

**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR**

**2012/2013**



**TII**

**A ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO E EXPLORAÇÃO DE  
*UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS*  
NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUENCIA  
DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR,  
NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DAS FORÇAS ARMADAS  
PORTUGUESAS E DA GUARDA NACIONAL REPUBLICANA.**



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**A ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO E EXPLORAÇÃO  
DE *UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS*  
NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

**Cap/PilAv Joel Pais**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS FA 12/13

Pedrouços 2013



**INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES**

**A ESTRATÉGIA DE IMPLEMENTAÇÃO E EXPLORAÇÃO  
DE *UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS*  
NA FORÇA AÉREA PORTUGUESA**

**Cap/PilAv Joel Pais**

Trabalho de Investigação Individual do CPOS FA 12/13

ORIENTADOR: TCor/PilAv João Paulo Nunes Vicente

Pedrouços 2013



## **Agradecimentos**

Uma palavra de agradecimento aos TCOR Diniz, Gomes e Morgado pela disponibilidade revelada. O tempo dedicado à colaboração com esta investigação proporcionou uma melhor compreensão da problemática e facilitou a elaboração dos modelos de exploração e implementação.

Agradeço também ao MAJ Farinha e ao TEN Machado pela prontidão do aconselhamento técnico que permitiu validar e fortalecer alguns pontos desta investigação.

Um agradecimento especial ao meu orientador TCOR Vicente pelo auxílio prestado na estruturação do modelo da investigação, pelas incansáveis sessões de esclarecimento e pela prontidão das correções.

Agradeço também à Joana Matos pela paciência e compreensão reveladas durante os meses de elaboração deste trabalho, em que várias vezes vimos as nossas horas de contato serem convertidas em horas de não contato do TII.



## Índice

Introdução.....	1
1. UAS no contexto da Segurança e Defesa nacionais .....	4
a. Conceito UAS.....	4
b. Estratégia Nacional.....	7
c. Valor Operacional UAS.....	9
2. A exploração do produto operacional.....	11
a. Desafios nacionais .....	12
(1) C2 centralizado.....	12
(2) Uso dual dos UAS .....	12
(3) Capacidade expedicionária.....	13
b. Modelo de Exploração.....	13
(1) Ordem de missão ou <i>tasking</i> . .....	14
(2) Planeamento. ....	15
(3) Execução. ....	16
(4) Processamento e Exploração.....	16
(5) Disseminação.....	18
3. A implementação da capacidade UAS.....	20
a. Doutrina .....	21
b. Organização .....	21
c. Liderança .....	21
d. Material.....	22
e. Infraestruturas .....	24
f. Interoperabilidade .....	24
g. Integração em rede.....	25
h. Recursos Humanos e treino .....	26
Conclusões.....	29
Bibliografia.....	34



## **Índice de Anexos**

Anexo A - Modelo análise.....	A-1
Anexo B - Entrevista Ten Machado .....	B-1
Anexo C - Entrevista Maj Farinha.....	C-1
Anexo D - <i>Roadmap</i> UAS .....	D-1
Anexo E - Cenários utilização UAS .....	E-1

## **Índice Figuras**

Figura nº 1 - Componentes UAS .....	4
Figura nº 2 - Excertos do CEDN .....	7
Figura nº 3 - Espaço de interesse nacional .....	10
Figura nº 4 - Ciclo de reconhecimento e vigilância.....	13
Figura nº 5 - Direção e coordenação do UAS .....	15
Figura nº 6 - Convergência de configuração de sensores .....	17
Figura nº 7 - Processo de disseminação centralizado no CA.....	18
Figura nº 8 - Disseminação descentralizada .....	19
Figura nº 10 - Cobertura da rede comunicação .....	25
Figura nº 11 - <i>Roadmap</i> tentativo.....	D-1

## **Índice Tabelas**

Tabela nº 1 - Categorias dos UAV .....	5
Tabela nº 2 - Comparação custos aquisição e operação .....	8
Tabela nº 3 - Prioridades vigilância e fiscalização. ....	10
Tabela nº 4 - Relações de C2 de UAS .....	14
Tabela nº 5 - Definições das linhas de desenvolvimento de uma capacidade .....	20
Tabela nº 6 - Características dos UAS .....	23



## Resumo

Na impossibilidade de nos alhearmos da enorme expansão que o uso de aeronaves não tripuladas está a sofrer a nível mundial, surge com naturalidade o desejo de inclusão das capacidades proporcionadas por esta tecnologia no panorama nacional. A FAP, como líder das atividades aeronáuticas militares, reclama a si a competência para operar e explorar esta capacidade. Este trabalho de investigação procura assim definir uma estratégia de exploração e implementação de uma capacidade *Unmanned Aircraft System* (UAS) na FAP.

A estruturação da investigação obedeceu ao método hipotético-dedutivo proposto por Quivy e Campenhoudt.

O trabalho encontra-se dividido em três capítulos.

No primeiro é feita uma abordagem inicial aos UAS. São apresentadas as suas principais características, vantagens e limitações relativamente às plataformas tripuladas. Após esta caracterização, é feito um cruzamento com o novo Conceito Estratégico de Defesa Nacional (2013) no sentido de perceber de que forma uma capacidade UAS converge com os desígnios, missões e capacidades que o novo Conceito Estratégico augura para as Forças Armadas portuguesas.

No segundo capítulo são usadas as cinco fases do ciclo de reconhecimento e vigilância para sistematizar a elaboração do modelo de exploração da capacidade UAS pela FAP. Esta exploração visa obter um produto operacional que sirva a vários beneficiários além da FAP, uma verdadeira capacidade nacional.

No terceiro capítulo recorre-se ao método genérico de implementação de capacidades DOTMPLII para auxiliar no desenho do modelo de implementação da capacidade UAS adaptado à FAP e à obtenção do produto operacional descrito no capítulo dois.

Dos principais resultados obtidos podemos referir a necessidade de ligar eficazmente os centros de comando das entidades apoiadas à entidade operadora, que é vital para permitir uma utilização flexível dos UAS e uma atempada disseminação do produto operacional obtido.



## **Abstract**

It's impossible to deny the huge expansion that the use of unmanned aircraft is undergoing worldwide. The desire to include the capabilities provided by this technology in the national scene arises naturally. The Portuguese Air Force, as the leader of the military aeronautical activities, calls to herself the aptitude to operate and exploit this capability. This research thus seeks to define an exploration and implementation strategy for an Unmanned Aircraft System capability in PoAF.

The research structure followed the hypothetical-deductive method proposed by Quivy and Campenhoudt.

The work developed is divided into three section.

The first section constitutes an initial approach to UAS. Their main characteristics, advantages and limitations compared to manned platforms are presented. After this characterization, the study of the new Strategic Concept of National Defense (2013) is integrated to understand how a UAS capability converges with the intentions, missions and capabilities that the new Strategic Concept prefigure for the Portuguese Armed Forces.

In the second section, the five stages of the reconnaissance and surveillance cycle are used to systematize the development of the UAS exploration model by PoAF. This exploration model seeks to obtain a product that serves multiple operating beneficiaries beyond PoAF, a true national capacity.

The third chapter uses the DOTMPLII method of implementing generic capabilities to assist in the drawing of the implementation model adapted to PoAF and to the process of obtaining the operational product described in section two.

One of the main results of this investigation is the need to link effectively the command centers of the supported entities to the operating entity, which is vital to allow a flexible use of UAS and timely dissemination of the operational product obtained.



## **Palavras-chave**

UAS, implementação, exploração, CEDN, rede, C2, FAP, produto operacional, entidade apoiada, disseminação.



## Lista de Abreviaturas

AIS	<i>Automatic Identification System</i>
BLOS	<i>Beyond Line of Sight</i>
C2	Comando e Controlo
CA	Comando Aéreo
CAOC	<i>Combined Air Operations Center</i>
CEDN	Conceito Estratégico de Defesa Nacional
CeRVi	Centro de Reconhecimento e Vigilância
CFT	Comando das Forças Terrestres
CN	Comando Naval
COC	Comando Operacional Conjunto
DEP	Departamento de Engenharia e Programas
DCSI	Direção de Comunicações e Sistemas de Informação
EMFA	Estado Maior da Força Aérea
EO	Eletro-ótico
EPC	Extensão da Plataforma Continental
EUA	Estados Unidos da América
FAP	Força Aérea Portuguesa
FFAA	Forças Armadas
FFSS	Forças e Serviços de Segurança
FIR	<i>Flight Information Region</i>
GCS	<i>Ground Control Station</i>
H	Hipótese
IDN	Instituto de Defesa Nacional
IESM	Instituto de Estudos Superiores Militares
IR	<i>Infra Red</i>



ISTAR	<i>Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance</i>
JAPCC	<i>Joint Air Power Competence Center</i>
JFACC	<i>Joint Force Air Component Commander</i>
LOS	<i>Line of Sight</i>
LRGCS	<i>Launch and Recovery Ground Control Station</i>
MDN	Ministério da Defesa Nacional
MIP	Missões de Interesse Público
MN	Milhas Náuticas
MTI	<i>Moving Target Indicator</i>
NATO	<i>North Atlantic Treaty Organisation</i>
PC	Pergunta Central
PD	Pergunta Derivada
PITVANT	Projeto de Investigação em Veículos Aéreos Não Tripulados
SAR	<i>Synthetic Aperture Radar</i>
STANAG	(NATO) <i>Standardization Agreement</i>
TACOM	<i>Tactical Comand</i>
TACON	<i>Tactical Control</i>
TCDL	<i>Tactical Common Data Link</i>
UA	Unidade Aérea
UAS	<i>Unmanned Aircraft System</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
UK	<i>United Kingdom</i> (Reino Unido)
ZEE	Zona Económica Exclusiva



## Introdução

As Forças Armadas (FFAA) têm listado no Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN) as capacidades de que se devem dotar para poderem materializar o seu contributo para a Defesa Nacional. Do rol listado, salientam-se conceitos como: “vigilância e controlo”, “fiscalização”, “busca e salvamento”, “apoio à proteção civil e populações”.

Para conseguir atingir estas capacidades, a Força Aérea Portuguesa (FAP) tem vindo a equipar as suas esquadras de voo com aeronaves tripuladas, mantendo um esforço constante de atualização e sofisticação dos seus sistemas. Não obstante todas as modernizações, existem sempre limitações ao uso das capacidades, sejam de carácter técnico, operacional ou económico.

Os avanços da tecnologia nos campos da aeronáutica, robótica e comunicações permitiram criar sistemas aéreos não tripulados (*Unmanned Aircraft Systems* - UAS) que conseguem reunir algumas das capacidades supra referidas de forma semelhante à dos meios tripulados e que comparativamente apresentam algumas vantagens, mas também limitações.

A edificação de uma capacidade UAS nacional traria um acréscimo das capacidades atuais não só da FAP como operador/beneficiário desta capacidade, mas também dos outros ramos das FFAA, das Forças e Serviços de Segurança (FFSS) ou entidades civis como beneficiários do produto operacional deste sistema.

A FAP já manifestou a pretensão de adquirir uma capacidade UAS e plasmou recentemente a sua visão estratégica para a utilização destes sistemas (EMFA, 2013). Existem também muitos estudos feitos a nível nacional e alguma doutrina proveniente de organizações como a *North Atlantic Treaty Organisation* (NATO) ou das forças aéreas de países que já são utilizadores de UAS (Ex. Estados Unidos da América, (EUA), e Bélgica).

Tendo em consideração este contexto, esta investigação tem como objetivo contribuir para a definição de um modelo de exploração e implementação de uma capacidade UAS na FAP. Tentará por um lado dar um maior detalhe e concretização à visão estratégica da FAP e, por outro, fornecer uma análise crítica da mesma.

Dadas as limitações de tempo e espaço, o produto do UAS será delimitado à capacidade basilar *Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance* (ISTAR)<sup>1</sup>. A utilização de UAS de combate, apesar de ser um setor em grande

---

<sup>1</sup> ISTAR é uma capacidade militar que produz e distribui dados e Informações aos decisores a todos os níveis, em suporte de planeamentos ou conduta de operações. Ao nível mais tático pode passar por indivíduos a reportarem o que vêem, enquanto a um nível estratégico envolve a recolha, análise e disseminação de um



desenvolvimento, foi excluída do âmbito deste trabalho por se entender que seria pouco aplicável à realidade portuguesa no curto/médio prazo. É também de salientar que o resultado desta investigação estará mais orientado para os aspetos estruturais e operacionais da capacidade UAS do que a sua componente de aquisição ou desenvolvimento.

Para auxiliar no cumprimento do objetivo geral, três objetivos específicos foram delineados:

(1) Definir a adequabilidade duma capacidade UAS no novo CEDN.

(2) Definir a forma de explorar a capacidade UAS da FAP de modo a permitir uma utilização flexível do produto operacional em ambientes conjuntos, combinados e em apoio a FFSS ou outras entidades civis de interesse nacional.

(3) Descrever o modelo de implementação da capacidade UAS na FAP de modo a cumprir o papel definido no objetivo específico (1).

