

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

MESTRADO EM CIÊNCIAS MILITARES

SEGURANÇA E DEFESA

2012/2014



DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**A TECNOLOGIA ESPACIAL NAS FORÇAS ARMADAS
PORTUGUESAS: PRESENTE E TENDÊNCIAS**

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



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**A TECNOLOGIA ESPACIAL NAS FORÇAS ARMADAS
PORTUGUESAS: PRESENTE E TENDÊNCIAS**

MAJ ENGEL PEDRO COSTA

Dissertação de mestrado do MCMSD 2012/2014

Pedrouços 2015



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

A TECNOLOGIA ESPACIAL NAS FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS: PRESENTE E TENDÊNCIAS

MAJ ENGEL PEDRO COSTA

Dissertação de mestrado do MCMSD 2012/2014

Orientador: Doutor/Tenente-Coronel/ João Paulo Nunes Vicente

Pedrouços 2015



Agradecimentos

A conclusão deste trabalho não teria sido possível sem o envolvimento e o apoio prestado por diversas pessoas e que recordo aqui com carinho, toda a justiça e agrado.

Assim, começo por expressar os meus sinceros agradecimentos ao orientador deste trabalho, o Tenente Coronel PILAV João Paulo Nunes Vicente, pela camaradagem, pela forma como me norteou em todo o processo, pela sua total e constante disponibilidade e partilha de conhecimento. Ficarei eternamente grato pela assistência contínua, orientação prestada e pela motivação inculcada, ao longo da elaboração do trabalho.

Aos meus filhos Madalena e Jaime, cujas brincadeiras não pude acompanhar conforme desejaria! Agradeço à minha esposa Célia, pela força e motivação constante! A eles um pedido de desculpa, pela ausência e menor disponibilidade e um agradecimento especial pela compreensão e apoio demonstrado durante a elaboração deste trabalho. A eles agradeço também pela coragem e vontade que me inculcaram e a alegria que me faz mover diariamente.

A todos os que pacientemente me cederam informação, me acompanharam, esclareceram dúvidas, apoiaram ou de qualquer outra forma contribuíram para a realização do presente trabalho.

A todos o meu muito obrigado!



Índice

Introdução.....	1
1. A tecnologia espacial nas operações militares da atualidade.....	5
a. Caraterização da tecnologia espacial - setor militar.....	6
b. Áreas de aplicação espacial em operações militares.....	8
(1) Multiplicadora de força.....	8
(a) Comunicações.....	9
(c) Aviso precoce de lançamento de mísseis.....	10
(d) Monitorização ambiental.....	10
(e) Posição, Navegação e Tempo (PNT).....	11
c. Análise de risco do usufruto da tecnologia espacial nas operações militares.....	13
(1) Potencialidades das tecnologias espaciais nas operações militares.....	13
(2) Vulnerabilidades das tecnologias espaciais nas operações militares.....	14
(3) Análise SWOT.....	17
d. Síntese conclusiva.....	18
2. Alternativa ao emprego da tecnologia espacial nas operações militares.....	20
a. Análise de alternativas - Dimensão tecnológica.....	21
(1) UAV.....	21
(2) Balões de alta altitude ou estacionários.....	25
(3) Mini/Micro satélites.....	25
b. Opção Estratégica.....	26
(1) OTAN - <i>Smart Defense</i>.....	27
(2) UE – <i>Pool and Sharing</i>.....	28
(3) Sistemas Comerciais.....	29
c. Síntese conclusiva.....	30
3. Caraterização presente e perspectivas futuras do emprego da tecnologia espacial nas FFAA.....	32
a. Empenho presente da tecnologia espacial nas FFAA.....	33
b. Análise do empenho da tecnologia espacial numa perspetiva conjunta nas FFAA.....	40
(1) Alternativa tecnológica.....	44
(2) Opção Estratégica.....	45
(3) Opção Organizacional.....	46



c. Síntese conclusiva.....	46
Conclusão	48
Bibliografia.....	54
Anexo A - Corpo de conceitos.....	A-1
Anexo B - Base concetual.....	B-1
Anexo C - Síntese aos programas espaciais de alguns países europeus (França, Alemanha, Itália, Espanha, Reino Unido, Bélgica e Grécia).	C-1
Apêndice A - Frequências e bandas empregues nas comunicações satélite	Ap-1



Índice de Figuras

Figura nº1 – Órbitas usuais dos satélites artificiais	5
Figura nº2 – Distribuição de satélites pelas finalidades.....	6
Figura nº3 – Evolução do princípio de guerra C2	12
Figura nº4 – Lixo espacial.....	15
Figura nº5 – Descrição da guerra de Clausewitz modificada.....	16
Figura nº6 – Benefícios operacionais mais relevantes pelo emprego da tecnologia espacial em operações militares.....	18
Figura nº7 – Evolução do emprego dos UAV	22
Figura nº8 – Evolução da largura de banda necessária à operação de UAV	23
Figura nº9 – Sistemas satélite por cada banda de comunicações	Ap-1



Índice de Tabelas

Tabela nº1 – Dados sobre satélites	7
Tabela nº2 – Áreas de missão espacial da OTAN	8
Tabela nº3 – Evolução da largura de banda em megabits por segundo (Mbps) para SATCOM de 1991 a 2003.....	9
Tabela nº4 – Armamento empregue nos últimos conflitos	11
Tabela nº5 – Matriz <i>SWOT</i>	17
Tabela nº6 – Informação emitida pelo PoSAT-1 até 2000.....	32
Tabela nº7 – Empenho da tecnologia espacial na Marinha.....	34
Tabela nº8 – Empenho da tecnologia espacial no Exército	35
Tabela nº9 – Resumo das valências (tecnologias espaciais) existentes nos meios da Força Aérea	36
Tabela nº10 – Empenho da tecnologia espacial na Força Aérea	37
Tabela nº11 – Tabela com as MIFA das FFAA	41
Tabela nº12 – Níveis de ambição	42
Tabela nº13 – Relação capacidades do SF vs área multiplicadora de força	43
Tabela nº14 – Relação das áreas de capacidades do SF vs UAV	45
Tabela nº15 – Corpo de conceitos	A-1
Tabela nº16 – Base concetual	B-1



Resumo

A presente investigação visou a identificação e avaliação do tipo de suporte que a tecnologia espacial garante às operações militares da atualidade, com enfoque nas FFAA, tendo também por base a revisão realizada em 2014, aos documentos estruturantes da Defesa.

As vantagens proporcionadas pelas valências da tecnologia espacial e a dependência nesta para a pressecução do valor dissimétrico verificado nas operações militares da actualidade, justificam *per si* a abordagem realizada nesta investigação. Por outro lado a redefinição dos documentos nacionais estruturantes para a Defesa, justificam e motivaram o desafio no que respeita á avaliação do emprego da tecnologia espacial no seio das FFAA, numa perspectiva conjunta, procurando eventual optimização do seu emprego.

Nesta investigação foi possível identificar o nível de integração da tecnologia espacial, delimitado ao segmento dos satélites, nas atuais operações militares, onde se constata que assumem um papel relevante face às suas características potenciadoras de sinergias. Identificou-se, com base doutrinária, o tipo de funções em que a tecnologia espacial é empregue em operações militares e buscaram-se exemplos documentados referentes aos recentes conflitos, que permitiram relevar a importância atual da tecnologia espacial nas operações militares. Foram também identificadas as potencialidades e vulnerabilidades do emprego e usufruto da tecnologia espacial em operações militares, tendo sido particularizada a relevância para a consciência situacional, integração de sistemas, e fomento da eficácia e eficiência dos recursos e meios.

Da investigação realizada foram apreciadas alternativas aos satélites, sempre com o propósito das valências proporcionadas para as operações militares, com o intuito de identificar níveis de dependência desta tecnologia como instrumento ao serviço das operações militares, focando as dimensões tecnológica e estratégica. Foi possível concluir que será possível identificar alternativas à tecnologia espacial, em algumas valências, mas com limitações ou constrangimentos no empenho em operações militares.

Por fim, no âmbito da avaliação realizada do emprego da tecnologia espacial no seio das FFAA, numa perspectiva conjunta, onde a ênfase foi a busca pela eventual optimização do seu emprego, foi possível identificar aplicações e tendências, tendo por base os níveis de ambição e cenários tipificados nos documentos estruturantes da Defesa revistos em 2014. A investigação permitiu identificar uma necessária otimização do emprego da tecnologia espacial pelas FFAA, que participa para os níveis de ambição definidos no CEM, e afirma-se como um meio facilitador para o emprego de meios.



Abstract

This research aimed to identify and assess the type of support that space technology ensures the military operations of today, focusing on the Portuguese armed forces, and also based on a review, conducted in 2014, in the structuring documents of defence.

The advantages provided by the valences of space technology and dependence in the present military operations justify the approach made in this investigation. On the other hand the redefinition of national structuring documents for the defense, justify and motivate the challenge with focus evaluating the use of space technology within the Portuguese armed forces, looking for possible optimization of their employment.

In this investigation it was possible to identify the level of space technology integration, bounded to the segment of the satellites in the current military operations where it can be seen that play a relevant role face to their characteristics potentiate synergies. Is identified, with doctrinal base, the type of functions in that space technology is used in military operations and sought to documented examples related to recent conflicts, which allowed reveal the current importance of that technology. They also identified the strengths and vulnerabilities of employment and enjoyment of space technology in military operations which were individualized relevance for situational awareness, systems integration, and promoting the effectiveness and efficiency of resources and means.

The present investigation also were considered alternatives to satellites whenever the purpose of the valences provided for military operations in order to identify levels of dependence of this technology as a tool in the service of military operations, focusing on technological and strategic dimensions. It was concluded that is possible to identify alternatives to space technology in some valences, but with limitations or constraints on the commitment to military operations.

Finally in the evaluation carried out of the use of space technology within the Portuguese armed forces, where the emphasis was the search for possible optimization of your job, it was possible to identify trends and applications, based on the levels of ambition and scenarios typified in the structuring documents of defence reviewed in 2014. A research identified a necessary optimization of the use of space technology for the Portuguese armed forces, participating for the levels of ambition, states and to facilitating the use of means.



Palavras-chave

Operações militares, satélites, tecnologia espacial, Forças Armadas Portuguesas



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

AJP - 3.3(A)	<i>Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations</i>
ASAT	Armamento Antissatélite (<i>Anti-satellite weapon</i>)

B

BLOS	<i>Beyond line-of-sight</i>
------	-----------------------------

C

C2	Comando e Controlo
C3	Comando, Controlo e Comunicações
C4I	Controlo, Comando, Informática, Comunicação e Inteligência
CAP	<i>Combat Air Patrol</i>
CEDN	Conceito Estratégico de Defesa Nacional
CEM	Conceito Estratégico Militar
CEM-C	Curso de Estado-Maior Conjunto
CSUE	Centro de Satélites da União Europeia

D

DMPDM	Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar
DCSI/EMGFA	Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação do Estado Maior General das Forças Armadas
DoD	<i>Department of Defense</i>
DSP	<i>Defense Support Program</i>

E

EDA	Agência Europeia de Defesa (<i>European Defense Agency</i>)
ELINT	<i>Electronic Intelligence</i>
EMGFA	Estado-Maior-General das Forças Armadas
ESA	Agência Espacial Europeia (<i>European Space Agency</i>)
EUA	Estados Unidos da América

F

FFAA	Forças Armadas Portuguesas
FND	Forças Nacionais Destacadas
FRI	Força de Reação Imediata

G

GCR	Guerra Centrada em Rede
-----	-------------------------



GMES	<i>Global Monitoring for Environment and Security</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite Systems</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
H	
H	Hipótese
HF	Alta Frequência
I	
IESM	Instituto de Estudos Superiores Militares
NIFC	<i>NATO Intelligence Fusion Center</i>
IMINT	<i>Imagery Intelligence</i>
INS	<i>Inertial Navigation System</i>
INMARSAT	<i>International Maritime Satellite Organization</i>
IRNSS	Sistema Regional Indiano de Navegação por Satélite
ISAF	<i>International Security Assistance Force</i>
ISR	<i>Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i>
ISTAR	<i>Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance</i>
J	
JAPCC	<i>Joint Air Power Competence Center</i>
L	
LOS	<i>Line-Of-Sight</i>
M	
MASINT	<i>Measurement and Signature Intelligence Pattern of Life Intelligence</i>
MEO	<i>Medium Earth Orbit</i>
MIFA	Missões das Forças Armadas
N	
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
O	
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OIF	<i>Operação Iraqi Freedom</i>
OEF	<i>Operação Enduring Freedom</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte (NATO - <i>North Atlantic Treaty Organization</i>)



P

PCSD	Política Comum de Segurança e Defesa
PGM	<i>Precision Guided Munitions</i>
PNT	<i>Position, Navigation and Timing</i>

Q

QC	Questão Central
QD	Questão Derivada
QZSS	Sistema <i>Quasi-Zenith</i>

S

SATCOM	Comunicações Satélite
SF	Sistema de Forças
SIFICAP	Sistema Integrado de Vigilância, Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca
SST	<i>Space Survey and Tracking</i>
SWOT	<i>Strength</i> (força), <i>Weakness</i> (fraqueza), <i>Opportunities</i> (oportunidades) e <i>Threats</i> (ameaças)

U

UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
UE	União Europeia
UCS	<i>Union of Concerned Scientists</i>



Introdução

O dia 7 de outubro de 2001 ficará registado nos anais de História como o início da Operação *Enduring Freedom* (OEF), início da luta contra o terrorismo numa resposta aos ataques perpetuados com aviões comerciais contra as *Twin Towers* do complexo *World Trade Center*. A OEF obrigou à mobilização da comunidade internacional, no desenvolvimento de uma segurança desterritorializada e projetável. Essa operação alterou o paradigma de ação da comunidade internacional.

