo tempo que reduziria as necessidades de tripulantes e horas de voo (<regime de esforço) para o SA Gen 5”
5. Considerando o Ambiente Operacional Futuro, no âmbito de operações NATO, poderão haver ainda oportunidades de integração do SA F-16 MLU nessas operações?	BGen Salvada	muito limitadas sem modernização	- “Muitas limitadas caso a frota não sofra uma atualização relevante”
	Cor Pereira	Adequada mas só funções de 2 ^a /3 ^a linha	- “Show of force, baixo risco, 2 ^a e 3 ^a linha, na fase me que já não há ameaça aérea – manter presença, CAS/TST...”
	Cor Vicente	adequada	- “existem uma panóplia de missões que podem continuar a ser executadas pelo MLU, (...) Entre elas, o MLU pode continuar a fazer QRA nacional, treino (Red Air e avançado) e inúmeras missões do SFN.”
	Cor Gaiolas	adequada apenas em missões ambiente permissivo	- “Nas operações de policiamento aéreo, tipicamente a resposta será sempre positiva. Contudo, em missões de combate ofensivo (especialmente em cenários A2AD ou similares), o sistema de armas F-16M estará complementemente obsoleto e



Reorientação da Missão do F-16 MLU no contexto da 5.^a Geração

Pergunta	Participante	Elementos(s)	Excerto(s)
			incapaz de cabalmente (sem risco intolerável para as tripulações) cumprir as missões que lhe forem confiadas.”
	Maj Pais	adequada mediante capacidade comunicação e sobrevivência	- “Desde que o F-16M consiga comunicar (dados e voz; criptografia), não comprometer a sua sobrevivência ou a dos outros participantes e ao mesmo tempo acrescentar capacidade de combate (payload de precisão/standoff), o F-16M será sempre um valor acrescentado ao Esforço de Guerra”
6. Considera sustentável, nas vertentes económica, pessoal e infraestruturas, a utilização do SA F-16 MLU em simultâneo com um SA5G?	BGen Salvada	poderá ser adequado, conveniente e sustentável	- “Durante a transição para um sistema SA5G poderá ser adequado e conveniente e sustentável a sua complementaridade.”
	Cor Pereira	custos e pessoal invalidam as 2 frotas em simultâneo; exemplo EPAF	- “Tal como já dito atrás, não para PRT (como para a maioria dos países – veja-se os EPAF!)”
	Cor Gaiolas	viável aplicando F-16 em missões c/ retorno financeiro; poupanças na execução de missões menos exigentes face à 5 ^a G	- “Apenas poderá ser viável num cenário de execução de missões com retorno financeiro (direto ou indireto) para a Força Aérea, nomeadamente na prestação de serviços externos de Red Air e inclusão de alunos externos na componente de instrução avançada.” - “O cálculo de viabilidade financeira deverá ainda ter em conta as poupanças geradas pela execução de missões de menos relevância operacional, face ao enorme esforço que seria necessário canalizar no caso de utilização exclusiva de um sistema de armas de quinta geração.”
	Maj Pais	exemplo EPAF; custos e pessoal dificultam as 2 frotas em simultâneo	- “comparando com outras FA semelhantes à nossa (RDAF/BAF/RNAF), as conclusões deles é que só iriam manter o SA F-16M durante o período de transição enquanto o F-35 não atingisse FOC. Estamos a falar de FA com capacidade logística e financeira mais robusta do que a nossa e mesmo assim, a perspetiva de sustentação simultânea de dois SA tecnologicamente avançados perspectiva-se muito onerosa em termos de pessoal/infra e cadeia logística”
7.1. Adequabilidade para parcerias com Indústrias de Defesa	BGen Salvada	adequada; libertação de recursos orgânicos para o SA 5 ^a G	- “Possível na assunção destas terem capacidade e interesse de assumir parte da manutenção do SA F-16 MLU libertando recursos orgânicos da FA para dedicar ao SA5G.”



Reorientação da Missão do F-16 MLU no contexto da 5.^a Geração

Pergunta	Participante	Elementos(s)	Excerto(s)
Nacionais (e.g. OGMA);	Cor Pereira	improvável	- “Não creio que possa existir.”
	Cor Gaiolas	adequada; aceitação social e política	- “Muito adequado e com um potencial de aceitação social e político muito elevado.”
	Maj Pais	N/A	N/A
7.2. Adequabilidade para partilha de serviços através de iniciativas como a Smart Defense da NATO ou o Pooling and Sharing da EDA (e.g. serviços de “Red-Air” e/ou Treino avançado);	BGen Salvada	adequada	- “Será possível a partilha de stocks ao nível da logística e também no âmbito de treino avançado.”
	Cor Pereira	possível, mas desadequada face à ambição da FA	- “Estes “serviços” são necessários na NATO/Europa... mas para um país como PRT enveredar por este caminho, seria aceitar que assumíamos “apenas” o QRA nacional e passaríamos a ser uma training tool para os outros (como forma de nos autossustentarmos...). É isso que queremos? Penso que não!”
	Cor Gaiolas	muito adequada	- “Muito adequado (exploração, por exemplo do sistema ATARES como moeda de troca destes serviços)”
	Maj Pais	adequada; red-air já explorado nos EUA e na Europa; exige capacidade de projeção durante longos períodos	- “dentro de 10 anos, já haverá muitas FA na Europa com SA de Gen 5 e que não têm outros SA de Gen4/4+. Isso sem dúvida que cria um mercado de outsourcing de Red Air (já a ser explorado nos USA e parcialmente na Europa). Essa missão poderia ajudar a financiar a sustentação da frota, mas exigiria a capacidade de projeção da mesma (máquinas/pilotos/mecânicos) durante longos períodos do ano”
7.3. Adequabilidade para alienação parcial da frota F-16;	BGen Salvada	muito adequada; implica configuração modernizada	- “Durante a transição para um SA5G fará todo o sentido a alienação parcial da frota, mas apenas poderá ter sucesso se a configuração do avião no momento da alienação ainda for relevante do ponto de vista operacional.”
	Cor Pereira	adequado, mas poderia ir mais longe: alienação total e passagem definitiva p/ 5 ^a G	- “Um plano ganhador seria alienar todos os F-16 (enquanto ainda valem alguma coisa), como tivemos hipótese com os Romanos e ir com isto buscar ~1/3 do investimento requerido para a substituição pela 5 ^a G. (...) isto implicava um comprometimento efetivo com a 5 ^a G”
	Cor Gaiolas	muito adequada; focada nos PAII	- “Muito adequada, especialmente a frota <i>Peace Atlantis II</i> , com menor potencial remanescente.”



Reorientação da Missão do F-16 MLU no contexto da 5.^a Geração

Pergunta	Participante	Elementos(s)	Excerto(s)
	Maj Pais	adequada; depende da ambição e missões atribuídas	- “Será obviamente uma possibilidade a explorar e com expressão financeira imediata, mas cuja exequibilidade dependerá do nível de ambição e das missões que serão atribuídas ao SA.”