Com o propósito de auxiliar e validar o trabalho de investigação seguiu-se a metodologia proposta por Quivy e Campenhoudt (1998). Neste sentido, e para conseguir orientar este processo escolheu-se a seguinte pergunta central (PC):

**Qual o modelo mais adequado para explorar e implementar uma capacidade UAS na FAP tendo em conta a otimização do produto operacional disponibilizado?**

Para possibilitar, de uma forma analítica, responder à PC, elaboraram-se as seguintes perguntas derivadas (PD):

PD1: Qual o cabimento duma capacidade UAS no contexto do novo CEDN?

PD2: Como deverá ser explorado o produto operacional de uma capacidade UAS na FAP?

PD3: Qual deverá ser o modelo de implementação da capacidade UAS na FAP?

O modelo de análise desenvolvido e apresentado em Anexo A assenta nos conceitos: Defesa e Segurança Nacional; Produto Operacional; Exploração; Implementação; Capacidade UAS.

O relacionamento dos conceitos citados, nas suas múltiplas dimensões, permitiu o estabelecimento das seguintes hipóteses (H):

(H1) A existência de uma capacidade UAS ao serviço do país é justificada pelo atual CEDN.



(H2) O produto operacional de uma capacidade UAS da FAP deverá ser explorado por forma a otimizar a satisfação das necessidades das FFAA, das FFSS ou outras entidades civis de interesse nacional.

(H3) A FAP deverá implementar uma capacidade UAS flexível assente em diferentes tipologias, permitindo-lhe cumprir as suas missões e complementar as necessidades das outras forças militares, FFSS e entidades civis de interesse nacional.

Este trabalho está organizado em três capítulos, conforme se descrevem:

O primeiro capítulo faz uma abordagem inicial às capacidades dos UAS e ao *porquê* da integração dos mesmos na FAP.

O segundo capítulo debruça-se sobre a forma de explorar o produto operacional de uma capacidade UAS tendo em conta as várias fases do ciclo de Reconhecimento e Vigilância.

O terceiro capítulo aborda o processo de implementação da referida capacidade nas suas três vertentes: organização, material e pessoal.

No final será apresentada uma conclusão do trabalho onde constará uma retrospectiva das grandes linhas do procedimento utilizado, os contributos para o conhecimento e as recomendações às entidades competentes.

Os métodos de investigação consistiram na pesquisa bibliográfica e em entrevistas aos responsáveis pelos departamentos da FAP relacionados com a edificação de uma capacidade UAS.

## 1. UAS no contexto da Segurança e Defesa nacionais

Neste primeiro capítulo irá ser abordado o conceito de UAS: as suas principais características, capacidades e limitações. Será também feita uma análise dos conteúdos aplicáveis do novo CEDN. Por fim serão salientados os aspetos em que se conseguirá ir buscar um valor operacional acrescido com o uso de UAS.

### a. Conceito UAS

Um UAS é um sistema complexo, constituído por três grandes vetores que estão esquematizados na figura nº1. São estes o componente aéreo, o componente terrestre e a rede que permite por um lado ligar os componentes terrestre e aéreo, e por outro ligar este sistema ao beneficiário do produto operacional.

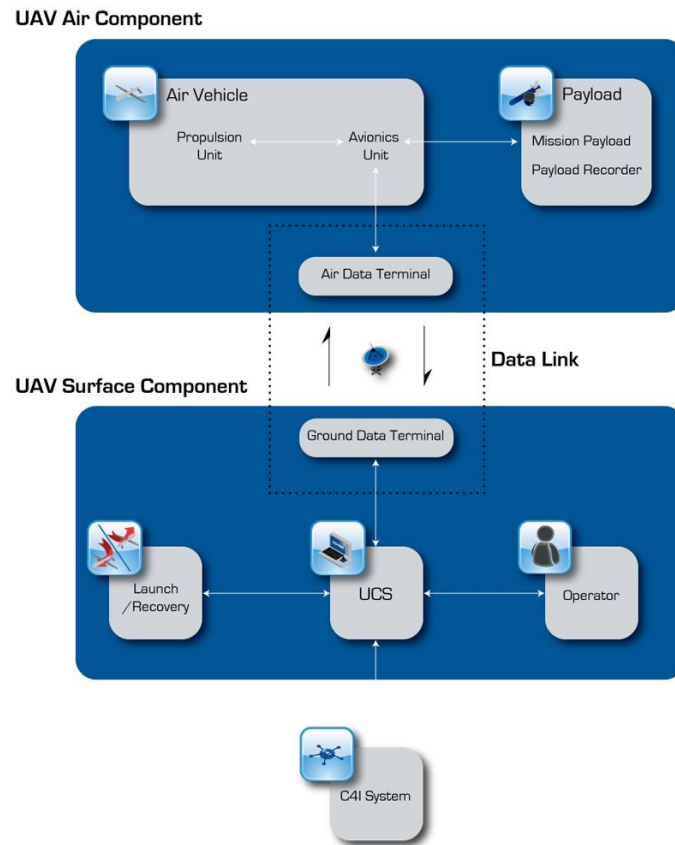


Figura nº 1- Componentes UAS

Fonte: (CDL Systems, 2013)

No componente aéreo, o *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) pode adotar diversas formas, pesos e tamanhos e são já muitas as classificações possíveis quanto a estas características. Por uma questão de uniformização com a nomenclatura NATO irá usar-se o definido na tabela nº1 pelo *Joint Air Power*



*Competence Center* (JAPCC), incidindo este trabalho nas Classes II e III. Entende-se excluir a Classe I por ser um UAV de pequenas dimensões, baixo custo de aquisição, fácil implementação e exploração, passível de ser facilmente utilizado a um nível tático pelos outros ramos das FFAA, FFSS e mesmo outras entidades civis de interesse nacional.

Tabela nº 1- Categorias dos UAV

Fonte: (JAPCC, 2010, p. 9)

Class	Category	Normal employment	Normal Operating Altitude	Normal Mission Radius	Primary Supported Commander	Example platform
CLASS I (less than 150 kg)	SMALL >20 kg	Tactical Unit (employs launch system)	Up to 5K ft AGL	50 km (LOS)	BN/Regt, BG	Luna, Hermes 90
	MINI 2-20 kg	Tactical Sub-unit (manual Launch)	Up to 3K ft AGL	25 km (LOS)	Coy/Sqn	Scan Eagle, Skylark, Raven, DH3, Aladin, Strix
	MICRO <2 kg	Tactical PI, Sect, Individual (single operator)	Up to 200 ft AGL	5 km (LOS)	PI, Sect	Black Widow
CLASS II (150 kg to 600 kg)	TACTICAL	Tactical Formation	Up to 10,000 ft AGL	200 km (LOS)	Bde Comd	Sperwer, Iview 250, Hermes 450, Aerostar, Ranger
CLASS III (more than 600 kg)	Strike/ Combat	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theatre COM	
	HALE	Strategic/National	Up to 65,000 ft	Unlimited (BLOS)	Theatre COM	Global Hawk
	MALE	Operational/Theatre	Up to 45,000 ft MSL	Unlimited (BLOS)	JTF COM	Predator B, Predator A, Heron, Heron TP, Hermes 900

No UAV estão incluídos todos os sistemas necessários para que a plataforma consiga ser aeronavegável e para que consiga manter uma ligação de dados à *Ground Control Station* (GCS) para efeitos de controlo, monitorização e



transmissão de dados dos sensores. Os sistemas variam significativamente consoante o seu grau de autonomia e adaptabilidade ao meio ambiente. É também no UAV que está localizado o *payload*. Este varia conforme a missão a desempenhar: numa missão de ISTAR, o *payload* será constituído por sensores (eletro-óticos (EO) no espectro visível e *infra red* (IR), radar, interrogadores de *Automatic Identification System* (AIS), etc); numa missão de combate, além de sensores, a aeronave também transportará armamento (bombas e mísseis); numa missão de relé de comunicações o único *payload* necessário será um retransmissor rádio.

O componente de terra será a parte deste sistema que opera a partir da superfície. Nele podem-se incluir a GCS com as suas consolas de missão; os sistemas de comunicações necessários para coordenar os voos no espaço aéreo e controlar os UAV; os equipamentos necessários para proceder à descolagem e aterragem dos UAV e todo o pessoal necessário ao aprontamento, manutenção e operação deste sistema.

O último vetor a referir é a rede de dados que funciona como uma cola que mantém este sistema agregado e que permite fazer a ponte bidirecional entre o operador e o UAV. Este *data link* tem suporte em duas tecnologias distintas de base: *Line of Sight* (LOS) e *Beyond Line of Sight* (BLOS). No caso de LOS, as distâncias envolvidas são limitadas ( $\approx 100\text{MN}$ ), dependendo da potência dos emissores e recetores envolvidos e sendo sempre preciso manter linha de vista entre o UAV e a GCS. No caso de BLOS, a comunicação sendo estabelecida por intermédio do vetor espacial não conhece limitações de distância. Contudo, o acesso à largura de banda necessária é um bem caro e gera dependências de contratos com países terceiros, possuidores de satélites de comunicações. Um aspeto importante a realçar relativamente às redes de comunicações é que devem permitir que os vários UAS sejam interoperáveis: por um lado não interfiram mutuamente em termos de controlo ou transmissão de dados e por outro que permitam criar modelos de cooperação entre os vários sistemas.

Após uma descrição sintética do conceito UAS, iremos perscrutar a legislação atual e avaliar qual o contributo que estes sistemas poderão dar para o cumprimento da estratégia nacional.



## b. Estratégia Nacional

Um dos documentos basilares em termos de política de defesa e segurança de Portugal é o CEDN (Resolução do Conselho de Ministros, 2013a). Esta última revisão em 2013 é justificada (entre outras) pelas diferenças significativas no panorama económico português e europeu, pelas mudanças no desenho do mapa das ameaças e pelas mudanças políticas relativamente à forma de fazer Defesa Cooperativa (*comprehensive approach* e *smart defense*). Neste documento estão definidas, entre outras, algumas das missões e capacidades previstas para as FFAA, conforme mostra a figura nº 2.

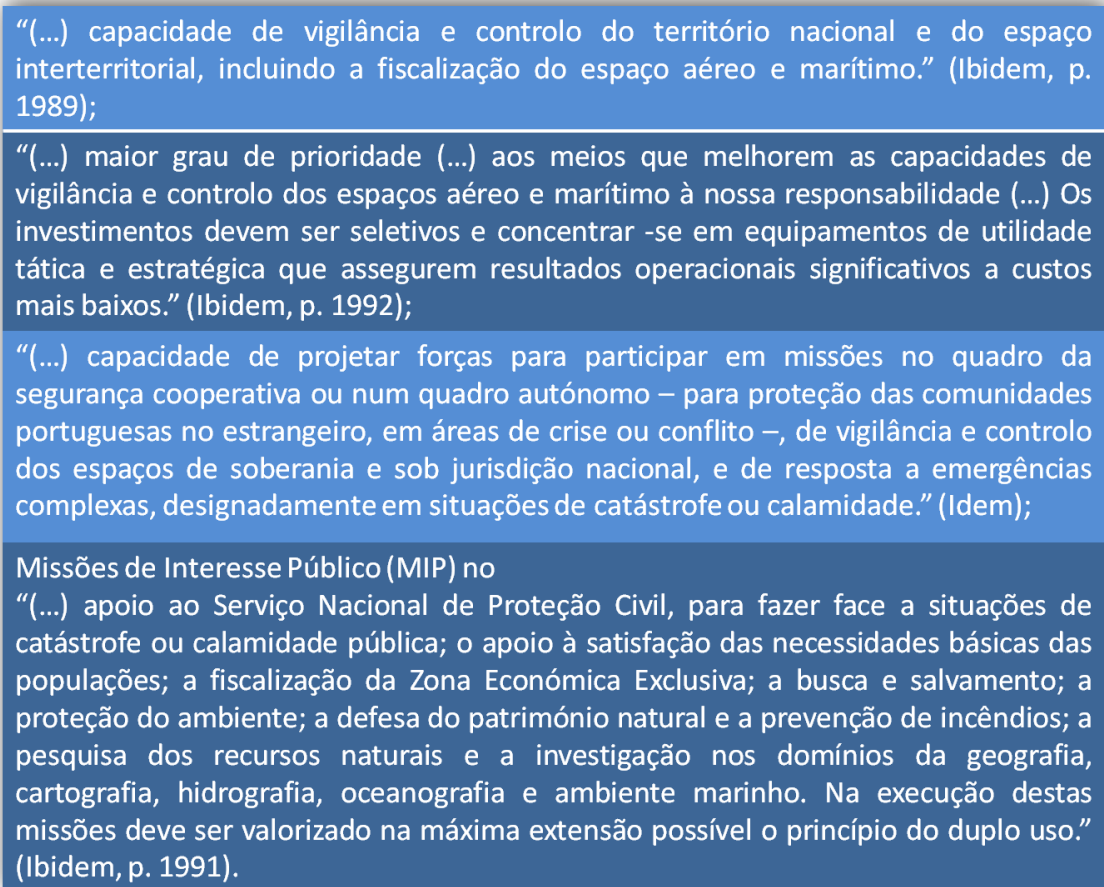


Figura nº 2 - Excertos do CEDN  
Fonte: (Resolução do Conselho de Ministros, 2013a)

As capacidades atualmente instaladas na FAP conseguem cobrir o leque alargado de requisitos que o CEDN impõe. Mas a verdadeira questão, não se encontra na possibilidade de conseguir ou não concretizar estas capacidades, mas sim em que medida (quantidade) é que elas se efetivam e a que custo para a nação. É nesta perspetiva que os UAS surgem como uma opção muito interessante, porque



dadas as suas características conseguem uma grande persistência (capacidade de permanecer longos períodos na zona de operações) e uma boa relação produto operacional/custo (Palmer, 2010, p. 3).