O atual ambiente operacional afigura-se complexo sendo marcado por conflitos regionais e por ameaças dinâmicas, conducentes a instabilidade e a insegurança à escala global. Para fazer face a esta realidade, as organizações internacionais, nomeadamente a Organização das Nações Unidas (ONU), a Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) e a União Europeia (UE), procuram a segurança dos Estados e das pessoas, partilhando uma determinação comum em melhorar a capacidade de prevenção e gestão de crises, visando assegurar uma maior capacidade de resposta rápida e de projeção de meios civis e militares (GOCEDN, 2012, p.19).

Nesse desiderato, os recentes conflitos são caracterizados por forças expedicionárias, onde a tecnologia tem sido um instrumento ao serviço das operações militares, nomeadamente para os países ocidentais, que procuram contrariar a inferioridade numérica com os meios tecnologicamente avançados (Vicente, 2013, p.35).

A tecnologia tem participado na revolução do modo de fazer a Guerra (Roland, 2009), salientando-se a aquisição da informação pertinente ao emprego da força, permitindo o seu emprego de forma eficaz e eficiente em busca do máximo de efeitos pelo menor custo. Indissociáveis desta realidade estão os conceitos de Guerra Centrada em Rede (GCR), resultado da integração de tecnologias de informação nos sistemas de armas e nas redes de Comando e Controlo (C2) (Vicente, 2007 a), p.47), que permitem através de uma infraestrutura de informação em rede interligar os vários componentes do ambiente operacional (SACT, 2006, p.4). A informação disponibilizada aos decisores é mais complexa, mais minuciosa, encurtando o tempo da cadeia de comando para a tomada de decisão e da subsequente resposta militar (Baltazar, 2009).

As vantagens das novas tecnologias têm transformado as Forças Armadas. As plataformas tecnológicas têm servido de base à transformação do emprego da força. Novos conceitos operacionais emergem desta nova etapa evolutiva, materializados pelo papel da informação e a sua relevância na condução de operações militares (Ribeiro, 2003).



A capacidade de recolher a informação do teatro de operações resulta da aplicação de diversos sensores, que dependendo do teatro, estarão nos domínios do espaço marítimo, terrestre, aéreo ou mesmo espacial, e que se encontram interligados em rede. O benefício operacional da informação recolhida, que pela quantidade de sensores poderá ser imensa, será alcançado apenas se o seu processamento for eficiente e contribuir para a obtenção da consciência situacional. A superioridade na recolha de informação ou *intelligence* representa contudo uma das lacunas e prioridades estratégicas no seio da Política Comum de Segurança e Defesa (PCSD) da Europa, conforme indicado no Catálogo de Progressos de 2007 (Teixeira, 2010, p.22).

A informação obtida pelos diversos sensores presentes no teatro de operações poderá traduzir-se em vantagens para o líder militar, que fica na posse da imagem desse espaço, em tempo real, reduzindo-se desta forma as incertezas para a tomada de decisão. Tendo por base o conceito de GCR associado à tipologia de condução dos atuais conflitos, assentes em teatros de operações dinâmicos e complexos, a exatidão de Posição, de Navegação e Tempo (PNT) e a versatilidade de comunicações poderão assumir um fator vital para o sucesso (Thakur, 2011, p.76).

As valências proporcionadas pela tecnologia espacial têm sido a solução para garantir a transferência da informação e a maior valia da PNT, independentemente do teatro de operações ser no domínio do mar, terra ou ar. Por outro lado os satélites poderão ser o meio mais eficiente e eficaz de realizar vigilância e reconhecimento para áreas vastas, para além de estabelecer comunicações em largura de banda larga entre quilómetros de distância, conjugando a ubiquidade, mobilidade e velocidade.

O acréscimo havido na última década na largura de banda disponibilizada pelos satélites, à luz do aumento de sensores, poderá ser um sinónimo de maior precisão e de vantagem para a tomada de decisão, contudo, também poderá ser analisado como uma vulnerabilidade. Esta vulnerabilidade está associada à necessidade de interpretação dos dados recolhidos, mas também a uma dependência na tecnologia espacial para a permuta de informações.

O presente trabalho justifica-se pela pertinência do exposto anteriormente, referido à luz dos atuais conflitos e do presente estado de arte da tecnologia espacial. Esta investigação procurará analisar o exposto através de uma comparação com o estado da arte, no plano internacional, com a realidade existente no seio das Forças Armadas Portuguesas (FFAA), permitindo avaliar a relevância da tecnologia espacial para pequenas potências, como Portugal.



Será objeto desta investigação a análise à relação da tecnologia espacial com as operações no seio das FFAA, suportada nos documentos atuais e revistos em 2014 relativos às Missões das Forças Armadas (MIFA), garantindo desta forma uma maior atualidade e abrangendo todo o espectro de missões para além das de carácter militar.

Neste sentido, os objetivos definidos para a investigação foram:

- Identificar os benefícios operacionais e mesmo a dependência na tecnologia espacial em operações militares;

- Identificar e avaliar alternativas ao empenho dessa tecnologia e suas valências nas operações militares;

- Estabelecer um ponto de situação para as FFAA e a avaliação do emprego da tecnologia espacial no seio das FFAA, numa perspetiva conjunta, procurando eventual otimização do seu emprego.

A abordagem a realizar neste trabalho de investigação será também delimitada no seio da tecnologia espacial, fundamentalmente aos satélites. A tecnologia espacial apresenta-se como uma valência de duplo uso, no setor civil e militar, no entanto, a investigação decorrerá essencialmente na vertente militar. Entenda-se por tecnologia espacial aquela que é desenvolvida para operar a partir ou no espaço.

A presente investigação, que foi desenvolvida e estruturada utilizando uma metodologia hipotético-dedutiva, conforme proposto por Raymond Quivy e Luc Van Campenhoudt (Quivy, 2003), teve como base orientadora a seguinte questão central (QC):

QC: Qual a relevância da tecnologia espacial nas missões das FFAA?

A presente QC deu origem às seguintes questões derivadas:

QD1: Qual a importância da tecnologia espacial nas operações militares da atualidade?

QD2: Quais as alternativas à tecnologia espacial no espectro de emprego em operações militares?

QD3: Em que medida a tecnologia espacial contribui para a otimização do produto operacional das FFAA?

O modelo de análise assenta essencialmente nos conceitos de tecnologia e capacidade espacial, de vantagem e desvantagem, em prol das operações militares e no entendimento de alternativa, na perspetiva da busca por uma solução opcional à tecnologia espacial. Particulariza-se o modelo para o caso nacional, contudo propõe-se a análise ao Anexo A, onde estão vertidos os conceitos referidos e outros aplicados ao longo do presente trabalho. No Anexo B é apresentada a base concetual orientadora da abordagem realizada.



As hipóteses a testar no âmbito desta investigação serão as seguintes:

Hipótese 1 (**H1**) - Há benefícios operacionais que decorrem da aplicação da tecnologia espacial nas operações militares.

Hipótese 2 (**H2**) - Existem soluções tecnológicas e estratégicas, que por um lado permitem encontrar alternativas à tecnologia espacial, e por outro lado aumentam a disponibilidade das tecnologias espaciais existentes.

Hipótese 3 (**H3**) - O emprego da tecnologia espacial pelas FFAA pode ser otimizado.

Quanto aos instrumentos de pesquisa utilizados, além da revisão bibliográfica recorreu-se à análise de relatórios técnicos sobre o tema, artigos científicos e, como sustentação para o estudo de caso nacional, a entrevistas no seio dos Ramos e de elementos integrantes na Força de Reação Imediata (FRI), por se tratar de uma força de cariz expedicionário que espelha a realidade operacional das operações conjuntas nacionais.

A investigação trata de um caso de estudo da realidade operacional nacional, tendo como sustentação a conjuntura internacional no âmbito do emprego de tecnologias espaciais, para as quais foi realizada uma análise sob uma matriz *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* (SWOT) que permitiu avaliar as essenciais potencialidades e vulnerabilidades do seu empenho no seio das operações militares.

Relativamente à organização e conteúdo, o presente trabalho para além da introdução, pressupõe três capítulos, para análise de cada uma das hipóteses elaboradas, finalizando com as conclusões que representarão a súmula da investigação realizada e onde serão apresentados os resultados obtidos assim como algumas recomendações consideradas pertinentes.

O primeiro capítulo possibilita um enquadramento generalista e uma abordagem do emprego atual da tecnologia espacial com enfoque nas operações militares, permitindo a identificação das principais potencialidades e vulnerabilidades operacionais pelo emprego das valências proporcionadas com esta tecnologia.

O segundo capítulo permite avaliar alternativas ao emprego da tecnologia espacial, tendo sempre como propósito as valências para as operações militares, focando as dimensões tecnológica e estratégica.

O terceiro capítulo identifica o emprego atual da tecnologia espacial pelas FFAA, procurando os aspetos essenciais no seio dos Ramos e no âmbito conjunto. Neste último capítulo será avaliada a tendência atual do empenho da tecnologia espacial tendo por base os níveis de ambição e cenários tipificados no atual Conceito Estratégico Militar (CEM), assim como as MIFA resultantes.

Em anexo, para além do corpo de conceitos (Anexo A) e base concetual (Anexo B), é apresentada uma síntese aos programas espaciais de países europeus (Anexo C).

1. A tecnologia espacial nas operações militares da atualidade

“...space forces will not be “war winners” but can provide crucial support.”

(Oldenburg, 2007, p.vii)

A tecnologia espacial será o produto da ciência e da engenharia desenvolvida para operar a partir ou no espaço, sendo que o espaço será delimitado a partir da altitude de 100km, acima da superfície da Terra (Chun, 2006, p.14). O enfoque será apenas no segmento dos satélites, justificado pelo crescente empenho e pelas valências proporcionadas nos teatros de operação da atualidade, pretendendo identificar eventuais benefícios operacionais que decorrem da aplicação destes meios tecnológicos nas operações militares. Na dimensão dos satélites, para além de poderem ser catalogados por finalidade e emprego, poderão ser agrupados por órbitas. A figura seguinte apresenta as órbitas usuais dos satélites:

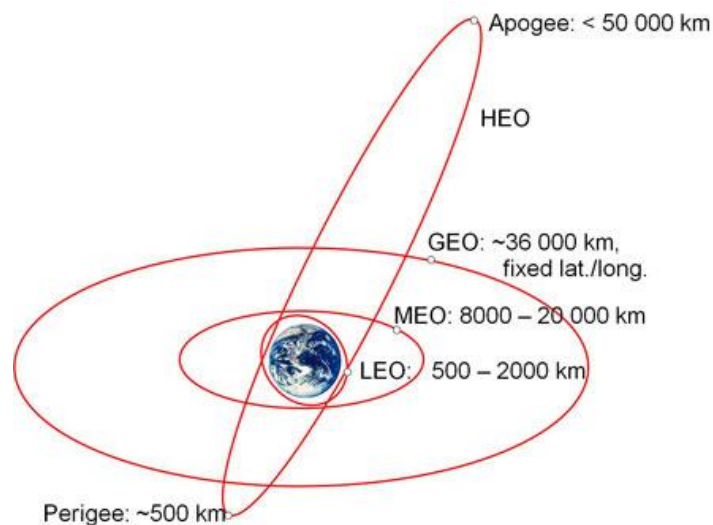


Figura nº1 – Órbitas usuais dos satélites artificiais

Fonte: (Hall, 2006, p.3)

De acordo com a base de dados da *Union of Concerned Scientists* (UCS), de 31 de janeiro de 2015, existem em órbita um total de 1265 satélites operacionais, para fins múltiplos, inclusivamente com aplicabilidade dual, isto é, com empregabilidade no setor civil, militar ou ambos. A figura seguinte permite identificar as principais finalidades dos satélites.