A persistência dos UAS tem na sua origem o fato dos UAV não estarem restritos a soluções de engenharia que contemplem o operador dentro do veículo. Assim, tipicamente os UAV têm *endurances* superiores às aeronaves tripuladas e velocidades de cruzeiro substancialmente mais pequenas. Poder-se-á dizer que um fator é substancialmente compensado pelo outro, dado que um UAV leva mais tempo a chegar, mas consegue estar mais tempo no destino, não saturando a tripulação com cansativas horas de voo em rota.

Tabela nº 2 - Comparação custos aquisição e operação

Fonte: (Foust &amp; Boyle, 2012, p. 4)

	"Unit" according to Selected Acquisition Report (SAR) <sup>a</sup>	APUC /"Unit" <sup>b</sup> (\$mm)	APUC /Aircraft (\$mm) <sup>c</sup>	Operations & Support Avg Annual Cost/Aircraft (\$K) <sup>d</sup>	Operations & Support Avg Annual Cost/Flying Hour/Aircraft (\$K) <sup>e</sup>	Base Year <sup>f</sup>
<b>Unmanned Aerial Systems</b>						
MQ-1 Predator	1 Combat Air Patrol (4 aircraft, sensors)	20.0 <sup>22</sup>	5.0	1,210.00 <sup>e</sup>	1.32 <sup>h</sup>	2010
MQ-1C Gray Eagle <sup>23</sup>	1 Platoon (4 aircraft, equipment/ payload)	106.49	26.62	7,960.00 <sup>i</sup>	---	2010
MQ-9 Reaper <sup>24</sup>	4 aircraft, equipment, personnel	25.93	6.48	2,988.00 <sup>j</sup>	3.25 <sup>k</sup>	2008
RQ-4 Global Hawk <sup>25</sup>	1 aircraft, equipment/ payload	103.04	103.04	--- <sup>l</sup>	31.12	2000
<b>Conventional Aircraft</b>						
F-15C	1 aircraft	27.9 <sup>26</sup>	27.9	7,861.11 <sup>m</sup>	25.69 <sup>n</sup>	1998
F-16C/D	1 aircraft	14.6 <sup>27</sup>	14.6	4,039.80 <sup>o</sup>	13.47 <sup>p</sup>	1998
F-22 <sup>28</sup>	1 aircraft	185.73	185.73	11,255.56 <sup>q</sup>	36.78 <sup>r</sup>	2005
F-35 <sup>29</sup>	1 aircraft	90.77	90.77	4,927.50 <sup>s</sup>	16.43 <sup>t</sup>	2002
A-10 Thunderbolt II <sup>30</sup>	1 aircraft	11.80	11.80	N/A	N/A	1994
AC-130H <sup>31</sup>	1 aircraft	110.00	110.00	N/A	N/A	2010
AH-64 Apache (Block III - 2014) <sup>32</sup>	1 aircraft	32.86	32.86	2,437.60	11.98 <sup>u</sup>	2010

No que respeita a custos, a tabela nº 2 consegue dar uma comparação entre plataformas tripuladas e UAS respeitante à aquisição e operação. A relação produto operacional/custo é superior em relação às aeronaves tripuladas porque as horas de



voo de uma frota passam maioritariamente a ser dedicadas a uso operacional versus horas dedicadas ao treino das tripulações (DoD, 2005, p. 69). O uso das GCS como plataformas de simulação e o aumento das capacidades de automatização e aprendizagem dos UAV contribuem para uma redução significativa do erro humano<sup>2</sup>. Por outro lado, retirando o operador do interior da aeronave, conseguem-se soluções com pesos e tamanhos substancialmente inferiores para as mesmas missões, o que resulta em maiores eficiências energéticas relativamente à mesma carga útil transportada.

Apesar das inegáveis vantagens, os UAS ainda apresentam algumas limitações: dificuldade de integração em espaço aéreo não segregado; pouca fiabilidade e resistência a interferências da rede de Comando e Controlo (C2) e transmissão de dados (Batalha, 2011, p. 9); dependência de sistemas de navegação como o *Global Positioning System*; pouca resistência a condições meteorológicas adversas. Estes fatores são resultado de uma tecnologia que se encontra em processo de amadurecimento, antevendo-se prazos para a resolução dos problemas iguais ou ainda menores do que os tipicamente utilizados nas plataformas tripuladas.

### **c. Valor Operacional UAS**

Voltando ao postulado no CEDN, relativamente às capacidades de vigilância e fiscalização, percebe-se agora qual a vantagem acrescida da utilização de um UAV para esta finalidade.

Uma capacidade UAS em Portugal já não é um conceito novo. O Sistema de Forças Nacional de 2007 e o decorrente Dispositivo de Forças de 2007 já contemplavam a sua edificação (EMFA, 2013, pp. 1-3). O próprio Conceito de Operações da FAP para Reconhecimento e Vigilância já contempla a inclusão de UAV para, de uma forma coordenada, poderem complementar a atividade dos meios já existentes (EMFA, 2012, pp. 5-2).

O esforço pedido a Portugal em termos de vigilância e fiscalização poderá parecer uma tarefa hercúlea, se tivermos em conta a dimensão do Espaço de Interesse Estratégico Nacional (Resolução do Conselho de Ministros, 2013a, p. 1985). Este espaço inclui além do território nacional e do espaço de circulação entre as parcelas do território, todo o espaço aéreo e marítimo sob responsabilidade

---

<sup>2</sup> 70% dos acidentes que envolvem perdas de aeronaves encontram a sua causa direta no erro humano (DoD, 2005, p. 69)

nacional (*Flight Information Region* (FIR), as águas territoriais, a zona económica exclusiva (ZEE) e a zona resultante da extensão da plataforma continental (EPC). Esta vasta área patente na figura nº 3 justifica o seu interesse tanto no âmbito da soberania nacional, como no âmbito da defesa cooperativa, dado que Portugal se encontra nas zonas de fronteira de organizações como a NATO ou a União Europeia.

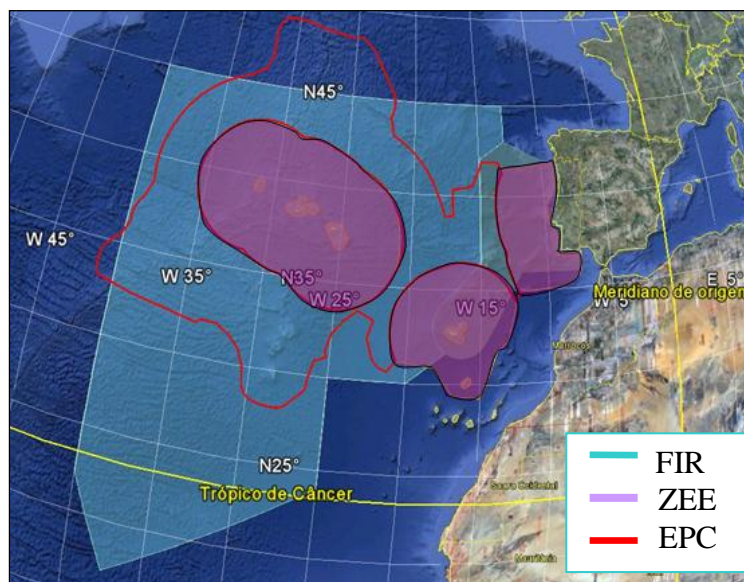


Figura nº 3- Espaço de interesse nacional  
Fonte: (EMFA, 2012, pp. 5-5)

Como seria de esperar, nem toda esta área tem o mesmo interesse em termos de vigilância e fiscalização com intuito económico, militar ou criminal. Assim, conseguem-se estabelecer as três prioridades para focalizar o esforço presentes na tabela nº 3:

**Tabela nº 3 - Prioridades vigilância e fiscalização.**

Fonte: adaptado (EMFA, 2012, pp. 5-7)

Prioridade 1	Áreas mais próximas da costa (até às 60 MN) onde a atividade marítima é mais intensa. Apesar de não constar no Conceito de Operações por questões legais e de jurisdição, é incontornável a inclusão do território nacional e das suas fronteiras para controlo de ameaças transnacionais (emigração ilegal, terrorismo, contrabando).
Prioridade 2	Área compreendida entre o limite exterior da prioridade 1 e as 200 MN ou o limite da ZEE, onde se espera uma atividade bastante inferior comparativamente à prioridade 1 e uma dimensão média dos alvos superior.
Prioridade 3	Todo o restante espaço de interesse nacional (aproximadamente entre as 200MN e as 350MN) não coberto pelas prioridades 1 e 2.



Além do referido anteriormente, surge também referido no CEDN (Resolução do Conselho de Ministros, 2013a, p. 1986) o interesse de Portugal por áreas além-fronteiras, cuja definição e priorização dependerá das políticas externas e das relações entre os atores das diversas organizações internacionais em que Portugal se insere. Neste âmbito, está identificada a necessidade de implementação de uma capacidade ISTAR que seja modular e projetável (IDN, 2013, p. 56). Esta capacidade seria utilizada em apoio das FFAA, quer em operações estritamente nacionais quer em operações combinadas realizadas num quadro de cooperação ao abrigo das alianças político-militares.

No contexto das MIP, sejam estas feitas em território nacional ou projetadas, são vários os contributos dos UAS relativamente à tipologia de missões (Patrício, 2011, p. 13): Controlo de tráfego rodoviário; Combate ao Narcotráfico; Controlo de Fronteiras; Operações Psicológicas; Apoio a Exercícios; Meteorologia/Oceanografia; Gestão do Apoio a Situações de Crise; Eficiência Agrícola, etc..

Após a análise efetuada e considerando as capacidades e limitações dos UAS e a forma como uma capacidade UAS pode contribuir para a implementação das diretivas apresentadas no novo CEDN, podemos validar a H1. Os UAS prestam-se para ações de ISTAR em áreas de interesse tão vastas como a portuguesa e, devido às suas características modulares, são uma valência que facilmente pode ser projetada se necessária a sua utilização noutras áreas de interesse conjuntural.

Conseguimos também responder à PD1, confirmando o cabimento da capacidade UAS no contexto do CEDN, na medida em que se considera desejável o uso de sistemas que permitam fazer uma cobertura de vigilância, reconhecimento ou designação de alvos sem as condicionantes de persistência, risco e de custo associadas às aeronaves tripuladas.

## **2. A exploração do produto operacional**

Após termos percebido o contexto que legitima a inclusão duma capacidade UAS ao serviço de Portugal, vamos focar este segundo capítulo na discussão do modelo de exploração destes sistemas de modo a otimizar o seu contributo para as FFAA, FFSS ou outras entidades de interesse nacional. A identificação do modelo de exploração vai permitir chegar no capítulo três à definição do modelo de implementação.



A discussão que se segue está inserida num contexto nacional de reestruturação de todo o dispositivo do Estado, em que a ênfase é colocada na simplificação de estruturas, diminuição de meios e simultaneamente no aumento de eficiência na utilização dos meios humanos e materiais. A satisfação de um pedido de produto operacional resulta da integração de dois fatores: a relevância da informação obtida e a capacidade de disseminá-la ao beneficiário correto, no tempo oportuno e no formato adequado.

**a. Desafios nacionais**

De acordo com os últimos estudos do Instituto de Defesa Nacional (IDN, 2013), e também plasmado na documentação oficial (programa de governo, diretivas ministeriais e CEDN), existe um grupo de características que são apontadas como sendo o rumo a seguir para uma ação eficaz e eficiente das FFAA: (1) maior centralização das estruturas de C2; (2) incremento do uso dual<sup>3</sup> dos meios militares; (3) fortalecimento da capacidade expedicionária capaz de satisfazer os compromissos internacionais em organizações como a NATO, União Europeia ou Organização das Nações Unidas.

Uma capacidade UAS consegue responder a estes três desafios:

**(1) C2 centralizado.**

Este é já uma tônica na utilização dos meios aéreos por parte da FAP. O Comando Aéreo (CA) surge como órgão responsável pela gestão e controlo das aeronaves, onde está centralizada toda a atividade operacional realizada pela FAP. Na área específica de operação de UAS em missões ISTAR o Centro de Reconhecimento e Vigilância (CeRVi) surge naturalmente como órgão gestor/consultivo desta capacidade.