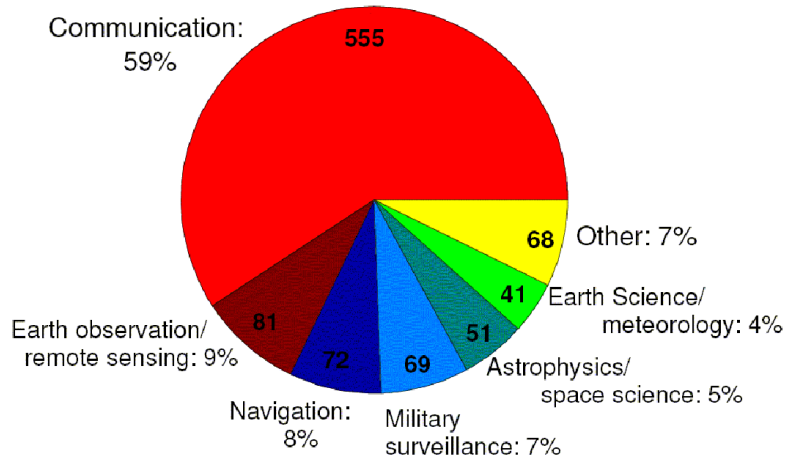


Figura nº2 – Distribuição de satélites pelas finalidades

Fonte: (UCS, 2015)

A visão de emprego dual da tecnologia espacial terá de estar sempre presente na análise aos propósitos e sua empregabilidade. Contudo, considerando o propósito desta investigação, importa efetuar a caracterização da tecnologia espacial com ênfase na sua aplicabilidade no setor militar.

a. Caracterização da tecnologia espacial - setor militar

Dentro da totalidade dos satélites existentes, a Europa possui cerca de 8% dos equipamentos operacionais, sendo que os Estados Unidos da América (EUA)¹ será o ator dominante em número, possuindo cerca de 42% (UCS, 2015). A tabela seguinte, permite identificar alguns dados relativos à tecnologia espacial, de onde se salienta que do total de satélites operacionais dos EUA, 160 têm aplicação exclusivamente militar, representando, de acordo com a mesma fonte, um incremento de 13% face aos valores de 2013. A Europa

¹ A Rússia e a China terão 10% do total, possuindo cerca de 131 e 132 satélites operacionais em órbita. De acordo com a UCS, a China passou de 93 satélites operacionais em 2012, para os atuais 132 (incremento de 40%), ao passo que a Rússia manteve constante o seu valor. A evolução registada denota a vontade da China em alcançar um patamar de relevo como potência espacial (Cheung, 2013, p.112).



possui cerca de 36 satélites para esse fim exclusivo (UCS, 2015), na posse dos atores europeus França, Alemanha, Itália, Espanha, Reino Unido, Bélgica e Grécia².

Tabela nº1 – Dados sobre satélites

Fonte: (UCS, 2015)

Satellite Quick Facts (includes launches through 1/31/15)			
Total number of operating satellites: 1,265			
United States: 528	Russia: 131	China: 132	Other: 474
LEO: 669	MEO: 94	Elliptical: 37	GEO: 465
Total number of U.S. satellites: 528			
Civil: 18	Commercial: 229	Government: 121	Military: 160

Na Europa, os destaques resultam sobretudo de programas espaciais desenvolvidos no seio da Agência Espacial Europeia (ESA), entre os quais se salienta o Programa *Galileo* e o *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES)³. O primeiro permite o desenvolvimento de uma capacidade própria de navegação e de monitorização que porventura poderá capacitar a Europa com sistemas autónomos face aos providenciados pelo *Global Positioning System* (GPS) propriedade dos EUA, visando dotar a Europa de independência no guiamento de equipamentos, numa busca pelo fim da dissimetria nesta vertente. O Programa GMES poderá permitir o controlo permanente dos espaços de interesse estratégicos, tais como fronteiras, vigilância marítima e mesmo ajuda humanitária e proteção civil, entre outras valências (Patriciello, 2011).

Da totalidade dos 356 satélites com aplicações militares, constante na base de dados da UCS, onde se incluem satélites com aplicações também civis, comerciais e governamentais, numa clara alusão à dualidade de emprego desta tecnologia, 31% correspondem a equipamento com finalidades para comunicações satélite (SATCOM), 27% a

² São atores com valências militares contudo, não se poderá omitir as valências comerciais. Na Europa, os países com maior número de satélites são: Alemanha (16%), Reino Unido (12%), Luxemburgo (11%) e França (10%). A ESA possui 14% dos satélites na Europa (UCS, 2014).

³ O programa GMES passou a denominar-se *Copernicus* desde 11 de dezembro de 2012.



equipamentos inseridos nos sistemas de navegação e de monitorização e 25% com fins de observação, vigilância e reconhecimento, estando os demais inseridos para finalidades como avisos precoce, *remote sensing* e desenvolvimento tecnológico (UCS, 2015).

b. Áreas de aplicação espacial em operações militares

A doutrina orientadora do emprego da tecnologia espacial em operações militares, no seio da OTAN, é o *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations* (AJP-3.3(A)). Este documento, abarca e reconhece no seu capítulo nº6, seção III, a mais valia e contributo da tecnologia espacial nas operações militares, numa perspectiva mais abrangente que supera a dimensão dos satélites, foco da presente investigação, definindo como áreas de missão espacial as seguintes:

Tabela nº2 - Áreas de missão espacial da OTAN

Fonte: (OTAN, 2009, pp.6-1 - 6-5)

Áreas de Missão Espacial	Observações/Emprego
Controlo Espacial	Empregue para obter/manter o grau pretendido de superioridade espacial, incluindo capacidades de detetar, monitorizar e avaliar atividades no espaço, e operações ofensivas e defensivas.
Multiplicadora de força	Empregue para melhorar as operações militares, pelo usufruto dos sistemas no espaço, tais como: comunicações satélite (SATCOM), ISR, aviso precoce de lançamento de mísseis, monitorização ambiental e navegação, posição, velocidade e tempo (sincronização).
Apoio Espacial	Relacionadas com as capacidades transversais às áreas de missão espacial, como sejam os lançadores, sistemas de controlo e operações de satélites.
Aplicação de Força Espacial	Relacionada com a aplicação de força de, e através do espaço, contra objetivos terrestres.

Procurar-se-á seguidamente apresentar para a área de missão multiplicadora de força, algumas das capacidades disponibilizadas em prol das operações militares. As áreas de missão, controlo espacial e aplicação de força espacial, não serão abordadas por estarem relacionadas com valências que a OTAN ainda não possui ou ainda não foram adequadamente tratadas e porque não terão, do seu usufruto direto, contributo para as operações militares (Single, 2009, p. 23).

(1) Multiplicadora de força

Esta área de missão permite incrementar a eficácia das operações militares, sobretudo pelo fomento permitido de consciência situacional. Identificam-se nesta área, cinco divisões que permitem expressar a referida eficácia: comunicações; *Intelligence*, *Surveillance* e



Reconnaissance (ISR); aviso precoce de lançamento de mísseis; monitorização ambiental; PNT.

(a) Comunicações

As SATCOM são um elemento crucial nas missões das Forças Armadas dos EUA e dos seus aliados nos recentes conflitos (Military & Aerospace, 2013). Já na década de 80, mais de 70% das comunicações militares dos EUA, eram transmitidas empregando SATCOM desenvolvidos pelos programas da Defesa na NASA (Paikowsky, 2008, p.5). A tabela seguinte mostra a evolução havida na largura de banda disponível para SATCOM:

Tabela nº3 – Evolução da largura de banda em megabits por segundo (Mbps) para SATCOM de 1991 a 2003

Fonte: (Hays, 2011)

Conflito	Largura de banda
<i>Desert Storm</i> (1991)	100 Mbps
<i>Allied Force</i> (1999)	100 Mbps
<i>Operation Enduring Freedom(OEF)</i> (2001-02)	100 – 2.000 Mbps
<i>Operation Iraqi Freedom (OIF)</i> (2003)	3.000 Mbps

À evolução registada é indissociável a importância da superioridade informacional, no seio dos conceitos da GCR, para as operações militares da atualidade. Entre a operação *Desert Storm* e a OIF, a largura de banda disponível por satélite aumentou de 100Mbps, para 3000Mbps, que se traduz num aumento de 3000% (30 vezes superior).

Mesmo com uma largura de banda superior, na OIF, foi necessário priorizar as comunicações, “provocando demoras de transmissão e interpretação de ordens” (Vicente, 2007a), e restrições no número de alvos e saídas de aeronaves (Hall, 2006, p.16), com efeitos no desenrolar das operações, denotando a dependência das mesmas nos sistemas informacionais, sobretudo ao nível tático.

Os valores anteriores serão mais relevantes quando o efetivo de militares diminuiu 45% entre as operações (Vicente, 2008, p.58). Outro dado relevante destes conflitos foi o emprego de satélites comerciais, que foram responsáveis por 80% das SATCOM realizados pelos EUA durante a OIF, que representou um aumento de 45% face ao registado na operação *Desert Storm* (Grant, 2005, p.10).



As aplicações identificadas no seio das SATCOM compreendem a integração de dados, sob o conceito de GCR, mas também apoio logístico, operacional e tático⁴, nomeadamente para permitir conexões interativas entre *sites* nacionais e destacados, acessos à internet, integração das redes terrestres e suporte às plataformas furtivas *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) (Italiana, 2012). As SATCOM serão uma adequada alternativa às comunicações terrestres, com a vantagem de superarem as limitações de propagação pela distância e obstáculos.

(b) ISR

As ações ISR contribuem para as quatro fases das operações militares. No planeamento e preparação releva-se o seu contributo para a *Intelligence Preparation of Battlefield/Environment*, facultando informações proeminentes para determinar as modalidades de ação. Na execução e avaliação das operações militares, salienta-se o contributo para a consciência situacional do campo de batalha.

Na ação *Intel*, esta área de missão da tecnologia espacial, poderá ter um vasto leque de cooperação para as operações militares, destacando-se pelas imagens recolhidas (IMINT - *Imagery Intelligence*) e por sinais eletromagnéticos (SIGINT - *Signals Intelligence*, ELINT - *Electronic Intelligence* e MASINT - *Measurement and Signature Intelligence Pattern of Life Intelligence*).

Esta área de missão espacial mostra-se inclusivamente como um vetor de dependência das atuais operações militares (Johnson, A et al., 2012), sobretudo pelo valor proporcionado para a consciência situacional.

(c) Aviso precoce de lançamento de mísseis

A nível defensivo também é possível identificar contributos dos satélites, resultantes do seu posicionamento global, nomeadamente no que respeita ao sensoriamento de avisos prévio de ataques. A valência está relacionada com a deteção prévia de lançamento de mísseis, tal como o *Defense Support Program* (DSP), cujos exemplos de emprego operacional possibilitaram a deteção de lançamentos de mísseis SCUD iraquianos durante as duas Guerras do Golfo.

(d) Monitorização ambiental

A previsão meteorológica, inserida nesta área, contribui para as operações militares nas suas quatro fases. Para além de contribuir para decisões estratégicas de manobra, poderá

⁴ Conforme empenho pelas Forças de Operações Especiais, em maio de 2011, na captura de Bin Laden (Bergmann, 2012).



também participar para a escolha do armamento a empregar. À valência da previsão meteorológica estão associados valores de segurança e poupanças de recursos e por conseguinte financeiras pelo apoio à decisão, permitindo evitar, por exemplo, saídas de aeronaves perante más condições atmosféricas.

Nesta área, para além da valência para a previsão meteorológica, também será possível relevar o papel da tecnologia espacial para a monitorização de áreas de interesse nacional, sendo proeminente a sua posição no espaço, que para além de elevada, facto que lhe concede uma visão global, está alheia às condições físicas do campo em monitorização.

(e) Posição, Navegação e Tempo (PNT)

Nesta valência poder-se-ão identificar os sistemas em uso⁵, o GPS e GLONASS⁶, e os que se encontram em edificação, o *Galileo* (no seio da ESA) e o *Beidou/COMPASS* (em desenvolvimento pela China) (Araraki, 2009) (Paikowsky, 2008).

Nesta área, a contribuição em operações militares extravasa o emprego na movimentação, facultando valências úteis à sincronização e consciência situacional, pelo usufruto do conhecimento e distribuição de forças e alvos. Neste conceito de consciência situacional, salienta-se a integração de sistemas de georreferenciação embebidos em soldados e meios⁷ para evitar situações de fratricídio e para apoio à decisão (About.com, 2014).

Para além disso, poderá ser relevada esta valência para o emprego de armamentos de precisão, no guiamento das *Precision Guided Munitions* (PGM). Os dados da tabela seguinte permitem identificar que o emprego de armamento guiado, com navegação por satélite e laser, tem tido uma aplicação crescente ao longo dos últimos conflitos. A este armamento está associada maior precisão, eficiência e eficácia, sendo conducente a uma menor possibilidade de danos colaterais, fator importante no seio da opinião pública, geradora também de influência para a preparação e condução de operações militares.

Tabela nº4 – Armamento empregue nos últimos conflitos

Fonte: (Hays, 2011) (Nogueira, 2013, p.319)

⁵ No seio dos *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS), para além dos assinalados, a Índia e o Japão estão a desenvolver sistemas de âmbito regional, o Sistema Regional Indiano de Navegação por Satélite (IRNSS) e o Sistema *Quasi-Zenith* (QZSS), respetivamente.

⁶ Operado pela Rússia. Como curiosidade, pela relevância que a região do Ártico poderá assumir, este sistema, por orbitar com 64,8° de inclinação, em vez de 55° do GPS, providenciará uma melhor cobertura nesta região (Baltazar, 2009).

⁷ *Friendly force tracker*.