**(2) Uso dual dos UAS**

Será também necessário criar mecanismos que flexibilizem a requisição e ativação deste meio em operações de carácter não militar ou mesmo em estreita colaboração com as FFSS e outros órgãos do Estado (à semelhança do que acontece com os meios tripulados). Neste contexto, as relações institucionais entre as FFAA e as FFSS ou outros órgãos do Estado seriam formalizadas através do Comando Operacional Conjunto (COC), (após delegação do Ministério da Defesa Nacional (MDN)). Igualmente importante para a viabilização do uso dual é a capacidade da FAP conseguir

---

<sup>3</sup> Refere-se à utilização dos meios e pessoal militar em missões de apoio a populações ou organizações civis (MIP).



fazer chegar ao sítio certo e em tempo útil o produto operacional do UAS. Para isso terá que criar uma rede de distribuição de dados que permita ligar o CA aos vários centros operacionais dos outros organismos com quem irá desenvolver missões.

### (3) Capacidade expedicionária.

Devido às características de modularidade e mobilidade dos UAS, a projeção de uma capacidade que seja adaptada aos fins propostos e que rapidamente chegue aos teatros onde é requisitada não se apresenta como um obstáculo. Contudo, é de realçar a necessidade de assegurar a existência e compatibilidade com os meios de transporte para a projeção e a existência de meios humanos e materiais que assegurem a sustentação da capacidade projetada durante períodos de tempo alargados.

Como mecanismo de compensação das reduções dos orçamentos disponibilizados para a gestão dos efetivos e dos equipamentos militares, será recomendável que o Estado faça uma aposta clara nos “multiplicadores de força” e nos “enablers”. É neste contexto que surge a utilização de uma capacidade UAS. Não numa lógica de ferramenta ao serviço de um ramo ou organização, mas sim como um multiplicador de força que permita fazer com menos pessoas e menor custo a mesma tarefa; ou então como um *enabler*, que permite realizar tarefas que até então não eram possíveis, ou que já o sendo, assistem a uma remodelação do seu conceito de operação.

#### b. Modelo de Exploração

Para detalhar e ajudar a sistematizar o modelo de exploração do produto operacional, este será dividido em 5 fases, conforme ilustra a figura nº 4 **Figura nº 4.**

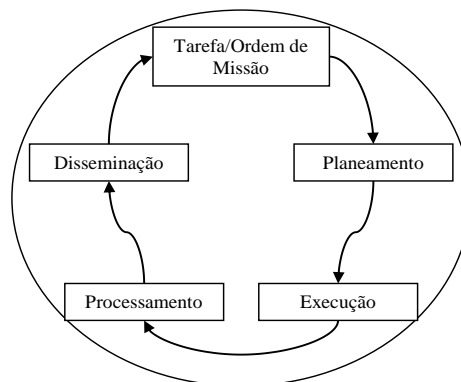


Figura nº 4- Ciclo de reconhecimento e vigilância  
Fonte: (EMFA, 2012, p. 2-5)



**(1) Ordem de missão ou *tasking*.**

Como é apanágio da utilização dos meios aéreos, devido às suas características de elevado alcance e flexibilidade, o comando é centralizado e a execução da tarefa descentralizada.

Em missões específicas da FAP, ou em apoio a outras entidades (ambiente nacional) o C2 seria do CA.

Em operações das FFAA (em Portugal ou no estrangeiro) será necessário que o Comando Operacional Conjunto (COC) se apresente como órgão integrador ou então que sejam criadas as redes necessárias (institucionais e físicas) entre os comandos operacionais das componentes das FFAA como sugerido no documento da reforma “Defesa 2020” (Resolução do Conselho de Ministros, 2013b, p. 2288). Este mecanismo permitirá agilizar a realização de operações conjuntas e por outro lado criar mais facilmente sinergias na realização de missões complexas que necessitem de meios pertencentes aos diferentes ramos das FFAA.

Em missões de coligação com forças internacionais, o C2 será transferido para o comandante das forças no teatro.

A tabela nº 4 resume as relações de C2 em função da tipologia de missões.

**Tabela nº 4- Relações de C2 de UAS**

<b>Comando e Controlo UAS</b>				
<b>Ambiente</b>	Nacional	Nacional	Destacado	Destacado
<b>Beneficiário</b>	FAP	FFAA /outros	FFAA	NATO/UE
<b>TACOM</b>	CA	CA (COC)	COC	JFACC
<b>TACON</b>	CA	CA	Comp. Aérea	CAOC/CRC

Relativamente ao *tasking*, as missões seriam coordenadas e aprovadas pelos Chefes dos ramos (ou entidade com essa competência delegada) para cumprimento das missões militares das FFAA. Para satisfazer pedidos de outras entidades de interesse nacional, estes seriam previamente autorizados e coordenados por intermédio de canais interministeriais e chegariam ao CA por determinação do COC. A agilidade

deste processo ilustrado na figura nº 5 depende diretamente da robustez dos canais que forem criados e da simplicidade do processo que viabilize a ativação dos meios em tempo útil. É de salientar que existem correntes de pensamento que apontam para um COC que reúna nas mesmas instalações e integre todos os Comandos Operacionais das Componentes (IDN, 2013, p. 39). Esta configuração (a tracejado na Figura nº 5) iria centralizar a gestão dos meios das FFAA o que poderia permitir agilizar não só a fase de *tasking* como também a fase de disseminação do produto operacional que iremos abordar a seguir.

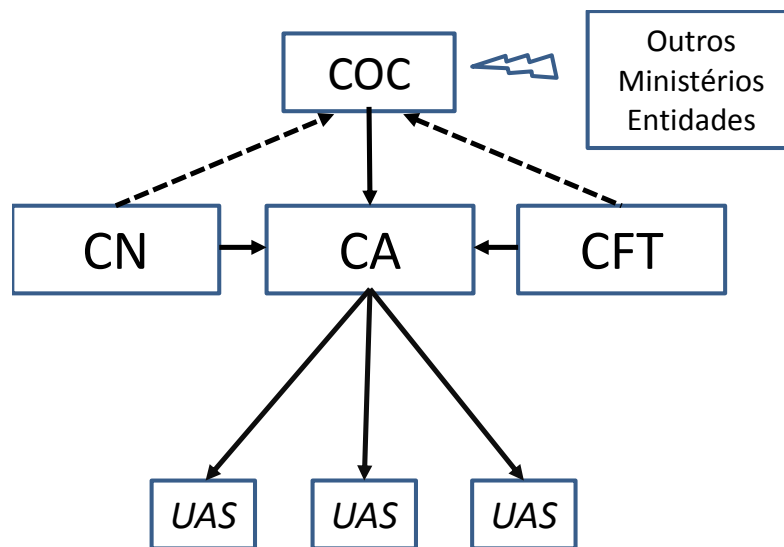


Figura nº 5 - Direção e coordenação do UAS

## (2) Planeamento.

Esta fase deverá contemplar tanto o planeamento estratégico do uso da capacidade UAS ao longo de um período alargado de tempo, quanto o planeamento tático necessário para uma determinada missão.

O planeamento estratégico deverá estar centralizado no CA, onde será feita uma gestão a prazo do potencial do UAS e da sua utilização nas missões planeadas. Este processo deve também contemplar uma clarificação das prioridades e das competências de decisão para missões inopinadas que surjam fora do ciclo de planeamento de longo prazo e que permitam uma flexibilidade de uso dos meios conforme os interesses estratégicos nacionais.

O planeamento ao nível tático deverá ser deixado a cargo da Unidade Aérea (UA) que opera o UAS, desde que devidamente enquadrado por



manuais de emprego e operação previamente aprovados. Para que esta descentralização no planeamento ocorra sem falhas é necessário que na ordem de missão sejam definidos os parâmetros que permitam aos operadores definir claramente o “*onde, quando e que tipo*” necessários à elaboração do produto operacional pretendido.

**(3) Execução.**

Estará a cargo dos operadores da UA, devendo estes ter liberdade suficiente para articular as táticas em função das dimensões da área de interesse, da meteorologia, do relevo ou dos efeitos desejados. Será fundamental que durante a execução, a UA nunca perca a ligação ao órgão de C2, de modo a que este continue a poder gerir os meios como necessário. Esta ligação deverá ser assegurada por uma rede de comunicações com capacidade de cobrir a área de operações conforme irá ser explicado no capítulo três.

**(4) Processamento e Exploração.**

Esta fase é bastante delicada devido a dois fatores elementares: por um lado, o operador de sistemas (*payload*) do UAV poderá não ter os conhecimentos necessários para fazer uma boa leitura de situação tática baseada exclusivamente na informação que os sensores lhe estão a enviar; por outro lado, o perito que representa o beneficiário do produto operacional poderá não ter capacidade de interpretar a informação que lhe chega através dos sensores ou não conhecer as limitações e capacidades do UAS.

Uma técnica comprovada em operações reais aponta para uma solução de compromisso<sup>4</sup>. Os operadores de sistemas e analistas de dados que pertençam ou colaborem com o UAS serão qualificados em assuntos do foro das missões militares (interpretação de imagem ótica e radar, integração de sistemas de informação, identificação de alvos militares, etc.). Sempre que a operação seja em apoio às missões das FFSS ou outras entidades civis de interesse nacional, será necessário a existência de um elemento de ligação que consiga providenciar, em tempo real, guiamento e fazer esclarecimentos relativamente ao desenrolar da missão. Estes elementos de ligação, como em qualquer outra operação, têm de possuir

---

<sup>4</sup> Exemplo da Força Aérea Belga, com a utilização do UAS B-Hunter (Ruaux, 2011).



experiência e autoridade na tipologia de atividades da entidade apoiada. Além desta valência, será necessário que o elemento de ligação seja instruído e qualificado pelos operadores do UAS em matérias referentes aos princípios básicos, capacidades e limitações do sistema em causa. Uma das grandes lições aprendidas pela Força Aérea Belga (Ruaux, 2011, p. 55) é a de não facultar às entidades apoiadas informação não tratada sem qualquer tipo de filtro, dada a incapacidade do operacional não treinado em interpretar a informação proveniente dos sensores de um UAV.

Em termos de tipologia do produto operacional, se quisermos comparar os requisitos das várias entidades portuguesas interessadas em adquirir capacidades UAS, rapidamente nos apercebemos que é fácil encontrar um denominador comum que satisfaça a maioria dos requisitos (Batalha, 2012, p. 31). Sensores EO com designadores *laser* permitem cumprir as necessidades de identificação, seguimento e iluminação de alvos; *Synthetic Aperture Radar* (SAR) com processador de *Moving Target Indicator* (MTI) satisfazem os requisitos de vigilância de área. Conforme mostra a figura nº 6, com um UAS que possua estas duas valências consegue-se corresponder ao grosso das necessidades operacionais de ISTAR das FFAA, FFSS. Cumulativamente, outras entidades de interesse nacional também poderão fazer uso desta valência em benefício próprio, desde que devidamente autorizado.

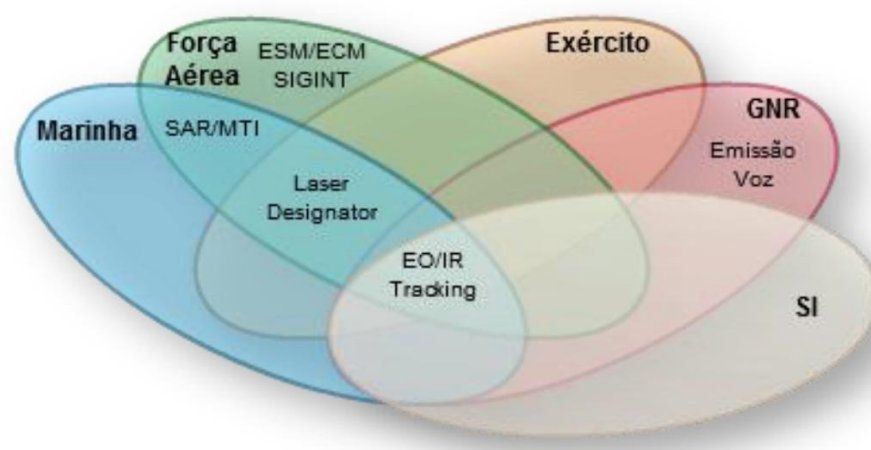


Figura nº 6 - Convergência de configuração de sensores  
Fonte: (Batalha, 2012, p. 32)

### (5) Disseminação.

Esta fase, sendo a última do ciclo, acaba por ser de primeira importância, dado que permite devolver o produto operacional solicitado a quem o requisitou após finalizado o processamento e exploração.

A forma ideal, e que facilita o processo de C2, será através da criação de uma rede de dados nacional que faça convergir toda a informação no CA e que de igual forma permita difundir a informação deste para todas as entidades apoiadas. Estes canais de ligação precisariam de garantir dois aspetos essenciais: largura de banda suficiente para a transmissão dos produtos operacionais e a garantia da segurança dos dados que por ele circulam (Farinha, 2013).