Conflito	Duração	Armamento		
		Não guiado	Laser	GPS
<i>Desert Storm</i> (1991)	37 dias	245.000 (92%)	20.450 (8%)	0%
<i>Allied Force</i> (1999)	78 dias	16.000 (66%)	7.000 (31%)	700 (3%)
<i>Enduring Freedom</i> (2001-02)	90 dias	9.000 (41%)	6.000 (27%)	7.000 (32%)
<i>OIF</i>	29 dias	9.251 (32%)	19.948 (68%)	
<i>Unified Protector</i> (2011)	227 dias	0%	3.644 (56%)	2.844 (44%)

Dos dados da tabela anterior será de relevar que durante a *Unified Protector*, o armamento empregue, foi totalmente de precisão⁸, constituindo esta operação como um marco nesta valência.

As valências proporcionadas pela tecnologia espacial, contribuem para a revolução do modo de fazer a Guerra, destacando-se a evolução no princípio de guerra C2, permitindo ultrapassar a resposta reativa para uma capacidade de ação em tempo real, justificada pela constante consciência situacional. Da figura seguinte, que pretende espelhar a evolução havida, destacar-se-ia a inflexão oposta entre rendimento de informação e o investimento na estrutura de forças, alinhada pela maior eficiência e eficácia no empenho dos recursos.

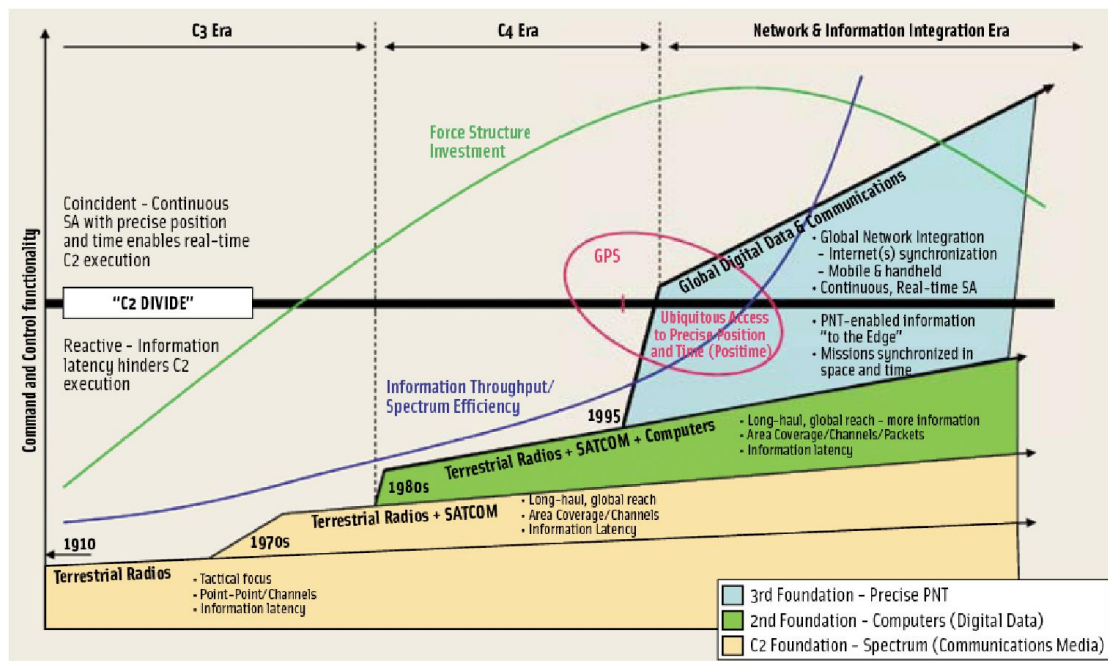


Figura nº3 – Evolução do princípio de guerra C2

Fonte: (Mcneff, 2010)

⁸ A tecnologia espacial assume particular importância no emprego de armamento guiado por laser, visto que os alvos foram designados por UAV operados de forma remota, em vez dos tradicionais controladores aéreos avançados no terreno (Nogueira, 2013, p.334).



c. Análise de risco do usufruto da tecnologia espacial nas operações militares

Das características dos satélites, com particular importância para as operações militares, salienta-se a persistência⁹, perspectiva¹⁰, acesso global, penetração¹¹ e capacidade de apoio sem estar fisicamente no seio da ação (JAPCC, 2010, p.4). Considerando estes atributos é possível identificar as mais relevantes potencialidades e vulnerabilidades do emprego da tecnologia espacial, nomeadamente satélites, nas operações militares.

(1) Potencialidades das tecnologias espaciais nas operações militares

A tecnologia espacial, pelas capacidades participadas é perspectivada como “elemento multiplicador de potencial de combate das forças militares que evoluem em Terra” (Dias, 2006, p.10). As suas valências permitem encurtar o tempo de decisão no combate, torná-lo mais eficiente e eficaz, permitindo uma redução do número de forças destacadas (Paikowsky, 2008). A criticidade enunciada ao nível da eficiência e eficácia reflete a importância do emprego de armamento guiado, da identificação dos alvos a atingir mas também na minimização dos danos colaterais no seio das operações militares (Miguel, 2009).

Os satélites poderão operar sem barreiras geográficas, sem violar linhas de fronteira traçadas pelos mapas ou áreas de interesse e serão por natureza independentes do terreno do teatro de operações (Balts, 2011). Há também a salientar que associado à sua posição, a operação da tecnologia espacial não envolve riscos humanos (Paikowsky, 2008). Estas potencialidades são mais relevantes quando por questões de segurança ou políticas se pretende um *footprint* limitado.

No que respeita a comunicações, os satélites caracterizam-se por ser um sistema de alta capacidade de tráfego, de emissão direcional e de difícil deteção, constituindo-se como valência de emprego dissimulado (Anwar, 2012).

A aplicação das valências espaciais, sinónimo também do processo de digitalização das operações militares, poderá traduzir-se na designada superioridade informacional, pelo conhecimento global do teatro de operações (Cepik, 2009). A superioridade informacional, indissociável das valências proporcionadas pela tecnologia espacial, afeta por sua vez o ciclo de decisão¹², aumentando a informação disponível e a rapidez de disseminação. A celeridade da execução do ciclo OODA é crítica no campo tático e será fruto de todo um tratamento de

⁹ Presença constante em órbita.

¹⁰ Posição elevada.

¹¹ Ação de sobrevoo sem violação do espaço aéreo.

¹² Ciclo desenvolvido por John Boyd, designado por Ciclo de Observar, Orientar, Decidir e Agir (Ciclo OODA).



dados e de informações, por vezes obtidas e disseminadas em tempo real, salientando-se o papel desempenhado pela tecnologia espacial para este valor operacional (Ribeiro, 2003).

(2) Vulnerabilidades das tecnologias espaciais nas operações militares

Como primeira vulnerabilidade poder-se-á identificar o custo elevado de desenvolvimento e operação da tecnologia espacial¹³. No que respeita às SATCOM, apesar do empenho crescente, o custo do seu usufruto mostra-se como uma vulnerabilidade, nomeadamente para a operação de UAV (Military & Aerospace, 2013). Estes custos poderão representar um fator determinante na operação desses meios, podendo ser estimados em cerca de US\$40K por MHz, por ano, perfazendo valores de US\$500K/ano, tendo por base o exemplo para uma¹⁴ operação *Combat Air Patrol* (CAP) na *International Security Assistance Force* (ISAF), em 2009, com o UAV *Predator* (USAF, 2009, pp.43-44).

Embora estando os satélites fora da dimensão terrestre, estão identificados métodos ou ações com vista a destruir ou neutralizar o emprego das capacidades resultantes da sua aplicação. O *jamming* ou a ação de *cyber attacks* estão entre esses métodos, com vista a interromper a comunicação entre satélites e estações terrestres. Para a destruição dos satélites foram já testados armamentos antissatélite (ASAT¹⁵), ataque por lasers¹⁶, ataques nucleares e mesmo através de mísseis ou de pequenos satélites (Bowman, 2012, p.9). Contribui para estas vulnerabilidades dos ataques aos satélites, o facto de estes possuírem trajetórias previsíveis, facilmente identificadas e cuja alteração afeta o seu tempo de vida, uma vez que obriga ao dispêndio de combustível de bordo.

Outra vulnerabilidade diz respeito à possibilidade de destruição ou inoperatividade dos satélites devido a eventuais acidentes entre os equipamentos ativos e lixo espacial, constituído por antigos satélites¹⁷ ou outras partículas libertadas pelo Homem na sua ação no espaço, nomeadamente testes ASAT. A figura seguinte ilustra a evolução havida no lixo espacial e a sua catalogação.

¹³ O custo de desenvolvimento e lançamento de um satélite poderá superar o valor de 1 bilhão de USD (Curiosity.Com, 2011).

¹⁴ A USAF realiza diariamente 65 CAP (Lee, 2013).

¹⁵ Em janeiro de 2007, a China efetuou um teste ASAT, seguido em 2008 pelos EUA, contudo os primeiros testes datam do período da Guerra Fria (Dias, 2006, p.14).

¹⁶ Em setembro de 2006, a China efetuou um teste laser para cegar satélites de ISR dos EUA (Cepik, 2009).

¹⁷ Em fevereiro de 2009, o satélite de comunicações *Iridium 33* colidiu com um antigo satélite russo *Cosmos 2251*, deixando o primeiro inoperacional (AGI, 2013), ou a colisão em janeiro desse ano, entre destroços do satélite chinês *Fengyun 1C* e uma nave russa (Space.com, 2013).

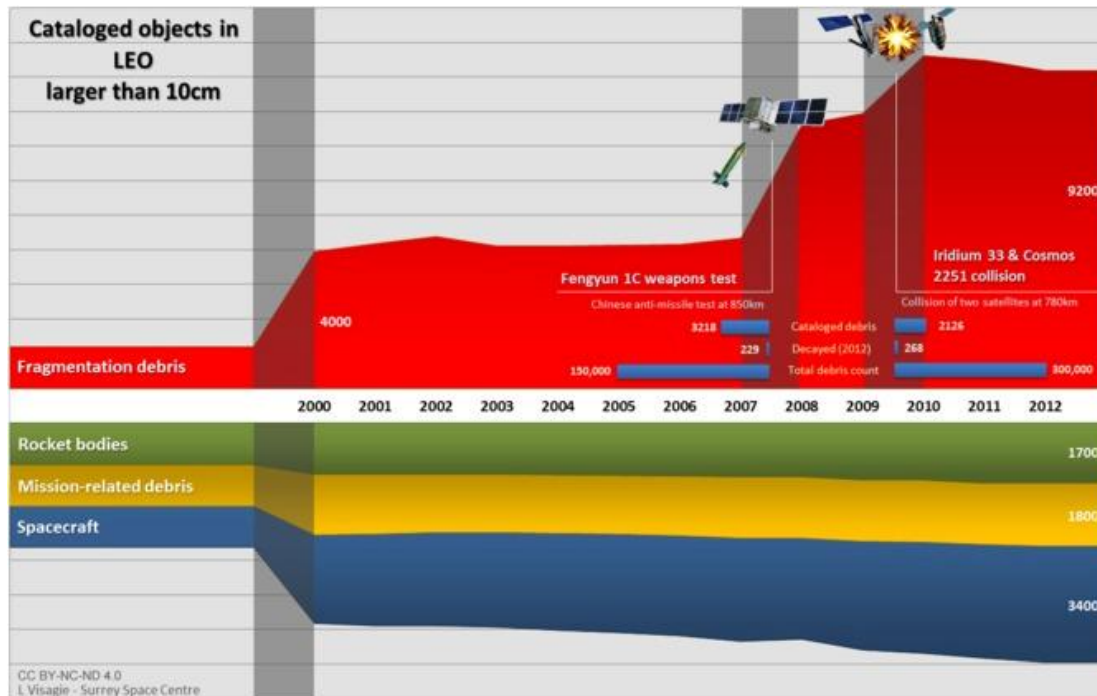


Figura nº4 – Lixo espacial

Fonte: (Schenk, 2014)

As condições atmosféricas espaciais podem ser também um elemento preponderante na operacionalidade dos satélites. Tempestades solares, que podem dar origem a rápidas mudanças de campos magnéticos¹⁸ ou correntes de partículas de alta energia, particularmente na *Medium Earth Orbit* (MEO), podem colocar em causa a integridade dos equipamentos ou reduzir o tempo de vida¹⁹ (NOAA, 2005).

Embora fora do âmbito deste trabalho de investigação, será relevante referir que as estações terrestres, responsáveis pelo controlo e monitorização dos satélites, bem como todas as infraestruturas de apoio à emissão e receção de sinais, são também vulneráveis a ataques e são inclusivamente consideradas mais vulneráveis do que os próprios satélites (The Parliamentary Office of Science and Technology, 2006).

Também perspetivada sob o ponto de vista de vulnerabilidade é a dependência atual no sistema GPS, sistema PNT usualmente empregue, suportado pelos EUA e operado através do Departamento de Defesa (Paikowsky, 2008). O desenvolvimento dos outros sistemas de

¹⁸ Em 2003, resultado da tempestade magnética "*Halloween*" foram danificados cerca de 30 satélites (The Parliamentary Office of Science and Technology, 2006).

¹⁹ O tempo de vida de um satélite é usualmente 15 anos, contudo é determinado pela fadiga dos materiais e pelo consumo de combustível para o manter em órbita (NOAA, 2005).

navegação mostra a importância e a necessidade de independência nesta valência (Gomes, 2005).