Conforme mostra a figura nº 7, o processo prevê a utilização do CA como plataforma que, além de exercer o C2 sobre os UAS, centraliza as funções de processamento e posterior disseminação. Em missões das FFAA esta informação seria canalizada do CA para os outros comandos de componente. Em missões de apoio a outras entidades será necessário unir o CA aos centros de comando das respetivas entidades apoiadas. A título de exemplo: o Comando Nacional de Operações de Socorro da Proteção Civil; a Unidade de Controlo Costeiro da GNR que opera o Sistema Integrado de Vigilância, Comando e Controlo; entre outros<sup>5</sup>.

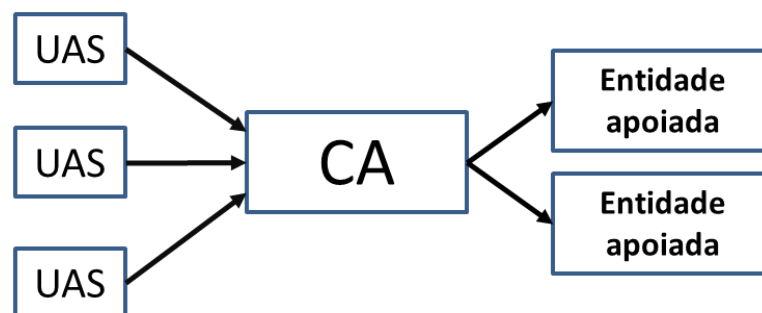


Figura nº 7 - Processo de disseminação centralizado no CA

Haverá ainda uma outra modalidade de exploração do produto operacional conforme apresentado na figura nº 8 para situações em que os UAS operem fora do território nacional ou em forças combinadas. Neste

<sup>5</sup> O ConOps da FAP para Reconhecimento e Vigilância elenca no Cap. 6 as entidades com as quais já existem protocolos de operação.

caso, o COC ou o *Air Component Command* surgem com uma dupla função de C2 dos UAS e de coordenação com as entidades apoiadas. As fases de execução, exploração e disseminação passariam a ter uma ligação direta entre o UAS e a entidade apoiada

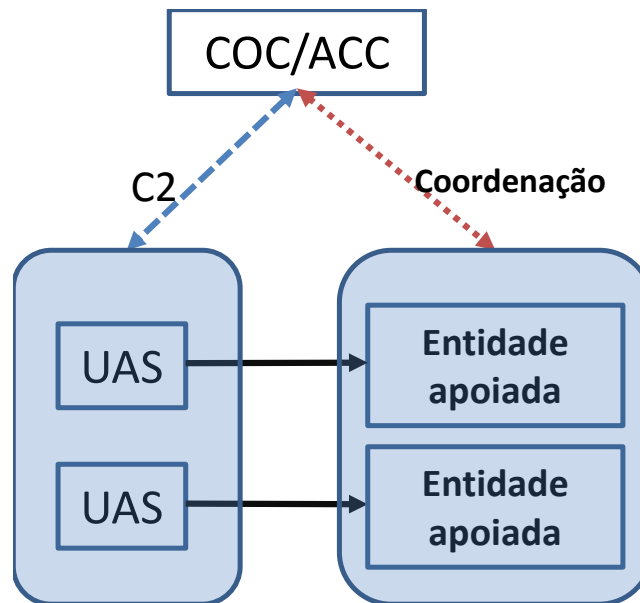


Figura nº 8 - Disseminação descentralizada

Ao longo deste capítulo vimos de uma forma detalhada a concretização das cinco fases do ciclo de reconhecimento e vigilância aplicadas à exploração duma capacidade UAS com estas valências na FAP.

Com esta caracterização do modelo de exploração do produto operacional conseguimos validar a H2, pois o modelo de exploração apresentado consegue não só atender as necessidades da FAP e outras entidades militares e civis, como também disseminar o produto operacional em forma e tempo útil.

A identificação das peças fundamentais deste processo permite dar uma resposta à PD2, revelando de que forma é que a capacidade UAS da FAP deverá ser explorada. Nesse sentido, deverão existir: uma grande agilidade no que diz respeito ao *tasking* das missões, quer na sua tipologia, quer na entidade a ser apoiada; um planeamento estratégico e controlo centralizados no CA; uma rede de comunicações que permita não só concentrar no CA o processamento e exploração, mas também disseminar o produto operacional pelos centros de comando das entidades a apoiar.



### 3. A implementação da capacidade UAS

Até agora verificámos porque devemos ter UAS e como devemos organizar o modelo de exploração da capacidade para conseguir extrair o produto operacional. Iremos agora passar à fase em que se abordará a forma como deverá ser implementada a capacidade UAS na FAP.

Este processo não está isento de desafios, sendo de realçar:

- a atual dificuldade orçamental em financiar um projeto desta envergadura;
- a resolução de problemas técnicos (DSB, 2012, p. 83): integração de espaço aéreo não segregado, aumento da fiabilidade das plataformas e dos *links* rádio, automação do processamento das grandes quantidades de dados produzidos;
- a inexistência de um planeamento estratégico a médio prazo que integre as capacidades de um UAS no sistema de forças nacional.

Com o intuito de sistematizar a edificação de uma capacidade irá ser usado o método DOTMLPPII (tabela nº 5) empregue no desenvolvimento de capacidades genéricas, e aplicado tanto em ambiente NATO (JAPCC, 2010) como em ambiente nacional (EMFA, 2009).

Tabela nº 5- Definições das linhas de desenvolvimento de uma capacidade

Fonte: adaptado (NATO, 2010, p. 18)

<b>D</b> outrina	Princípios fundamentais que guiam o emprego de forças militares em ações coordenadas com vista a um objetivo comum.
<b>O</b> rganização	Estrutura que permite a unidades ou elementos com várias funções cooperarem sistematicamente para o cumprimento de objetivos comuns e de providenciarem ou apoiarem capacidades de combate.
<b>T</b> reino	Treino baseado em doutrina ou táticas, técnicas e procedimentos para preparar unidades ou elementos de modo a capacitá-los com os requisitos estratégicos e operacionais necessários à execução das missões que lhe são atribuídas.
<b>M</b> aterial	Todos os artigos necessários para equipar, operar, manter e suportar atividades militares, quer sejam administrativas ou de combate.
<b>L</b> iderança	A capacidade de influenciar, motivar e permitir que outros contribuam para o sucesso de uma organização e inspirar alterações de modo a aumentar a sua eficácia.
<b>P</b> essoal	O capital humano de um elemento ou unidade que serve como parte de uma organização.
<b>I</b> nfraestruturas	Um edifício, local ou estrutura que providencia ou facilita um tipo específico de assistência à operação.
<b>I</b> nteroperabilidade	A capacidade de operar em sinergia na execução das tarefas atribuídas.
<b>I</b> ntegração Rede	A capacidade de enviar e receber informação que permita às unidades ou elementos aumentar a consciência situacional do ambiente operacional.



Vamos assim, ao longo deste capítulo, proceder a uma concretização, para cada uma destas linhas, do desenvolvimento da capacidade UAS por parte da FAP. Por uma questão de associação de ideias estas serão agrupadas nas dimensões de organização (Doutrina, Organização e Liderança), material (Material, Infraestruturas, Interoperabilidade e Integração em Rede) e pessoal (Pessoal e Treino).

**a. Doutrina**

A FAP será a entidade primariamente responsável por criação de doutrina. Um primeiro passo já foi dado com a criação da visão estratégica para UAS (EMFA, 2013). Após a caracterização das capacidades militares necessárias e identificação dos meios que as consubstanciam, será necessário desenvolver o Conceito de Operações de UAS (EMFA, 2009, pp. 2-2). Este documento deverá enquadrar a forma como os UAS serão usados e servirá de base para a criação de táticas, técnicas e procedimentos que permitam aos operadores, decisores e gestores do UAS modular as suas ações de acordo com os interesses e estratégia nacionais.

Será também de relevo que exista um esforço de criação de doutrina nacional conjunta e de convergência para a doutrina NATO, de modo a que os procedimentos, terminologias, responsabilidades e táticas sejam facilmente adaptáveis e compatíveis num cenário de atuação conjunta e/ou combinada.

**b. Organização**

À semelhança do que se passa com outras aeronaves, os componentes da capacidade UAS deverão estar integrados numa UA da FAP com missão e estatutos próprios, sob a dependência direta do CA e em estreita coordenação com o CeRVI.

Existiriam dois modos de operação: um, por conveniência de centralização do controlo e exploração dos UAS (Min, 2011, p. 39) a partir do CA/CeRVI, onde estariam os operadores necessários para conduzir as missões, e o outro a partir de posições destacadas, utilizando as GCS móveis, assegurando a capacidade de projeção dos UAS tanto em ambiente nacional como em operações internacionais.

A ligação entre o CA e as partes deste sistema localizadas nas bases seria feita por intermédio dos Centros de Operações já existentes. Todo o processo de *tasking* (antes da missão) e de reporte (depois da missão) passaria pela utilização dos sistemas de informação já usados para os outros meios em operação.

**c. Liderança**

Apesar do conceito “*unmanned*” associado à capacidade UAS poder induzir em erro, não se pode descurar a importância da componente humana que integra



este sistema. Uma liderança forte é sempre fator determinante para manter as pessoas motivadas nas suas funções. Será essencial para esse objetivo que as missões da UA estejam bem definidas e que o pessoal lá colocado seja dotado das competências e qualificações necessárias para o cumprimento dessas missões.

Antecipando que num futuro próximo os UAS sejam uma capacidade cobiçada pelas várias entidades nacionais, é fundamental que se consiga clarificar adequadamente as prioridades de exploração deste sistema, para que o esforço de C2 executado em tempo real seja célere e esclarecido no cumprimento dos objetivos estratégicos nacionais.

#### **d. Material**

Conforme plasmado na visão estratégica da FAP (EMFA, 2013, pp. 2-8), a solução que melhor satisfaz as necessidades de Portugal em termos de capacidade UAS será através de dois sistemas com capacidades e processos de aquisição distintos mas que operam de forma complementar.

Um UAS Classe II, que se antecipa substancialmente mais económico (relativamente ao custo inicial e à hora de voo), com capacidades em termos de *payload* mais elementares, mas que teriam que incluir pelo menos dois sensores; um EO (visível e IR) e outro radar (curto alcance). Seria também essencial para a vigilância em ambiente marítimo um recetor AIS.

Um UAS Classe III, substancialmente mais oneroso na aquisição, manutenção e operação, mas que permitisse colmatar as limitações do sistema de Classe II, considerando que a capacidade dos sensores transportados será substancialmente maior.

Na tabela nº 6 pode encontrar-se um resumo das características de cada um dos sistemas, que engloba alguns dos pressupostos da visão estratégica da FAP.

Relativamente à aquisição destas capacidades vários caminhos poderão levar ao mesmo destino. A visão definida pela FAP (EMFA, 2013, pp. 2-8), aponta para um processo de compra de produto *off the shelf* para o UAS Classe III e para um processo de produção nacional para o UAS Classe II baseado no PITVANT<sup>6</sup>.

A discussão sobre as vantagens, desvantagens, oportunidades e riscos está sistematizada nos capítulos 3 e 4 da referida publicação, sendo apenas de referir que até no processo de aquisição se concretiza o desejo de complementaridade entre as

---

<sup>6</sup> Projeto de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Não-Tripulados (Morgado & Sousa, 2012).





incontornável aumento do preço inicial do sistema, prendem-se com a maior facilidade em manter o UAS atualizado, e com a diminuição da quantidade de pessoal militar necessário para a operação.

O financiamento da aquisição/construção dos UAS teria obrigatoriamente de passar pela disponibilização das verbas necessárias em sede de Lei de Programação Militar. Relativamente ao financiamento dos custos de operação, (dada a amplitude de beneficiários destes sistemas), seria lógico a implementação de um sistema de cobrança da hora de voo ao beneficiário direto da mesma. Isto permitiria uma distribuição equitativa do esforço financeiro pelos vários órgãos e ministérios envolvidos, à semelhança do que já acontece com as aeronaves tripuladas.

**e. Infraestruturas**

Ambos os sistemas terão uma base de operação principal a partir da qual desenvolverão as suas operações e destacamentos. Beja constitui-se como tal, devido à sua localização favorável; por ter duas pistas para operação; espaço aéreo pouco congestionado; prevalência de boas condições meteorológicas ao longo do ano e possibilidade de sinergias na operação/manutenção dos UAS, com a plataforma tripulada de ISTAR da FAP, o P3-C.

O UAS Classe II, devido à sua velocidade e *endurance* inferior, necessita de assegurar o alcance atempado a qualquer ponto da sua zona de operação e de que consegue ter um tempo razoável de trabalho (6 horas). Surge assim a necessidade de criar um destacamento permanente no norte do país, no qual Ovar se revela a melhor opção e outro destacamento que permita assegurar a cobertura (alternada) dos arquipélagos dos Açores e da Madeira.

No CA estariam localizadas as GCS fixas dos UAS Classe II e Classe III (preferencialmente interoperáveis), que através de uma rede de comunicações nacional (LOS) e por satélite (BLOS) conseguiriam controlar e receber dados dos UAV. Em ambas as Classes de UAS, após o procedimento de descolagem pela LRGCS (situada em Beja ou num destacamento), o UAV passaria a ser controlado pelo CA ou por uma GCS móvel após correto processo de *handover*.