No seio das vulnerabilidades não se poderão sonhar as limitações resultantes da ocupação de frequências²⁰ e espaço em órbita, pelo congestionamento motivado pelo número crescente de satélites, que torna o espaço num território contestado e competitivo, , dificultando contudo os lançamentos e usufruto das capacidades (Bowman, 2012, p.4).

A possibilidade de empregar a tecnologia espacial na integração dos diversos meios terrestres, aéreos e navais, permitindo criar a consciência situacional do teatro de operações, obrigará à necessária interoperabilidade de meios (Paikowsky, 2008). O avanço tecnológico que os EUA possuem nesta vertente, inserida no conceito da GCR, poderá colocar em risco as operações com outros atores aliados, pelo que o fosso tecnológico reveste-se de um desafio disruptivo e de uma vulnerabilidade (Vicente, 2008). A complexidade de integração e operação conjunta e combinada são fatores de disrupção na cooperação e atuação, justifica que o planeamento para o novo ambiente estratégico deverá ser concebido em capacidades, contrariamente ao tradicional arquitetado em ameaças (JAPCC, 2010, p.9).

Este contexto de complexidade e da dominação material pela necessária interoperabilidade de meios, disponibilidade de informação e seu tratamento para a produção de conhecimento, permite acrescentar uma nova incerteza no domínio da guerra. A incerteza de Clausewitz, do ponto de vista da dependência e valor operacional proporcionado, é agravada pela introdução das tecnologias e quantidade de informação disponibilizada, podendo per perspetivada a dominação material como uma quarta dimensão, conforme ilustra a figura seguinte:

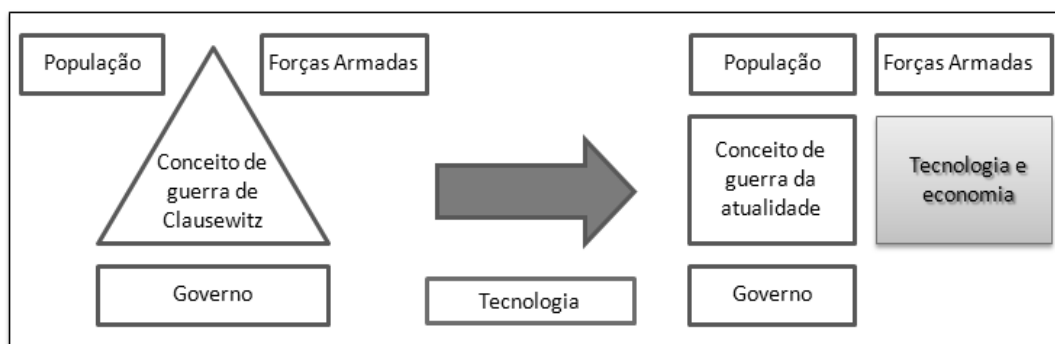


Figura nº5 –Descrição da guerra de Clausewitz modificada

Fonte: Adaptado (Handel, 1986, p.59)

²⁰ A entidade gestora das frequências é a *International Telecommunications Union* e congrega 174 países.



(3) Análise SWOT

A súmula das potencialidades e vulnerabilidades apresentadas anteriormente entre outras consideradas relevantes, poderá ser vertida na tabela seguinte, que permite uma avaliação mais contemplativa concentrando as perceções e identificando forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, face à aplicação da tecnologia espacial nas operações militares.

Tabela nº5 – Matriz SWOT

Forças (Pontos Fortes)	Fraquezas (Pontos Fracos)
As ações a desempenhar poderão ser realizadas sem violar fronteiras ou área de interesse.	Existência de equipamentos que permitem a destruição ou neutralização da tecnologia espacial, inclusivamente a vulnerabilidade das infraestruturas em terra.
Não envolve riscos humanos.	Limitações de cobertura, por vezes colmatada com recurso a satélites comerciais, facto que coloca em risco a segurança (necessário aplicar encriptação).
Elevada autonomia.	Emprego dependente das condições atmosféricas nomeadamente dos sistemas de precisão de navegação que são influenciados por interferências de nuvens, fumos ou mesmo chuvas fortes.
Alta capacidade de tráfego.	
Permite aumentar a eficiência e eficácia do emprego de armamento.	
Permite almejar a imagem do teatro de operações, conducente à consciência situacional e superioridade de informação.	Flexibilidade dos satélites é muito limitada e as órbitas dos satélites são em grande parte fixas e previsíveis, constituindo vulnerabilidade a ataques.
Oportunidades	Ameaças
Diminuição do número de efetivos envolvidos no teatro de operações.	O lixo espacial é uma ameaça à operacionalidade dos equipamentos.
Fomenta a inovação.	Sistemas dependentes da tecnologia, nomeadamente do sistema de navegação GPS.
Capacidade integradora dos meios.	Encurtamento dos ciclos de decisão ao mesmo tempo que se aumenta a informação disponível e sua complexidade (susceptibilidade de erro humano).
Ajuda ao desenvolvimento e reforço da segurança e defesa.	Ameaças de falhas de operação e interpretação por erro Humano.
Vantagens para a economia, pelo fomento do emprego e desenvolvimento tecnológico.	Ameaça de problemas de interoperabilidade de meios / fosso tecnológico em alianças.
	Dependência tecnológica para emprego de meios, que na sua ausência se poderá traduzir numa paralisia dos sistemas por falta de redundâncias em meios, doutrina e treino.
Apoio que poderá prestar na ajuda humanitária e proteção civil.	Disponibilidade de frequências e espaço em órbita.
	No seio da Europa não há uma cooperação de esforços.
Criação de valências de interesse nacional e internacional.	Conflitos de interesses dos atores.

Será contudo de aclarar da tabela anterior a ameaça que se identifica pela falta de cooperação no seio da Europa. Esta ameaça justifica-se pois, embora haja alguns programas

partilhados, conforme será apresentado no capítulo seguinte, existem ainda identificadas atuações individuais²¹. Estas ações poderão ameaçar a interoperabilidade e criam fossos tecnológicos entre atores internacionais que usualmente atuam nos mesmo teatros de operações.

A análise global às potencialidades e vulnerabilidades poderá ser conducente à identificação de benefícios operacionais. Conforme mostra a figura seguinte, os benefícios operacionais mais relevantes, pelo emprego da tecnologia espacial em operações militares, poderão ser expostos, por aplicação direta, pela integração de sistemas e eficácia e eficiência de recursos, incluindo de armamento. De forma indireta, resultado da diversa informação proveniente dos sensores, que carece de tratamento para validação e integração, salientam-se os benefícios obtidos pelo acréscimo de consciência situacional e superioridade informacional.



Figura n.º6 - Benefícios operacionais mais relevantes pelo emprego da tecnologia espacial em operações militares

d. Síntese conclusiva

Ao longo deste capítulo foi caracterizado o estado da arte no que respeita ao emprego da tecnologia espacial, nomeadamente satélites e suas valências, no seio das operações militares da atualidade. Foi possível identificar os principais atores internacionais, dos quais se destacou os EUA, com valências aplicáveis ao apoio às quatro fases que compõem as operações militares. Foi também possível caracterizar as áreas de aplicação espacial, com relevância à área multiplicadora de força, sobre a qual foram apresentados considerandos

²¹ Ver Anexo C, onde é apresentada uma síntese dos programas espaciais de alguns países europeus (países com satélites para fins exclusivamente militares) com capacidades no âmbito da Defesa ou das Forças Armadas (França, Alemanha, Itália, Espanha, Reino Unido, Bélgica e Grécia).



sobre o seu contributo às operações militares, tendo sido inclusivamente identificadas dependências e valores proporcionadores de dissimetria de Poder.

Por fim foram reconhecidas vulnerabilidades e potencialidades, pelo usufruto das valências proporcionadas pela tecnologia espacial, sem descurar o foco do apoio às operações militares. Foi possível concluir que existem benefícios operacionais que decorrem do usufruto da tecnologia espacial no seio das operações militares da atualidade, demarcando uma importância que se poderá assumir como relevante. Os benefícios operacionais identificados serão o contributo proporcionado para uma maior eficácia e eficiência de emprego de recursos e a coadjuvação para a consciência situacional e superioridade informacional. Deste modo considera-se validada a hipótese **H1**, dado que além das vulnerabilidades existem potencialidades conducentes a benefícios operacionais que decorrem da aplicação da tecnologia espacial nas operações militares. O aumento do número de satélites e o seu empenho crescente no seio das operações militares, mostram que o benefício operacional é superior às vulnerabilidades. Contudo não se poderão sonegar essas fraquezas e ameaças.

Considerando este enquadramento, procurar-se-á no capítulo seguinte identificar alternativas ao emprego da tecnologia espacial.



2. Alternativa ao emprego da tecnologia espacial nas operações militares

“...many pilots and soldiers are not being trained in traditional forms of navigation, such as using the stars or wielding a map and compass, in case GPS is unavailable.”

(Warner, 2009, p.2)

A tecnologia espacial teve a sua génese no período da Guerra Fria, em resposta à confrontação e ameaças nucleares entre a URSS e os EUA. Apesar das alternativas, à época, à tecnologia espacial, das quais se destacam os balões de alta altitude e o avião de reconhecimento Lockheed U-2, que propiciavam uma vigilância contínua, dentro das suas limitações físicas, a uma altitude que no último caso chegaria aos 21.000m, independentemente das condições climáticas, esta estabelece-se como a solução mais consistente e segura de obter informações estratégicas (Chun, 2006, p.9).

Aos satélites estão associadas capacidades ímpares de disponibilizar rapidamente imensas áreas de cobertura, o que é particularmente interessante nos acessos a zonas do globo com baixas densidades populacionais, permitido o domínio sobre as informações estratégicas e táticas bem como a sincronização entre forças, o que demonstra a “parceria entre espaço e defesa” (Couto, 2010, p.2).

Os recentes conflitos mostram que as capacidades espaciais têm participado e apoiado todas as componentes militares e têm transformado o próprio conceito de guerra, pela incorporação de um conjunto de sistemas e pela interação entre os meios envolvidos (Caldas, 2010). A sinergia obtida pela superioridade informacional, associada à preparação e conduta das operações militares, permitirá aumentar o poder de combate das forças (Ribeiro, 2003).

Os diversos sensores eletrónicos colocados em várias plataformas ou meios, em ambiente terrestre, aéreo, marítimo ou espacial, fomentam a consciência situacional e a dissipação do “nevoeiro” sobre o teatro de operações, embora, como já observado, a tecnologia e a quantidade de informação para tratamento possa até criar nova incerteza. A sua integração, essencial para o C2 e subsequente tomada de decisão, é apenas possível com o emprego de plataformas elevadas por imperativos legados nas comunicações. Nesta vertente, os satélites assumem um importante papel, potencializado pelas suas vantagens competitivas face aos outros meios de comunicação, nomeadamente aeronaves (Couto, 2010), sobretudo



pela largura de banda disponibilizada e pelas valências em ISR facultando informação para *kill chain*²² (Bowman, 2012, p.1).

Tendo em consideração o usufruto, em operações militares, das valências proporcionadas pela área de aplicação espacial multiplicadora de força, importa averiguar acerca de eventuais alternativas à tecnologia espacial, que capacitem as forças com atributos semelhantes. Em seguida, procuramos abordar, segundo uma perspetiva de estratégia genética, as opções disponíveis para desenvolver e aceder a tecnologia e produtos espaciais, tendo como enfoque o seu emprego nas operações militares.

a. Análise de alternativas - Dimensão tecnológica

A primeira abordagem, na busca por alternativas à tecnologia espacial, incidirá sobre a identificação de soluções ou produtos fruto da evolução tecnológica. Na vertente tecnológica, a investigação incidiu nos UAV, balões de alta altitude ou estacionários e mini/micro satélites de órbita baixa, procurando de uma forma direta a comparação com valências proporcionadas pelos satélites das órbitas usuais.

Seguidamente apresentar-se-á a análise realizada ao valor proporcionado por cada uma das tecnologias identificadas.

(1) UAV

No espectro de aeronaves, o vetor humano é uma limitação para as ações comparáveis com as potenciadas pela tecnologia espacial, pela disponibilidade ubíqua desta última, em quaisquer condições meteorológicas e de luminosidade. Deste modo e no seio desta análise, as aeronaves tripuladas não poderão ser perspetivadas como alternativa aos satélites, embora com consciência que à exceção das limitações humanas, as capacidades serão comparáveis²³. Para ultrapassar esse constrangimento poder-se-á equacionar o emprego das plataformas não tripuladas, que operam sem o fator limitativo da tolerância humana e os riscos operacionais para os tripulantes²⁴ (Batalha, 2012). A ausência do vetor humano poderá inclusivamente ser uma vantagem operacional deste meio²⁵.

É reconhecida a ação de aeronaves UAV nos atuais conflitos e nas regiões propensas a operações militares, nomeadamente pelos *RQ-4 Global Hawk*, *MQ-1 Predator* e o *MQ-9 Reaper*, sobretudo nas ações de *Intelligence, Surveillance, Target, Acquisition and*

²² *Find, fix, track, target, engage e assess*

²³ O vetor humano obrigará a empenhar mais recursos humanos para fazer face às limitações fisiológicas.

²⁴ A ausência do vetor humano só se verifica no que respeita à tripulação pois os UAV carecem de equipas para a operação. O *Predator* ou o *Reaper*, poderão necessitar de 170 pessoas na sua operação (Technology, 2006, p.4).

²⁵ O UAV Boeing *Phantom Eye* poderá operar continuamente 4 dias a 65.000 pés (Bowman, 2012, p.14).

Reconnaissance (ISTAR). A figura seguinte permite vislumbrar a evolução havida e previsível no seio dos UAV, nomeadamente no tipo de missões empregues:

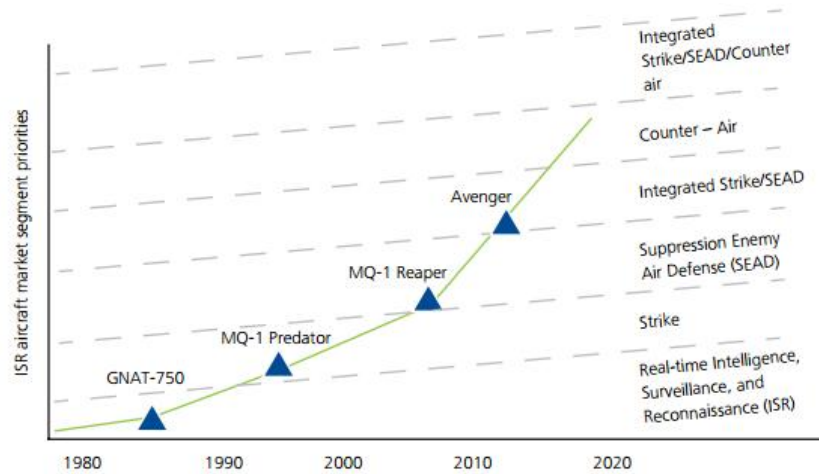


Figura nº7 – Evolução do emprego dos UAV

Fonte: (Deloitte, 2012, p.2)

Os UAV podem ser classificados com base no tipo de *data link* que interliga a plataforma e a unidade de controlo. No tipo *Line-Of-Sight* (LOS) os UAV operam através de ondas rádio e a sua operação dependerá da potência de emissão e eventuais obstáculos, podendo a plataforma operar a dezenas de quilómetros de distância. No tipo *Beyond Line-Of-Sight* (BLOS) a operação dos UAV é realizada por SATCOM ou através de outras plataformas, tais como aeronaves ou balões, empregues como relés de comunicações, eliminando as limitações das ondas de rádio, permitindo um raio de alcance superior.

Os UAV poder-se-ão enquadrar como alternativas às SATCOM, garantindo comunicações seguras, de alta frequência²⁶ (HF) e de dispersão troposférica para distâncias em torno de 300km (Military & Aerospace, 2013). Outras alternativas poderão e estão em investigação e desenvolvimento, tais como o empenho de lasers ou mesmo de balões estacionários a servir de relés. Contudo, o empenhamento de satélites será o único meio para a largura de banda atualmente necessária, podendo estabelecer *links* de 5.6 Gbps e interligar pontos a uma distância superior a 5000km (Griethe, 2012). Este valor elevado de largura de banda contribui para o emprego dos meios UAV, em BLOS, para fazer face às necessidades de comunicações e às distâncias usuais de emprego deste tipo de plataformas. Presentemente o *Predator* necessita de 3.2 Mbps e o *Global Hawk* de 50 Mbps, para o usufruto dos seus sensores e estima-se que em cinco anos precisem de 45 Mbps e 270 Mbps, respetivamente

²⁶ Esta tecnologia consegue já atingir 9,6 kbps, permitindo a troca de vídeos (Military & Aerospace, 2013).

(Griethe, 2012), justificado pelo incremento de sensores a bordo das plataformas, conforme ilustra a figura seguinte:

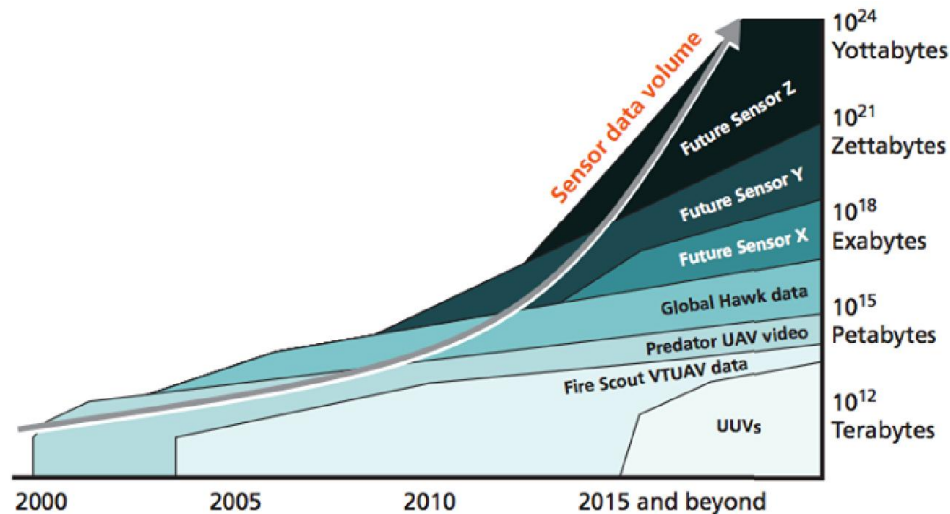


Figura nº8 – Evolução da largura de banda necessária à operação de UAV

Fonte: (RAND CORPORATION, 2014, p. 5)

Para além do aumento da largura de banda, estima-se um aumento de plataformas UAV, que representaram mais de 50% das missões aéreas nas operações militares no Iraque (OIF) e no Afeganistão (OEF) (Jackson, 2009, p.3).

Em operação BLOS e pelo exposto no que concerne à largura de banda poder-se-ão identificar dependências na própria tecnologia espacial para o usufruto dos UAV.

O usufruto das SATCOM compreende também uma pegada operacional inferior daquela que será necessária pelo empenho de UAV ou balões²⁷ como relés ou transmissores. Estes meios encontram-se limitados tecnologicamente para empenho de emissão/receção de comunicações (Warner, 2009). Às limitações acrescem as vulnerabilidades ou riscos operacionais a que as alternativas estão sujeitas, sendo superiores quando comparáveis com o emprego das SATCOM. Uma utilização persistente ou um uso temporário farão toda a diferença na escolha da solução.

Para as ações ISR, os UAV, pelas suas valências e pela ausência do vetor humano, poderão, a par dos satélites, executar todas as missões *denied access*, *dull*, *dirty*, *dangerous* e *deep*²⁸ (Batalha, 2012), contudo a comparação de emprego permite reconhecer que a

²⁷ O emprego de UAV ou balões como relés de comunicações, voando a 4.500m permitirá cobrir uma área de 240km (para cobrir uma área como o Iraque, serão necessários três UAV/balões) (Warner, 2009).

²⁸ *denied access* - missões onde existe uma franca ameaça adversária; *dull* - missões onde a tolerância humana pode ser factor limitativo; *dirty* - missões executadas em ambientes contaminados; *dangerous e deep* - missões com elevado grau de perigosidade operacional para os tripulantes.



tecnologia espacial é a opção mais furtiva e possui maior autonomia, embora constituindo sistemas com trajetórias previsíveis. Há contudo que salientar o fator de disponibilidade, que no caso dos UAV, podendo ser operado à distância e ser empregue nas funções da *kill chain*, como capacidade *persistente*, fomentando a recolha de informação (Vicente, 2011).

Para permitir a comparação de capacidades, os UAV e mesmo os balões necessitariam ser furtivos, para aceder a espaços negados e permitir a recolha de informação de forma incauta para garantir a sua própria sobrevivência. O emprego destes meios poderá implicar a violação de espaços aéreos, facto que compreenderá riscos operacionais. Assim, estes constrangimentos poderão ser uma limitação de emprego destes meios apenas para situações de superioridade ou supremacia aérea.

No que respeita a mapeamento e recolha de imagens, os UAV, pelo facto de operarem mais perto do solo, poderão obter imagem de maior qualidade, embora cobrindo áreas mais reduzidas que os satélites. Outro fator de comparação poderá ser a flexibilidade dos meios, que para os satélites é muito limitada, operando com órbitas fixas, correspondendo áreas de cobertura rígidas. Os UAV têm emprego mais flexível, podendo ser imediatamente projetados consoante as necessidades operacionais, para cobrir áreas específicas.

A OEF ficou assinalada pela operacionalização dos UAV em missões ISR, tendo sido empregues alguns meios como o MQ-1 para o efeito (Sirak, 2010, p.37). O sucesso do seu empenho permitiu a sua inclusão nas operações posteriores e desde 2003 foram empregues milhares destes meios em milhares de missões. Salienta-se contudo que na OEF terão sido empregues mais satélites (cerca de 100) para dar apoio às operações militares do que UAV (Caldas, 2010, p.248). Os UAV possuem valências que se sobrepõem à dos satélites, nomeadamente para aquisição e seleção de objetivos nas ações ISTAR, contudo estes meios têm vulnerabilidades, que de acordo com a mesma fonte, circundam em torno de autonomia ou alcance, que resultam de limitações de combustível e dependências nas comunicações e navegação.

Na área de missão PNT, não se vislumbra alternativa no seio dos UAV, para dar resposta às capacidades de navegação e sincronização proporcionadas pelos satélites. Embora as aeronaves, para além do GPS possam empregar para a navegação o *Inertial Navigation System* (INS), composto por acelerómetros e giroscópios para medir a aceleração e posição, o erro de medida é superior neste segundo sistema. As mais recentes aeronaves aliam os dois sistemas para reduzir os erros de leitura dos equipamentos (Warner, 2009). Tecnicamente será possível de aplicar meios como os UAV ou balões para edificar capacidades de navegação e sincronização proporcionadas pelos satélites, pelo emprego dos sensores adequados e de uma



“constelação” de meios. Esta ilação torna-se contudo complexa pela eventual dependência de SATCOM para a coordenação de meios e pela limitação de autonomia das plataformas, factos que permitem admitir que o emprego deste tipo de meios, para PNT, carece de evolução tecnológica.

(2) Balões de alta altitude ou estacionários

Os custos envolvidos no emprego de balões, para obtenção de capacidades equivalentes às proporcionadas com satélites, será a menos onerosa das soluções em análise (Cetin, 2013, p.17), constituindo-se como meios de elevada persistência²⁹ que podem operar a alta altitude (Hall, 2006, p.7). Por outro lado, no que respeita à edificação de capacidades, será importante assinalar que a implementação da operação de balões (e também UAV) poderá levar de 6 meses a dois anos, ao passo que para um satélite poderá ir de 5 a 10 anos (Warner, 2009).

Os balões são meios lentos, flexíveis na sua rota e com baixo relevo na assinatura de radar. A sua baixa altitude de operação, quando comparada com os satélites, para além de permitir cobrir áreas menores, torna esta solução mais vulnerável a ataques e às condições atmosféricas. Contudo, o custo e disponibilidade operacional tornam esta tecnologia apelativa, tendo vindo a ser otimizada, constituindo-se uma das soluções futuras como relés de comunicações e ações ISR (Bowman, 2012).

A pegada operacional é inferior à dos UAV, podendo ser necessário apenas um balão para garantir a cobertura de todo o Afeganistão (Hall, 2006, p.10). Estes meios são contudo vulneráveis aos raios ultravioleta e esvaziamento de hélio provocado pela altitude de operação, fatores que diminuem a sua persistência.

(3) Mini/Micro satélites

Os mini/micro satélites correspondem a tecnologia espacial que opera entre os 100-350km de altitude. São pequenos satélites, mais leves, mais fáceis de adquirir e lançar, e também mais económicos³⁰ (RT.com, 2014). De acordo com a mesma fonte, entre 2003 e 2012 foram lançados cerca de 175 micro satélites (21% com finalidades militares) e cerca de 122 nano satélites (9% com finalidades militares), dados que *per si* permitem reflectir nesta alternativa aos satélites de órbitas usuais.

²⁹ Poderá alcançar os 30 dias de operação (DOD, 2005, p.33).

³⁰ Tempo de aquisição será dois anos e um custo de \$1,1M (um Tomahawk custará \$600.000) (Bowman, 2012, p.19).



Estes satélites, lançados para órbitas baixas, em maior número para cobrir as mesmas áreas dos atuais satélites de órbitas mais altas, poderão constituir uma alternativa à atual tipologia de satélites (RT.com, 2014), podendo inclusivamente ser a resposta rápida a ataques ASAT ou acidentes provocados por lixo espacial, evitando falhas de serviços/valências (Thakur, 2011, p.76). De acordo com a mesma fonte, poderão inclusivamente servir de armas ASAT contra outros satélites, conforme demonstrado pela China com o seu microssatélite BX1³¹.