**f. Interoperabilidade**

Num ambiente de operações conjuntas, segurança cooperativa e operações militares multinacionais, torna-se essencial a compatibilidade dos sistemas usados pelos UAV para C2 e *downlink* dos sensores. Para tal, será necessário o

cumprimento escrupuloso das indicações e restrições estipuladas para o efeito no *Standardization Agreement (STANAG) 4586*<sup>7</sup>.

A necessidade de interoperabilidade dos UAS é consequência da capacidade de projeção que os sistemas a implementar na FAP precisam ter. Esta capacidade, como prevista na visão da FAP (EMFA, 2013) tem de ser modular (adaptável às circunstâncias) e autónoma (capaz de criar o produto operacional de forma independente).

Ainda no âmbito da interoperabilidade, uma característica que poderá ser explorada na implementação do UAS Classe II será a capacidade de este poder ser operado e explorado a partir de uma GCS embarcada numa plataforma aérea ou marítima tripulada. Esta seria uma forma da aeronave tripulada poder expandir a capacidade dos seus próprios sensores (EMFA, 2013, pp. 3-8).

#### **g. Integração em rede**

A criação e gestão da rede de dados que servirá de “coluna vertebral” à edificação da capacidade UAS será uma das etapas mais importantes.

Para que a exploração dos UAS possa ser centralizada no CA ou mesmo numa GCS móvel em território nacional, será conveniente edificar uma rede de comunicações de cobertura nacional que permita a circulação dos dados de controlo do CA para o UAV e a informação dos sensores do UAV para o CA. Esta rede poderá usar as estruturas já implementadas nas estações radar da FAP, carecendo no entanto da instalação dos equipamentos de ligação terra-ar e da previsível necessidade de aumento da largura de banda disponível (Farinha, 2013).



Figura n° 9 - Cobertura da rede comunicação

<sup>7</sup>O STANAG 4586 (JAPCC, 2010, p. 5) visa uniformizar os interfaces de C2 e de *downlink* de informação dos UAV.



Usando um raio de 90MN<sup>8</sup> centrado nas estações de Pilar, Montejunto e Fóia conseguimos uma cobertura da zona de prioridade 1 (território e mar adjacente até 60MN) conforme exemplifica a figura nº 9.

Tanto o UAS Classe II como o Classe III usariam esta rede para a comunicação de dados em LOS. O UAS Classe III precisaria de utilizar comunicações por satélite (BLOS) sempre que a sua missão o colocasse fora do alcance útil desta rede.

Apesar do conceito de controlo e exploração remota (com tecnologia LOS) não estar muito divulgado, a sua aplicação é tecnicamente possível (Machado, et al., 2013), existindo produtos já disponíveis no mercado para esse efeito (caso da companhia israelita IAI com o UAS *Searcher MkIII* (IAI, s.d.)).

Este modelo de operação e exploração em rede permite, por um lado, rentabilizar a utilização dos pilotos e analistas (podem operar mais do que um UAV), e por outro, aumentar a flexibilidade no *retasking* dos meios e facilitar a disseminação do seu produto operacional.

#### **h. Recursos Humanos e treino**

A correta exploração de um UAS implicará o uso de quantidades significativas de pessoal (estimam-se 82 pessoas necessárias para suportar um período de vigilância de 24 horas de um sistema *Predator* (Valdes, s.d.)). Assim, um sistema genérico necessitará de:

- técnicos de manutenção dos equipamentos (UAV, (LR)GCS, *links*);

- operadores de missão, que poderão trabalhar em equipas de dois (piloto e operador de sistemas, caso do *Predator* (USAF, 2012)) ou em equipas de três (comandante missão, piloto e operador de sistemas, caso do *B-Hunter* belga (La Défense, 2010, p. 39)).

- técnicos de análise de dados/imagens de forma a transformar a informação proveniente dos sensores num produto operacional pronto a ser enviado aos beneficiários da missão.

- equipa de engenharia e investigação, com o intuito de manter os sistemas atualizados e capazes de operar nos cenários para que sejam chamados a intervir.

Todo este pessoal necessita de treino e qualificações específicos para as funções que desempenham. Para os pilotos e operadores deverá ser dado ênfase ao

---

<sup>8</sup> Alcance requerido ao UAV Classe II no EMFA (2013, p.5-8) e que constitui aproximadamente 60% do alcance LOS do sistema *Predator* (Airforceworld, s.d.).



treino em simulador com vista a aumentar a complexidade dos cenários e reduzir o tempo e custos associados (Min, 2011, p. 41). Será essencial a criação de manuais de operação que contemplem os requisitos mínimos de qualificação e o treino necessário para manutenção das qualificações (STANAG 4670 refere-se ao treino de operadores de UAV).

A visão estratégica da FAP (EMFA, 2013, pp. 5-9) contempla um *roadmap* que planifica a implementação de UAS na FAP. Este planeamento encontra-se no anexo D e prevê para 2016 uma capacidade operacional inicial do UAS Classe II e para 2020 do Classe III.

Ao longo deste terceiro capítulo foi descrito o modelo de implementação duma capacidade UAS em Portugal a ser operada pela FAP. A utilização de uma rede de comunicações que permita centralizar a operação e exploração e a existência de mobilidade dos meios terrestres permite agilizar o sistema. Desta forma, existe flexibilidade para poder servir a várias entidades e em diferentes áreas de operação, quer seja em território nacional ou em outras zonas de interesse estratégico.

A utilização de duas tipologias distintas permite assegurar que todas as áreas de interesse consigam estar inseridas no raio de ação dos UAS, ao mesmo tempo que se antecipa uma economia derivada de uma utilização mais intensiva do UAS Classe II na área de prioridade 1. Pelo exposto, fica validada a H3.

O modelo de implementação proposto, e que responde à PD3, foi analisado nos seus vários componentes (DOTMPLII) e concretizado, utilizando exemplos de outros operadores e adaptando-os à realidade nacional. Para permitir uma melhor visualização da utilização proposta dos UAS e da interação dos seus vários componentes, encontram-se no anexo E dois cenários prospetivos.

Estamos agora em condições de responder à PC que norteou esta investigação.

Com o objetivo de otimizar a disponibilização do produto operacional da capacidade UAS revela-se necessário conseguir satisfazer as necessidades de várias entidades além da FAP e de conseguir disseminar o produto certo, no momento oportuno e no formato adequado. A operação e exploração doméstica deverão ser centralizadas no CA, visando rentabilizar os meios humanos mais especializados e aumentar a flexibilidade de *retasking*. Simultaneamente, é necessário garantir a capacidade de projeção do UAS para missões internacionais. O modelo de implementação assentará em UAV de Classe II e



III que possibilitem a existência de complementaridades em várias dimensões como: processo de aquisição e sustentação, custo de operação e capacidades operacionais em termos de sensores e de alcance.



## Conclusões

Este trabalho de investigação debruçou-se sobre a interação dos UAS com a Defesa Nacional.

Dada a enorme proliferação destes sistemas a nível mundial, em âmbito militar e civil, surgiu naturalmente a necessidade de abordar a temática da **implementação e exploração de UAS na FAP**. Devido à complexidade e abrangência dos UAS e às limitações de tempo e espaço neste trabalho, decidiu-se excluir desta investigação os UAS Classe I e as capacidades estudadas centraram-se nas missões ISTAR.

Tendo por base a metodologia proposta por Quivy e Campenhoudt foi estabelecida a PC que consistia em determinar: **qual o modelo mais adequado para explorar e implementar uma capacidade UAS na FAP tendo em conta a otimização do produto operacional disponibilizado?**

Para possibilitar, de uma forma analítica, responder à PC, esta investigação foi desenvolvida ao longo de três capítulos. Em cada um, procurou-se colecionar e integrar a informação disponível em bibliografia e entrevistas de modo a conseguir validar as hipóteses formuladas e dar uma resposta cabal às PD.

No primeiro capítulo foi feita uma abordagem aos UAS no contexto da Segurança e Defesa, visando responder à **PD1: Qual o cabimento numa capacidade UAS no contexto de atualização CEDN?**

Começou-se por fazer uma caracterização inicial dos UAS, onde foram elencadas as suas principais características, capacidades e limitações.

Da análise à caracterização dos UAS resultou um sistema complexo, com vários componentes, agrupados em três vetores: Aéreo, constituído pelo UAV, pelo *payload* e sistemas de comunicações; Terrestre, constituído pela GCS, sistemas de comunicação, equipamentos necessários à descolagem e aterragem do UAV e todo o pessoal necessário ao aprontamento, manutenção e operação deste sistema; Rede de dados, que permite ligar os vetores Aéreo e Terrestre e ao mesmo tempo difundir os dados pelas entidades pertinentes.

No campo das capacidades, foram salientados aspetos como a persistência, ausência de risco para tripulações, e uma boa relação entre o produto operacional obtido e os custos de aquisição e operação.

Por contraponto, a investigação permitiu determinar que as limitações prendem-se com dificuldades de integração no espaço aéreo não segregado, elevada dependência de



redes de dados e sistemas de navegação e pouca resistência a situações de meteorologia adversa.

Após terminada a caracterização dos UAS analisámos o CEDN com o intuito de confirmar a **H1: a existência de uma capacidade UAS ao serviço do país é justificada pelo novo CEDN**. A H1 foi validada e a resposta à PD1 encontrada ao concluir-se que, de acordo com o novo CEDN, o potencial de utilização dos UAS reside: na vastidão das áreas nacionais onde existe a responsabilidade de vigilância, controlo e fiscalização; na utilização de meios com melhor relação custo/utilidade; na capacidade de serem projetáveis e capazes de participar em quadros de segurança cooperativa; em terem uma grande vocação para um uso dual em diversas missões de interesse público.

Foi também determinado que no âmbito nacional, a área de operação prioritária para os UAS inclui o território nacional e as águas adjacentes até às 60 MN da costa. É neste segmento que se encontram a maioria dos alvos de interesse para missões ISTAR. Outras áreas nacionais (até às 350MN) também constam na lista de prioridades, bem como qualquer porção do globo onde Portugal possa ter interesses conjunturais próprios ou ao serviço da Organizações Internacionais de que é membro.

O segundo capítulo foi orientado no sentido de encontrar resposta à **PD2: como deverá ser explorado o produto operacional de uma capacidade UAS na FAP?** Começou por ser feita uma contextualização do ambiente de mudança e nesse sentido, foram apontadas três características conducentes a uma ação mais eficaz e eficiente das FFAA: maior centralização das estruturas de C2, para evitar duplicação de funções, aumento de sinergias e redução de despesa; aumento do uso dual dos meios militares, como forma de justificação e rentabilização dos investimentos feitos nesses equipamentos e aumento da capacidade de apoio à população; fortalecimento da capacidade expedicionária de modo a que Portugal possa ter um papel cada vez mais ativo na defesa dos interesses portugueses no estrangeiro e nos quadros de participação em missões de apoio à paz.

Neste contexto, a exploração de uma capacidade UAS foi analisada como um multiplicador de força e um *enabler* que permite a todos os seus beneficiários realizar tarefas novas e fazê-lo com um menor custo humano e financeiro.

O modelo de exploração foi definido utilizando como referência as cinco fases do ciclo de reconhecimento e vigilância, destacando-se as seguintes condições:

- O *tasking* requer uma estrutura ágil que consiga ligar as várias entidades apoiadas ao CA, que se perpetua como órgão de C2 dos UAS;



- O planeamento divide-se em dois segmentos: o estratégico, da responsabilidade do CA e o tático que deve ficar a cargo da UA;

- A execução, que apesar de ser iniciada de forma descentralizada, passaria na maioria das missões a ser feita a partir do CA com operadores da UA após processo de *handover*;

- Das fases de processamento e exploração foi salientada a necessidade dos operadores de sistemas terem conhecimentos específicos (ou elementos de ligação) das missões que desempenham. Foram também definidos os requisitos básicos em termos de sensores para cumprir as missões ISTAR: EO e SAR com MTI;

- Por último a disseminação do produto operacional, que precisa de encontrar suporte numa rede de dados nacional com grande largura de banda (vídeo) e comunicações seguras. O CA funcionaria como ponto de ligação entre o UAV e as entidades apoiadas, funcionando como órgão de *tasking*, C2 e coordenação das missões.

Esta análise sistemática permitiu encontrar a resposta à PD2 ao mesmo tempo que validava a **H2: O produto operacional de uma capacidade UAS da FAP deverá ser explorado por forma a otimizar a satisfação das necessidades das FFAA, das FFSS ou outras entidades civis de interesse nacional.**

No terceiro capítulo foi discutida a resposta à **PD3: qual deverá ser o modelo de implementação da capacidade UAS na FAP?** Para assegurar que todos os assuntos relacionados com a edificação de uma capacidade eram abordados, recorreu-se ao método DOTMLPPII.

Do modelo de implementação identificado, e como resposta à PD3, destacam-se os seguintes elementos:

- A criação de doutrina será primariamente da responsabilidade da FAP. Deverá convergir para a doutrina NATO e servir de enquadramento às táticas e procedimentos a desenvolver;

- A organização passa pela criação de uma UA em Beja como base permanente e a criação de destacamentos para o UAS Classe II. Os pilotos e operadores estarão presentes tanto nas bases (LRGCS) como no CA (GCS);

- Relativamente ao material, a solução encontrada opta por duas Classes de UAS distintas e complementares. Classe II, com capacidades mais limitadas, mas capaz de assegurar a área prioridade 1 a um custo mais baixo. Seria produzido pela indústria nacional a partir da tecnologia desenvolvida pelo PITVANT. Classe III, com capacidades



mais robustas em termos de alcance, persistência e qualidade dos sensores, que apesar de ter um custo de aquisição e operação mais caro, permitiria suprimir as limitações do UAS Classe II;

- A interoperabilidade com outros sistemas (especialmente NATO) deduz-se fundamental para assegurar a capacidade de participação como força projetada;
- A integração em rede usaria parte da estrutura já montada na FAP (com transmissores nas três estações radar) e permitiria dar uma cobertura com tecnologia LOS a toda a área prioridade 1. As restantes áreas seriam servidas por comunicações via satélite;
- Por fim, os recursos humanos, que se estimam numerosos, precisam de ser alvo de programas de treino e qualificação nas várias funções, de modo a permitir a operação dos UAS em todos os cenários e missões definidos.

No final do capítulo foi possível validar a **H3: a FAP deverá implementar uma capacidade UAS flexível que assente em diferentes tipologias, permitindo-lhe cumprir as suas missões e complementar as necessidades das outras forças militares, FFSS e entidades civis de interesse nacional**. Esta validação residiu na identificação da necessidade de encontrar uma capacidade UAS que fosse versátil o suficiente para satisfazer as missões militares das FFAA, ao mesmo tempo que era prática e economicamente viável, de modo a permitir o alargamento do leque de potenciais beneficiários desta capacidade.

A resposta à PC resume-se então em conseguir satisfazer as necessidades de várias entidades além da FAP e de conseguir disseminar o produto certo, no momento oportuno e no formato adequado, contando para isso com uma rede de comunicações apropriada. O modelo de implementação assentará em UAV de Classe II e III que se complementam em dimensões como: processo de aquisição e sustentação, custo de operação ou capacidades operacionais em termos de sensores e de alcance.

Salientam-se como principais contributos desta investigação para o conhecimento:

- a verificação da adequabilidade dos UAS no âmbito da política de segurança e defesa nacional (CEDN);
- a perspetiva flexível e centralizada de operação e exploração dos UAS, tornada possível através da criação de uma rede nacional de C2 dos UAV e de disseminação do produto operacional;
- uma primeira abordagem a um conceito de operações baseado nas tipologias de UAV e na rede descritas.



No sentido de dar continuidade ao estudo resultante desta investigação, recomenda-se:

**Ao MDN/EMGFA**

O estudo de viabilidade da edificação de uma capacidade UAS Classe II/III a ser operada pela FAP cujo produto operacional, bem como os custos inerentes à aquisição e/ou sustentação da mesma sejam suportados pelas FFAA, FFSS e outras entidades de interesse nacional.

**Ao EMFA/DIVOPS**

Proceder à constituição de Grupos Trabalho, que incluam a DCSI, DEP, CA (entre outras entidades) para detalhar os vetores de desenvolvimento da capacidade UAS, nomeadamente a infraestrutura de comunicações, a integração/complementaridade com os meios tripulados e os requisitos de interoperabilidade que possibilitem a projeção.

Elaborar um conceito de operações para os UAS da FAP que espelhe os requisitos do sistema e os processos de exploração e implementação dessa capacidade.

Dar diretivas ao CIAFA para orientar o desenvolvimento do PITVANT de modo a possibilitar a produção do UAS Classe II com as características desejadas.

**Ao CA**

Estreitar o relacionamento com operadores europeus de UAS (Bélgica, Espanha) no sentido de permitir um desenvolvimento mais célere da capacidade e uma eficaz integração das lições apreendidas durante a operação.

**Ao IESM/CISDI**

Continuar o estudo da implementação e exploração de UAS pela FAP, colocando progressivamente mais pendor sobre a validação de conceitos e soluções técnicas que permitam flexibilizar o uso dos UAV e a disseminação do produto operacional.



## Bibliografia

Airforceworld, n.d. *Airforceworld.com*. [em linha]

Disponível em: <http://airforceworld.com/heli/eng/predator.htm>

[Consult. 15 abril 2013].

Batalha, C, 2011. *Veículos Aéreos Não Tripulados como Agentes Fundamentais no Teatro de Operações do Futuro- Requisitos e Implicações*. Trabalho de investigação individual. IESM

Batalha, C, 2012. *As unidades "militarizadas" dos serviços de informação e a condução da guerra*. Trabalho de investigação individual. IESM

CDL Systems, 2013. *Unmanning the Future*. [em linha]

Disponível em: <http://www.cdlsystems.com/index.php/stanag4586>

[Consult. 1 abril 2013].

DoD, 2005. *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030*. s.l.:Office of the Secretary of Defense.

DSB, 2012. *The Role of Autonomy in DoD Systems*, Washington: DoD.

EMFA, 2009. *MFA 500-1 Conceito de Operações*. Lisboa: FAP.

EMFA, 2012. *MFA 500-11 Conceito de Operações para o Reconhecimento e Vigilância*. Lisboa: FAP.

EMFA, 2013. *MFA 500-12 Visão Estratégica para Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas*. Lisboa: FAP.

Farinha, J., 2013. *Rede de comunicações*. Entrevistado por Joel Pais [em linha] (12 abril 2013).

Foust, J. & Boyle, A., 2012. *The Strategic Context for Lethal Drones - a framework for discussion*. Washington: American Security Project.

House of Commons Defence Committee, 2008. *The contribution of Unmanned Aerial Vehicles to ISTAR capability*. Londres: The Stationary Office Limited.



- IAI, n.d. *Israel Aerospace Industries - Searcher Mk III*. [em linha]  
Disponível em: [http://www.iai.co.il/18894-15742-en/BusinessAreas\\_UnmannedAirSystems\\_SearcherIII.aspx](http://www.iai.co.il/18894-15742-en/BusinessAreas_UnmannedAirSystems_SearcherIII.aspx)  
[Consult. 15 abril 2013].
- IDN, 2013. *A Defesa Nacional no Contexto da Reforma das Funções de Soberania do Estado*. Lisboa: s.n.
- JAPCC, 2010. *Strategic Concept of Employment for UAS in NATO*. Alemanha: JAPCC.
- La Défense, 2010. *Doctrine Of Employment B-Hunter*. Ed 001 / Rev 000 ed. s.l.:La Defense - ACOS Operations et Entraînement.
- Machado, F., Cruz, G. & Oliveira, T., 2013. *Rede de comunicações*. Entrevistado por Joel Pais [em linha] (5 abril 2013).
- McLeary, P., 2012. *Defense News - State Dept. Seeks Contractors for \$1B in UAV Work*. [em linha] Disponível em:  
<http://www.defensenews.com/article/20120911/C4ISR01/309110003/State-Dept-Seeks-Contractors-1B-UAV-Work>  
[Consult. 14 abril 2013].
- Min, T. Y., 2011. *Unmanned, Unlimited? The Unmanned Aerial Vehicle in the transformation of Air Power for the RSAF*. s.l.: Journal of the Singapore Armed Forces VOL.37 n° 3-4.
- Morgado, J. & Sousa, J., 2012. *PITVANT apresentação do projeto*, s.l.: s.n.
- NATO, 2010. *Best Practices for Command and Control in a Network Enabled Environment*. s.l.:s.n.
- Palmer, A., 2010. *Autonomous UAS: a Partial Solution to America's Future Airpower Needs*. Alabama, USA: Air Command and Staff College.
- Patrício, HF, 2011. *O emprego de UAS em operações militares e outras missões - desafios para as Forças Armadas*. Trabalho de investigação individual. IESM.
- Quivy, R et al, 1998. *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.



Resolução do Conselho de Ministros, 2013a. Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN), Lisboa: Diário da República, 5 abril, pp. 1981-1995.

Resolução do Conselho de Ministros, 2013b. Defesa 2020, Lisboa: Diário da República, 19 abril, pp. 2285-2289.

Ruaux, J.-M., 2011. *UAV - The Belgian Experience (apresentado no EMFA)*. Lisboa, Belgian Air force.

USAF, 2012. *MQ-1B Predator*. [em linha]

Disponível em: <http://www.af.mil/information/factsheets/factsheet.asp?fsID=122>

[Consult. 15 abril 2013].

Valdes, R., n.d. *How the Predator UAV Works*. [em linha]

Disponível em: <http://science.howstuffworks.com/predator6.htm>

[Consult. 15 abril 2013].



## Anexo A - Modelo análise

**Pergunta central (PC): Qual o modelo mais adequado para explorar e implementar uma capacidade UAS na FAP tendo em conta a otimização do produto operacional disponibilizado?**

Pergunta	Hipótese	Conceito	Dimensão	Indicador
(PD1): Qual o cabimento duma capacidade UAS no contexto do novo CEDN? <i>(PORQUÊ?)</i>	(H1) A existência de uma capacidade UAS ao serviço do país é justificada pelo novo CEDN	Defesa e segurança nacional	Estratégica	CEDN
				CEM
		Capacidade UAS (descritivo; genérico)	Operacional	Interoperabilidade
				Autonomia
				<i>Payload</i> (sensores)
				Persistência
				Transmissão dados ( <i>real time</i> )
			Logística	<i>Deployable</i> / projetável
				Certificação UA e operadores
				Manutenção / sustentação
				GCS / <i>links</i> / comunicações
Recursos humanos				



Pergunta	Hipótese	Conceito	Dimensão	Indicador
(PD2): Como deverá ser <b>explorado</b> o produto operacional de uma capacidade UAS na FAP? <b>(O QUÊ?)</b>	(H2) O produto operacional de uma capacidade UAS da FAP deverá ser explorado por forma a otimizar a satisfação das necessidades das FFAA, das FFSS ou outras entidades civis de interesse nacional.	Modelo de exploração do produto operacional	Ordem missão	Direção (comando)
				Coordenação
			Planeamento/execução	Beneficiários
				Requisitos
			Processamento Exploração Disseminação	Tipologia do produto
				Análise de dados
Redes dados				
	Descentralização			
(PD3): Qual deverá ser o modelo de <b>implementação</b> da capacidade UAS na FAP? <b>(COMO?)</b>	(H3) A FAP deverá implementar uma capacidade UAS flexível que assente em diferentes tipologias, permitindo-lhe cumprir as suas missões e complementar as necessidades das outras forças militares, FFSS e entidades civis de interesse nacional.	Modelo de implementação	Organização	Doutrina
				Organização
				Liderança
			Material	Material
				Infraestruturas
				Interoperabilidade
				Integração em Rede
			Pessoal	Pessoal
Treino				



## **Corpo conceitos**

Defesa e Segurança Nacional - “Quando falamos de Forças Armadas, falamos de defesa do território e da integridade nacional, da produção de segurança através de missões internacionais, de compromissos de segurança nacional e global, assumidos em parceria com os nossos aliados, para além das tarefas de apoio às populações. Quando falamos de segurança interna, falamos de assegurar as condições do exercício da liberdade, falamos também de saúde e de turismo” (IDN, 2013, p. 3)

Implementação - consiste na instalação e adaptação de um sistema (nos seus vários componentes) às condicionantes e oportunidades de um sistema hospedeiro.

Exploração - processo sistemático no uso de sistemas complexos que visa a otimização dos resultados. Conjunto de estruturas e procedimentos que visam aumentar a eficácia e eficiência da operação de um determinado sistema.

Produto operacional - é o efeito ou finalidade que resulta da operação dos sistemas e/ou sensores de um UAS. Poderá adotar formas diversas, tais como imagens óticas ou de radar, relé de comunicações, empastelamento de comunicações rádio.

Capacidade UAS - é o resultado da implementação e exploração de um UAS e que se concretiza num produto operacional.



## **Anexo B – Entrevista Ten Machado**

Entrevista ao Sr. Tenente Engenheiro Eletrotécnico Francisco Machado no dia 5 de abril de 2013. Está colocado no Departamento de Engenharia e Programas (DEP) e encontra-se a realizar estudos no âmbito do projeto PITVANT no Centro de Investigação da Academia da Força Aérea (CIAFA). As respostas foram dadas em coordenação com os Tenentes Gonçalo Cruz e Tiago Oliveira.

### **Q1 - Qual o grau de viabilidade na edificação desta rede de comunicações, de modo a permitir o C2 dos UAV e receção de vídeo *downlink* dos mesmos?**

R1 - Do ponto de vista do UAV é indiferente o nó a partir do qual se encontra a receber informação de comando e controlo e outros data links. A integração na “rede” da Força Aérea desta solução técnica é algo que não estamos à vontade para responder. Sugerimos que seja contactada a DCSI para esse efeito.