O empenho de mini/micro satélites em órbitas mais baixas permitirá maiores resoluções³², e a sua integração em conjuntos reduzirá lacunas e tornará mais flexível o seu usufruto (Bowman, 2012, p.2). Poderão ser uma resposta imediata a necessidades em teatros de operações com cobertura satélite baixa, numa ótica de satélites táticos de apoio às operações (Chun, 2006, p.25), conforme demonstrado pelo programa dos EUA, *Operationally Responsive Space*, constituído por quatro minissatélites táticos (idem, p.17). Embora operando em órbitas mais baixas, pelo facto de serem pequenos objetos e mais flexíveis, serão de mais difícil ataque ASAT (Bowman, 2012, p.23).

Salienta-se que associado aos mini/micro satélites é indissociável o desenvolvimento em nanotecnologia, que permite diminuir em peso e dimensão os usuais satélites. Esta miniaturização do equipamento e o menor custo associado, no equipamento e lançamento para o espaço, facilitará a aquisição destas valências pelas nações³³ ou entidades comerciais³⁴, permitindo uma redução do fosso tecnológico e das dissimetrias associadas (Bowman, 2012, p.20).

b. Opção Estratégica

A dimensão estratégica congrega os esforços de cooperação e coordenação entre os atores internacionais, de modo a colmatar lacunas ou vulnerabilidades e mesmo evitar a duplicação de esforços e de investimentos. É por isso uma forma de alavancar as capacidades espaciais existentes e futuras, criando maiores sinergias e partilha de custos, mas também aumentando o acesso aos efeitos operacionais. Esta estratégia perfila-se no seio da OTAN sob

³¹ Pequeno satélite chinês (cubo com 40cm de lado e 40 kg de peso) testado para fornecer imagens da cápsula Shenzhou-7 e com capacidade para servir de ASAT.

³² As imagens de satélite na LEO poderão atingir a resolução de 1m. Os meios em órbita baixa poderão alcançar os 20cm (Oldenburg, 2007, p.14).

³³ Em 1993, o CEMFA?, a EFACEC e o INETI propuseram, o sistema netSAT que projetava uma constelação de micro satélites para comunicações estratégicas, dando continuidade à iniciativa PoSAT (Rebordão, 1996).

³⁴ Grupos comerciais como Facebook ou SpaceX, que pretendem criar redes globais de acesso à internet.



o conceito de *Smart Defense* e no seio da UE como *Pool and Sharing*. Também inserida nesta dimensão é possível distinguir a opção e o papel dos atores capacitados com satélites comerciais, pois constitui uma alternativa para ter acesso às valências proporcionadas pela tecnologia espacial. A análise à presente opção assenta na coordenação integrada, de modo a conseguir maior coerência e consistência nas ações comuns, numa base de “parcerias estratégicas”, mesmo sendo com parceiros comerciais.

As “parcerias estratégicas” são também possíveis entre as próprias organizações OTAN e UE, conforme se verificou sob os auspícios do acordo de Berlim+, sob o qual a OTAN facultou SATCOM de apoio à UE, para a missão EUFOR nos Balcãs.

A análise à alternativa estratégica poderá ir além das organizações OTAN e UE. Contudo, a delimitação justifica-se pela importância que representam no seio das FFAA. Nesse mesmo propósito são também incluídos os sistemas comerciais.

(1) OTAN - *Smart Defense*

A OTAN não tem tecnologia espacial própria, recorrendo para as suas atividades a programas de países da Aliança e a sistemas comerciais.

No que respeita a SATCOM existe partilha de programas, nomeadamente os *UK's Skyne*, *France's Syracuse* e *Italy's Sicral*, para permitir aos seus membros dispor dessa capacidade, contornando a necessidade de investimentos vultuosos na sustentação do segmento espacial. Este acordo é referenciado como *OTAN SATCOM POST 2000* e estabelece as bases com que a capacidade SATCOM será disponibilizada para as operações que decorram no âmbito da Aliança, para um período de 15 anos, entre 2005 e 2019 (Anwar, 2012).

O programa CP 9A0130, estabelecerá as orientações futuras das SATCOM no seio da OTAN, sendo possível identificar que será um *mix* entre capacidades dedicadas, oriundas de investimentos de países membros e de aquisição de serviços comerciais de largura de banda militar. A opção pela não edificação de capacidades exclusivas da Aliança será justificada pelo elevado orçamento e tempo necessários, condições presentemente inexistentes (Selding, 2013).

Apesar das parcerias no seio da OTAN, é a rede comercial que fornece a maioria dos serviços SATCOM, sendo exemplo a firma *Thales* nessa valência para os mais de 7000 utilizadores da OTAN distribuídos em todo o território afegão (Thales, 2011). O produto de ISR no seio da OTAN é fornecido sobretudo pela NATO *Intelligence Fusion Center* (NIFC) e pelo Centro de Satélites da União Europeia (CSUE) da UE, pelas capacidades nacionais ou



mesmo com recurso a fontes comerciais, não havendo contudo uma constelação de satélites própria e exclusiva para o efeito.

A falta de recursos próprios em matéria de tecnologia espacial, reconhecendo a sua importância para as atuais operações, coloca a OTAN na dependência de terceiros para a persecução dos seus próprios objetivos, nomeadamente no que respeita à intensão de atuação com forças expedicionárias modernas, de elevada mobilidade e com capacidade de atuação em qualquer lugar, dentro do raio de 15.000Km da sede na Bélgica, conforme previsto no Tratado de Lisboa. Procura contudo, com base nas *interoperability standardization agreements* (STANAGs), a defesa da interoperabilidade de sistemas entre os seus membros, que correm a velocidades diferentes nos investimentos da defesa e nos próprios interesses (Single, 2009, p.5).

(2) UE – Pool and Sharing

No seio da UE existe diversa bibliografia que sugere a ação coordenada e partilhada de sistemas e de tarefas de investigação e desenvolvimento, em torno da tecnologia espacial e suas valências. Contudo esta é ainda caracterizada por atuações individuais, conforme se poderá constatar pela informação apresentada no Anexo C (Space Working Group, 2008, p.4). As medidas atuais desenvolvidas no âmbito da segurança e defesa da UE, da sua PCSD, permitiu uma intensificação da partilha de recursos, e surgem como resposta às evidentes deficiências de coordenação de capacidades militares, durante as operações realizadas na Líbia, em 2011 (Comissão Europeia, 2013, p.3). Esta coordenação visa contudo a interoperabilidade entre capacidades militares e não militares, primando pelas valências de duplo uso, das quais se salientam as SATCOM, a observação (consciência situacional) e sistema PNT (idem, p.15).

As atuais ameaças e conflitos bem como uma maior importância atribuída ao desenvolvimento da PCSD, no seio da UE, originam lacunas cuja resolução passará por um empenho dos Estados-Membros, coordenado eventualmente no seio da Agência Europeia de Defesa (EDA). Das lacunas identificadas, relevam-se ao nível da tecnologia espacial, as limitações no âmbito das SATCOM e observação espacial (Conselho Europeu, 2013, p.6). O programa para uma nova geração de SATCOM (UE SATCOM 2020), referenciado nas conclusões do Conselho Europeu de dezembro de 2013, já está em curso, com a participação de Itália, França, Polónia, Roménia, Reino Unido, Bélgica, Luxemburgo e Finlândia, e em parceria com a firma *Astrium Services*, afigurando-se como o futuro das SATCOM militares na Europa (EDA, 2014).



Salienta-se também o papel que a ESA tem desempenhado na conciliação e coordenação dos esforços dos seus membros, sobretudo os países da UE, na capacidade espacial, em várias áreas das quais se destacaria a PNT, com o programa *Galileo*, observação (programa *Copernicus*), capacidade de lançamentos (programa *Future Launchers Preparatory Programme*) e de monitorização de objetos no espaço (programa *Space Survey and Tracking*). Estes programas e outros não referidos, permitem dotar a ESA e a UE de capacidades autónomas e o desenvolvimento de valores propiciadores à evolução tecnológica, que se refletem em novas soluções e produtos que, indissociável do valor dual destas valências, poderão ter aplicação no seio da segurança e defesa (Space Working Group, 2008). Caso de destaque desta evolução é o programa *Sentinel*, que compreende uma constelação de dois satélites, um dos quais já lançado em abril de 2014, e que irá permitir recolha contínua de imagens e comunicações, com capacidades inovadoras (capacidade de armazenamento de imagens de 1,4 Gbits e largura de banda 520 Mbits/s) (ESA, 2014).

Ao nível de ISR, o Sistema Multinacional de Imagem (MUSIS) é um programa exemplo da possível sinergia entre os países europeus. Este programa será o sucessor a programas nacionais com o fim de vida próximo tais como: *Hélios II* (França), SAR (Alemanha), COSMO - *SkyMed* (Itália) e o *Ingenio* (Espanha). O programa MUSIS foi aprovado em 2006 com intenção para atingir a sua capacidade operacional inicial ainda em 2015.

Ainda no seio da UE destaca-se a ação do CSUE, organismo que recolhe e analisa dados e imagens provenientes de satélites de observação terrestre, em apoio das prioridades da política externa e de segurança da própria UE e de atividades humanitárias. Ao nível da atividade recente deste centro, destaca-se o apoio prestado no seio da operação *Unified Protector* na Líbia, em 2011, onde foram usados, em larga escala, dados do sistema GMES (EUSC, 2012, p.12). As vertentes militar e de segurança, nomeadamente no apoio prestado ao *Military Staff* da UE, como veículo de vigilância e monitorização, é uma das tarefas mais solicitadas a este centro de satélites (EUSC, 2013, p.18).

(3) Sistemas Comerciais

Conforme já identificado, os sistemas comerciais desempenham um papel relevante para o usufruto das valências proporcionadas pela tecnologia espacial, nomeadamente para funções de comando, controlo, comunicações (C3), ISR e informação geográfica (Duerr, 2013, p.34). O crescimento da atividade comercial do setor espacial, presentemente SATCOM, tenderá a aproximar-se também na vertente de observação, para capacidades próximas aos satélites governamentais de ISR (Bowman, 2012, p.16). Esta tendência poderá



ser uma resposta aos menores investimentos na defesa ou mesmo alternativa à lacuna de satélites militares e constituir-se uma alternativa de continuidade, de maior flexibilidade e disponibilidade.

c. Síntese conclusiva

O presente capítulo procurou avaliar alternativas à tecnologia espacial, bem como opções de complementaridade e redundância que, nas dimensões tecnológica e estratégica, possam proporcionar as valências multiplicadoras de força do segmento espacial às operações militares.

Na dimensão tecnológica foram analisados os UAV, balões de alta altitude ou estacionários e mini/micro satélites. Os balões serão a alternativa menos onerosa, estando a par dos UAV em grande parte das potencialidades e vulnerabilidades, destacando-se como pontos fracos ou ameaças a menor autonomia ou alcance, que resultam de limitações de combustível e dependências nas comunicações e navegação. Os mini/micro satélites apresentam potencialidades das quais se poderá destacar o menor custo e maior flexibilidade, quando comparados com os usuais satélites de órbitas mais elevadas, podendo ser a resposta para a redução do fosso tecnológico e eventual alternativa a estes últimos, carecendo contudo ainda de evolução tecnológica e demonstração de capacidades.

Na dimensão estratégica, aqui sob um ponto de vista de complementaridade ou de identificação de sinergias, foram analisados os esforços de cooperação e coordenação no seio da OTAN e UE, de modo a colmatar lacunas ou vulnerabilidades e evitar a duplicação de esforços e de investimentos. Foi também analisada a opção pelo empenho de sistemas comerciais que representam uma contribuição relevante na disponibilização das valências, nomeadamente SATCOM e ISR. Foram também identificadas opções que permitem aumentar a sinergia dos meios existentes (militares e civis) e que permitem aceder a meios e valências que de outra forma não seria possível, pelo custo que representam, nomeadamente pelo acesso por via das Alianças, como é o caso de Portugal.

Neste capítulo foi também possível identificar dependências das alternativas apresentadas na própria tecnologia espacial para a obtenção do seu produto operacional, como é o caso dos UAV e balões para operação BLOS. Do ponto de vista estratégico, a partilha e coordenação de esforços, bem como os sistemas comerciais poderão constituir complementaridade ou redundância à própria tecnologia espacial, nomeadamente para fins militares. Apesar destes constrangimentos, o exposto permite validar a hipótese **H2**, dado que



será possível identificar alternativas ao emprego da tecnologia espacial nas operações militares.

Tendo por base as valências das tecnologias espaciais identificadas neste e no anterior capítulo, procurar-se-á no capítulo seguinte caracterizar o emprego da tecnologia espacial no caso nacional, no seio das FFAA, tendo como referência de análise os documentos estruturantes das MIFA.

3. Caracterização presente e perspectivas futuras do emprego da tecnologia espacial nas FFAA

Em setembro de 1993, Portugal lançou o PoSAT-1, sendo o primeiro e único satélite português no espaço, encontrando-se inoperacional desde 2006. Os objetivos do programa PoSAT visaram preparar a indústria portuguesa nos mercados espaciais internacionais. O PoSAT-1 permitiu transmissão de dados, de mensagens e recepção de imagens de áreas do globo pré-definidas (Rebordão, 1996) e dotou o país de conhecimento sobre uma infraestrutura autónoma de comunicações. Ao nível militar, o PoSAT-1 providenciou comunicações de dados e voz às Forças Nacionais Destacadas (FND), nomeadamente em missões em Angola, Zaire, Kosovo e Bósnia (Sat-Portugal, 2003). A tabela seguinte resume a atividade do PoSAT-1.