### **Q2 - Qual será a distância “expectável” de comunicação LOS que se consegue obter nesta rede com um UAV com MGTW de aprox. 400Kg (Classe II)?**

R2 - Para uma aeronave com essas características, é justo assumir que estará equipada com equipamentos de comunicações semelhantes às restantes aeronaves da Classe II. Por exemplo, a partir da informação disponibilizada na internet, é possível verificar que o RQ-7 *Shadow* já utiliza rádios com capacidade TCDL, que fornecem cobertura LOS até ao rádio-horizonte. Outro exemplo é MQ-1B *Predator* (Classe III) que já se encontra equipado com rádios ARC-210. Na prática, estes sistemas de comunicações LOS possuem as mesmas capacidades/restrições que as restantes aeronaves (altitude, obstáculos, etc).

### **Q3 - Que tipo de sinergia/aproveitamento é que pode ser feito da rede já existente na edificação desta nova rede do UAS?**

R3 - Não existe da nossa parte conhecimento sobre a atual infraestrutura de comunicações da FAP, para poder dar o nosso contributo para esta questão. Essencialmente, e tal como referido na R1, será sobretudo necessário solucionar questões relacionadas com rede terrestre que proporciona o link de dados que é possível fazer chegar à aeronave.

### **Q4 - Antecipa-se alguma limitação técnica no número de aeronaves que possam estar ligadas a esta rede no seu todo ou em cada um dos retransmissores?**

R4 - À medida que cresce o número de veículos na rede, também cresce a quantidade de informação presente na rede. Para efeitos de controlo do UAV, o aumento do número de veículos não nos parece ser um fator crítico, uma vez que tipicamente não necessitam de muita largura de banda.

No que diz respeito aos links de dados dos veículos, poderá de facto ser problemático. A transmissão de informação dos sensores através dos links de dados é uma tarefa que exige



elevadas taxas de transmissão. O número de UAVs a partir do qual que se consegue obter informações vai depender diretamente da infraestrutura física da rede. Tal como na primeira questão sugerimos que seja contactada a DCSI para uma resposta adequada a esta pergunta.

**Q5 - De que forma seria possível integrar esta nova rede na exploração das aeronaves tripuladas que a FAP já opera? (relativamente às que têm capacidade de vídeo *downlink* ex. P3-P ou F-16AM)**

R5 - A partilha da infraestrutura de recolha de vídeo teria de ser salvaguardada através da escolha de equipamentos compatíveis com as aeronaves em operação na FAP. Caso essa compatibilidade fosse garantida, as aeronaves tripuladas também passariam a ter uma rede permanentemente instalada, que poderiam alimentar com informação.

**Q6 - Conseguem antecipar-se vantagens no uso de uma rede de cobertura nacional como a descrita para utilização de uma UAV Classe III por comparação ao uso de comunicações por satélite? (ordem de grandeza dos custos, largura de banda disponível...)**

R6 - A utilização de comunicações via satélite comporta elevados custos, tipicamente bastante superiores a comunicações do tipo LOS. Além dos custos elevados, as larguras de banda disponibilizadas tendem também a serem inferiores às disponíveis a sistemas LOS. A utilização de comunicações por satélite implica adaptações estruturais na aeronave (para poder comportar as respetivas antenas diretivas para comunicação) e como tal, custos adicionais. Do nosso conhecimento, as aeronaves não tripuladas que possuem comunicações através de links satélite, são também as de maiores dimensões (ex: *Global Hawk*, *Predator*).

A utilização de comunicações do tipo LOS apresenta ainda como vantagem o facto de não depender de terceiros para a exploração deste tipo de comunicações. Uma outra vantagem seria o possível reaproveitamento da infraestrutura para comunicações LOS com as restantes aeronaves da FAP (ou outras).



## **Anexo C- Entrevista Maj Farinha**

Entrevista ao Sr. Major Engenheiro Eletrotécnico João Farinha no dia 12 de abril de 2013. Está colocado na Direção de Comunicações e Sistemas de Informação (DCSI) da FAP, mais concretamente na Repartição de Comunicações, Sensores e Navegação.

### **Q1- Qual o grau de viabilidade na edificação desta rede de comunicações, de modo a permitir o C2 dos UAV e receção de vídeo *downlink* dos mesmos?**

- No segmento aéreo, a viabilidade técnica existe, no entanto apresenta alguns desafios, nomeadamente na transição (o equivalente ao "*handover*" nas redes de telemóveis) entre zonas de cobertura adjacentes, em que terá de haver uma forma de decidir quando é que a informação passa a ser recebida e encaminhada por cada uma das *ground stations* (haverá sempre uma zona de sobreposição em que as duas estações de terra conseguem "ver" o UAV). Tirando esse aspeto, para o qual obviamente haverá solução técnica (desconheço alguma na prática, neste aspeto estou puramente a falar do ponto de vista conceptual). A DEP poderá ter alguma informação adicional sobre esta área.

Já no que diz respeito à componente de comunicações terrestres entre as *ground stations* e o centro de controlo, vê a resposta ao ponto seguinte.

### **Q2- Que tipo de sinergia/aproveitamento é que pode ser feito da rede já existente na edificação desta nova rede do UAS?**

A Rede Interna Geral da Força Aérea (RIGFA) interliga as redes locais de todas as Unidades e Órgãos da Força Aérea, o que a torna uma plataforma por excelência para a troca de informação, em tempo real, entre quaisquer dois pontos.

Ela foi desenhada originalmente com fins administrativos, mas tem vindo a ganhar preponderância na sua componente de utilização operacional. A título de exemplo, correm sobre a RIGFA o MMHS e o *Link 16*, serviços de cariz nitidamente operacional. A transferência do sinal radar da ER4 para o CA é também feita com recurso à RIGFA.

Para este projeto em concreto, pode ser explorada a mesma capacidade intrínseca da RIGFA, sendo de salvaguardar no entanto aspetos como:

- Segurança: para garantir a privacidade e autenticidade da informação transmitida, pretendemos que sejam criados túneis entre as estações terrestres e o centro de controlo. Dessa forma, torna-se virtualmente impossível intercetar os dados transmitidos ou forjar essa transmissão.

- Largura de banda: a largura de banda disponível para cada site não é ilimitada. Por esse motivo, é necessário definir os patamares máximos que poderão ser utilizados no segmento terrestre, de forma a não comprometer o funcionamento dos restantes serviços que utilizam a RIGFA como infraestrutura de transporte de dados.

Resumindo a resposta à pergunta, o aproveitamento da rede existente é total, sendo necessário complementar com os equipamentos necessários à criação do túnel encriptado. Estes equipamentos podem apresentar um custo entre os 600 euros por site (utilizando encriptação "comercial" do tipo AES256 ou equivalente) ou 10.000 euros por site no caso



de serem utilizados equipamentos acreditáveis pela NATO até ao nível de SECRET. Dependerá do grau de classificação que queiramos atribuir à informação transmitida.

**Q3- Antecipa-se alguma limitação técnica no número de aeronaves que possam estar ligadas a esta rede no seu todo ou em cada um dos retransmissores?**

A limitação está associada à largura de banda a utilizar. Para isso, e considerando um vídeo a 5 mbit/s (qualidade DVD), poderemos ter sem grandes problemas 5 a 6 streams simultâneas entre cada uma das estações radar e o CA.

**Q4- De que forma seria possível integrar esta nova rede na exploração das aeronaves tripuladas que a FAP já opera? (relativamente às que têm capacidade de vídeo *downlink* ex. P3-P ou F-16AM)**

Criando essa rede destinada à exploração de sensores, estendida às três estações radar e CA, poderão ser adicionadas estações de terra que partilharão essa rede, da mesma forma que numa rede local de uma Unidade podemos ter utilizadores concorrentes a partilhar a mesma ligação.

Neste caso, poderemos ter várias estações de terra (uma para cada tipo de plataforma, caso não exista uma "universal" que consiga receber dados dos diversos sistemas utilizados pelas aeronaves da FAP) que utilizarão essa rede. Importa apenas acautelar a largura de banda disponível e a harmonização das configurações de rede.

**Q5- Conseguem antecipar-se vantagens no uso de uma rede de cobertura nacional como a descrita para utilização de uma UAV Classe III por comparação ao uso de comunicações por satélite? (ordem de grandeza dos custos, largura de banda disponível...)**

Quer em termos de custos como de largura de banda disponível, existem vantagens em utilizar um segmento terrestre que é explorado e controlado na sua totalidade a nível militar nacional. Não há custos associados ao consumo de largura de banda (mas há que considerar os custos de aumento da capacidade caso se venha a revelar que a existente é insuficiente). No caso do segmento espacial, a disponibilidade é reduzida, a largura de banda é menor e os custos são elevados.

Não disponho, no entanto, de valores de referência para o segmento espacial que possa avançar. As experiências que temos são para larguras de banda na casa dos 256 kb/s, o que presumo ser insuficiente para o que é pretendido.



## Anexo D – Roadmap UAS

<i>Actividade</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>
Desenvolvimento e maturação de protótipos Classe II	AFA							
Estabelecimento de parcerias com indústria e transferência de tecnologia		GT						
Produção de UAS Classe II								
Coordenação e implementação		GT						
IOC UAS Classe II				CA				
FOC UAS Classe II						CA		
UAS Classe III em LPM								
Processo de aquisição								
Aquisição de UAS Classe III								
IOC UAS Classe III								CA

Figura nº 10 - Roadmap tentativo  
Fonte: (EMFA, 2013, p. 5-9)



## **Anexo E – Cenários utilização UAS**

Cenário 1 – Utilização simultânea em operações de dois UAV Classe II e um UAV Classe III.

Um UAV Classe II descola de Beja (base mãe) para controlo de pescas e fiscalização de imigração ilegal ao largo da costa algarvia. O controlo e exploração (após a descolagem) estão a ser feitos no CA através de equipas especializadas para o efeito utilizando a rede de repetidores terrestres LOS (ex. Fóia). Recorrendo à rede de comunicações instalada entre as entidades beneficiárias do UAS, o produto operacional é passado em tempo real, sempre que se justifique, para o Comando Naval ou para Comandos de forças policiais.

O outro UAV Classe II descola de Ovar (ou outra localização conveniente) para assistir o Comando responsável pela segurança de um evento do tipo “volta a Portugal em bicicleta”. Devido à necessidade de utilizar informação em tempo real em localização remota e mutável, o Comando é acompanhado por uma GCS móvel que recebe o controlo e exploração do UAV após a sua descolagem. As comunicações estão a ser feitas diretamente entre a GCS e o UAV em LOS.

O UAV Classe III descola de Beja (base mãe) para uma missão de vigilância marítima a este dos Açores. O controlo e exploração do UAV estão a ser feitos a partir do CA utilizando comunicações via satélite (BLOS). Enquanto o UAV está em rota (já a utilizar os sensores na missão de vigilância) o CA recebe um pedido do *Maritime Rescue Coordination Center* para iniciar as buscas dum sinal emergência que se encontra a 1 hora da posição do UAV. Simultaneamente são ativados os meios de salvamento aéreos e de superfície. O helicóptero recebe em rota as coordenadas exatas do alvo, após os operadores do UAV no CA terem conseguido determinar a sua posição usando o SAR de alta resolução e confirmado com o sensor eletro-ótico.



Cenário 2 - Utilização de uma patrulha persistente dos UAV Classe II e de operação destacada dos UAV Classe III.

Três UAV Classe II, juntamente com a unidade móvel de LRGCS (que estava em Ovar) e pessoal de aprontamento são destacados para a base do Montijo. Este UAS irá assegurar a vigilância e reconhecimento da área de Lisboa durante um evento de elevada visibilidade do tipo “Cimeira da NATO” que se irá prolongar por um período de 48 horas. Após a descolagem e procedimento de *handover*, o controlo e exploração dos UAV é feito a partir do CA, onde estão durante o decorrer da operação, elementos de ligação das entidades diretamente envolvidas na segurança do evento. Nos respetivos Comandos dessas entidades será possível receber o produto operacional do UAS.

A mobilização de três UAV está dimensionada para assegurar uma permanência de 24 horas/dia. Não obstante, se surgirem imprevistos, poderá ser descolado um UAV de Beja para se juntar à operação e o UAV com problemas poderá ser dirigido para a mesma base com o intuito de ser reparado pela equipa de manutenção residente.

Dois UAV Classe III, uma (LR)GCS e o pessoal necessário ao aprontamento, manutenção, e *Launch & Recovery* são destacados (via aérea) para um teatro de operações do tipo “Afeganistão”. Através das comunicações satélite (BLOS), o controlo e exploração do UAS durante a missão é feita a partir de Portugal utilizando o conceito de *Remote Split Operations*. No teatro, o UAS estará sob OPCON NATO, atuando como uma unidade capaz de realizar autonomamente missões de vigilância e de reconhecimento e localização de alvos. A GCS tem de conseguir ligar-se à rede de comunicações instalada e fazer chegar ao Quartel General do Comandante da Força Conjunta o seu produto operacional.