Tabela nº6 – Informação emitida pelo PoSAT-1 até 2000.

Fonte: (INETI, 2000)

ESTAÇÃO	Nº de Mensagem	KBYTES
SFOR	2362	9719
CTM5	889	3627
RTM	3461	12953
RANG + EMGFA	204	3066
VITA + Jackson & Tull	9594	25401
EXPO98	37	297
"Outras"*	1155	4808
TOTAIS:17702		59808

* LAER, EPSI, ERN do continente, ERN da Horta e OGMA2.
2000.03.27

1996.08.27 /

Portugal presentemente não possui qualquer satélite operacional que possa sustentar uma capacidade espacial de apoio às suas necessidades, estando a sua política espacial centrada na ação de terceiros, conforme confirmado em entrevista realizada no EMGFA\DCSI, salvaguardada com recurso à OTAN, UE, ou contratos de prestação de serviços com parceiros comerciais, nomeadamente rede)³⁵ e EUTELSAT³⁶ (Vaz B., 2014).

De acordo com a mesma fonte, não sendo autónomo, Portugal para usar as capacidades dos satélites militares, tem um acordo de governo com o Reino Unido para uma

³⁵ Consórcio internacional com 11 satélites geoestacionários. A área de intervenção é sobretudo nas áreas marítimas para apoio às unidades navais. Esta rede, pelo custo, é preferencialmente empregue para missões de curto prazo ou *backup*.

³⁶ Empresa francesa com 29 satélites geoestacionários. É o principal operador de satélites europeu e o terceiro mundial. Em 2011, para uma largura de banda de 512 kbps, os custos associados ao seu uso, pelo Estado-Maior-General das Forças Armadas (EMGFA), atingiram os 250 mil€.



ligação de 256Kbps, capacidade anual mínima fixada na constelação *UK's Skynet*, com um custo aproximado 100 mil€/ano. Contudo, no que respeita a custos, o acesso a satélites comerciais³⁷ será economicamente vantajoso para períodos mais longos, quando comparado com o acesso a satélites militares, que sendo mais oneroso³⁸, apenas é empregue para curtas utilizações ou para apoiar missões em locais remotos ou com cobertura de satélite comercial baixa ou inexistente (por exemplo em ambiente marítimo), factos que justificam per si o usual emprego de satélites comerciais.

a. Empenho presente da tecnologia espacial nas FFAA

A investigação realizada, suportada pelas entrevistas realizadas junto dos Ramos das FFAA (que também permitiu avaliar o empenho no seio das FND) e da FRI, possibilitou identificar o empenho atual da tecnologia espacial no seio das operações militares nacionais. Foi possível identificar o emprego da tecnologia espacial, de acordo com as áreas de missão espacial definidas pelo AJP-3.3 (A), no âmbito da área multiplicadora de força e desta nas valências de SATCOM, PNT, monitorização ambiental e ISR. Não foi identificado emprego da valência de aviso precoce de lançamento de mísseis e a investigação realizada permite identificar esta como não tendo aplicabilidade às MIFA.

Para além disso, far-se-á uma breve referência à Estação Ibéria OTAN, da Fonte da Telha, à Estação de Santa Maria (Estação do Sistema *Galileo*) e o papel desempenhado pela Industria Nacional, pela participação que têm e poderão vir a ter, assim como pela aplicação dual desta tecnologia, para o usufruto das suas valências no seio das FFAA.

Assim, identifica-se em seguida, para cada Ramo das FFAA, as áreas de emprego atual da tecnologia espacial:

Marinha Portuguesa

A missão genérica da Marinha traduz-se em garantir que Portugal possa usar o mar no seu próprio interesse, sendo possível identificar ações de carácter militar e não militar.

No seio da Marinha as valências proporcionadas pela tecnologia espacial, para além de permitirem garantir ações de lazer e bem estar, estão associados a valores como a segurança e rapidez/prontidão dos meios. As valências proporcionadas pela tecnologia espacial permitem a ligação dos meios navais a uma rede de comunicações fiável, segura e em tempo real,

³⁷ O valor despendido pelo EMGFA, em 2011, para as missões no Afeganistão em que se adquiriu o serviço de SATCOM a 128Kbps, durante 90 dias, foi de aproximadamente 150.000€.

³⁸ De acordo com a fonte poderá representar 4 vezes mais.



participando para a tomada de decisão e a integração dos meios em rede, disponibilizando um conjunto de ferramentas para o planeamento operacional e estratégico, bem como para a execução das operações navais ao nível tático. A tabela seguinte resume o empenho da tecnologia espacial no seio da Marinha:

Tabela nº7 – Empenho da tecnologia espacial na Marinha

Fonte: (Correia, 2014) (Garcia, 2014)

Valência		Observações
Marinha	SATCOM	<ul style="list-style-type: none">• Os meios navais usam <i>link</i> satélite para <i>rear-link</i> ou como meio operacional, recorrendo sobretudo ao uso de satélites militares (baixa disponibilidade de satélites comerciais em ambiente marítimo).• As SATCOM será a valência que permite manter os meios navais constantemente ligados a diversas redes de dados, sejam elas nacionais (p.e. SECNET) ou da NATO (p.e. NSWAN), participando para o conceito de GCR.
	PNT	<ul style="list-style-type: none">• Navegação facilitada pela constante georreferenciação, valor que poderá permitir mais eficiência e eficácia.• Haverá alternativa recorrendo a outros métodos (instrumentos, requerendo treino específico).
	Monitorização ambiental	<ul style="list-style-type: none">• O acesso a estes dados permite avaliar os riscos para a operação.
	ISR	<ul style="list-style-type: none">• As unidades navais permitem obter o produto <i>Intel</i> em ambiente marítimo, a vigilância e o reconhecimento, mas não em permanência.

No seio da interoperabilidade de meios, o conjunto de serviços disponíveis pela tecnologia espacial participam para obter, manter e disseminar a imagem operacional marítima, terrestre e aérea, que por sua vez contribuirá para a edificação da imagem operacional comum da área pretendida.

As valências proporcionadas pela tecnologia espacial, embora não se identifique na Marinha uma dependência, proporcionam maior fiabilidade, flexibilidade e segurança nas comunicações, o que associado aos serviços PNT, monitorização ambiental e ISR contribuem para o C2 das operações.

Exército Português



O Exército empenha sobretudo a valência de SATCOM e tem desenvolvido meios/módulos de comunicações que permitem o apoio às FND, personalizados para a tipologia de empenho de batalhão ou companhia. Para ligação às FND, o Exército possui terminais satélite fixos e móveis (módulo “*Rear Link*”) que operam na banda Ku e Ka³⁹, em *links* alugados a empresas civis, permitindo o tráfego de voz e de dados das FND. A operação na banda X é coordenada com o EMGFA, utilizando a Estação Ibéria OTAN da Fonte da Telha como estação base, fazendo uso da disponibilidade do serviço de satélite da OTAN. Da investigação realizada destacar-se-ia a informação reunida na tabela seguinte:

Tabela nº8 – Empenho da tecnologia espacial no Exército

Fonte: (Batista, 2014)

Valência		Observações
Exército	SATCOM	<ul style="list-style-type: none">• O módulo “<i>Rear Link</i>” que permite garantir as ligações de longo alcance através do empenho dos sistemas táticos de SATCOM. Para além de apoio aos contingentes empenhados fora do território nacional, este meio poderá constituir-se como uma mais-valia no apoio de Comando, Controlo e Comunicações (C3) a situações de catástrofes/calamidades em território nacional.• Sistema de Informação e Comunicações Tático (SIC-T), sistema composto por diferentes módulos que sob uma arquitetura modular permite adaptar as comunicações às diversas exigências e estratégias de atuação ao nível tático. Este sistema permitirá uma interligação de forças do nível tático ao operacional facultando a possibilidade de uma <i>common operacional picture</i> do teatro de operações. Este sistema permitirá a condução de operações sob o conceito de GCR.
	PNT	<ul style="list-style-type: none">• Emprego tático, recorrendo a equipamentos portatéis
	Monitorização ambiental	<ul style="list-style-type: none">• Permite avaliar os riscos para a operação e contribui para o planeamento de operações militares.
	ISR	<ul style="list-style-type: none">• O Exército recorre a imagens satélite para o planeamento de operações e para ações de <i>Intel</i> e reconhecimento.

³⁹ O Apêndice A possui informação sobre frequências e bandas empregues nas comunicações satélite.

Como alternativa ao *link* satélite procura-se estabelecer transmissão, entre as FND e o território nacional, em HF ou em serviços de internet locais, sendo a opção de ligação por satélite efetuada apenas como último recurso⁴⁰.

Força Aérea

No seio da Força Aérea existem os seguintes meios que empregam tecnologia espacial, tal como referido na tabela seguinte:

Tabela nº9 – Resumo das valências (tecnologias espaciais) existentes nos meios da Força Aérea

Fonte: (Oliveira, 2014) (Bernardino, 2014) (Carita, 2014) (Rosa, 2014)

Meios		Valências [tecnologia espacial]
	Agusta-Westland EH-101 Merlin	EGL (Embeded GPS and Inertial System), SATCOM (apenas SIFICAP) e ELT (Emergency Locator Transmitter)
	EADS C-295M	SATCOM; GPS
	Lockheed C-130 H / H-30 Hercules	GPS
	Lockheed Martin F-16 AM	GPS
	Lockheed P-3C CUP+ ORION	SATCOM; GPS; GCR e C41STAR
	UAV - PITVANT	GPS; apenas operação LOS
	TACTICAL AIR CONTROL PARTY (TACP)	SATCOM, GPS

Compete à Força Aérea a missão primária de cooperar, de forma integrada, na defesa militar da República, através da realização de operações aéreas e na defesa aérea.

A dependência nas valências proporcionadas pela tecnologia espacial está associada a valores como a segurança de tripulações, rapidez/prontidão dos meios, mas também à eficácia e eficiência de largada de armamento/carga. Tal como acontece para a Marinha, poder-se-á

⁴⁰ Alguns dos casos identificados durante a entrevista no EMGFA/DCSI (Vaz B., 2014):

- Comunicações satélite - missões no mar, África e Afeganistão. Foram empregues na Guiné por falta de redes comerciais e nas Seychelles pois os serviços locais de internet eram mais dispendiosos que as ligações satélite;
- Comunicações por rede fixa ou internet local: Islândia.



relevar o contributo da tecnologia espacial para a imagem operacional comum, nomeadamente pelo meio P-3C. A tabela seguinte pretende sintetizar as valências da tecnologia espacial empregues nos meios da Força Aérea:

Tabela nº10 – Empenho da tecnologia espacial na Força Aérea
Fonte: (Oliveira, 2014) (Bernardino, 2014) (Carita, 2014) (Rosa, 2014)

	Valência	Observações
Força Aérea	SATCOM	<ul style="list-style-type: none">• Permite as comunicações a longas distâncias (valências existentes para voz e dados, dependendo da aeronave) e alertas de emergência.• A esta valência está também associada uma maior rapidez de atuação nas missões de fiscalização (contatos com o centro de comando e controlo).
	PNT	<ul style="list-style-type: none">• Navegação facilitada pela constante georreferenciação, valor que poderá permitir mais eficiência e eficácia.• Valência que combinada com o sistema de inércia diminuirá erros de navegação do sistema inercial. Valência de valor acrescido para fazer face à grandeza da área de principal atuação (busca e salvamento e vigilância marítima), onde não há rádio ajudas nem referências no terreno.• A esta valência está também associada uma maior velocidade na prontidão das aeronaves (alinhamento de sistema de navegação).
	Monitorização ambiental	<ul style="list-style-type: none">• Dados que permitem avaliar os riscos para a operação.
	ISR	<ul style="list-style-type: none">• As aeronaves permitem obter o produto <i>Intel</i> em ambiente marítimo, terrestre e aéreo, a vigilância e o reconhecimento.

Releva-se um nicho de missão, no âmbito do Sistema Integrado de Vigilância, Fiscalização e Controlo das Atividades da Pesca (SIFICAP), para as quais o sistema PNT é fundamental para fazer prova da infração, sendo identificável uma dependência para esta tipologia de missão.



As comunicações SATCOM, sobretudo de voz, assumem-se como uma lacuna em alguns meios⁴¹, para fazer face às exigências e dificuldades de comunicações em parte da ZEE Portuguesa e a integração dos meios nos teatros de operações atuais, como no Iraque ou Afeganistão. A valência SATCOM é também a única solução, pela sua possível largura de banda, capaz para o envio de imagens ou vídeo, em tempo real, informação essa relevante para as tomadas de decisão ou ações ISR.

No seio da operacionalidade das aeronaves é também relevante a referência às previsões meteorológicas e às imagens satélite (por exemplo para identificação de áreas com poluição marítima). A informação meteorológica permite a avaliação de risco e o planeamento operacional, com influência nos planos de voo, rotas e temporização das operações, podendo impor limitações de emprego das aeronaves e de armamento.

A Força Aérea dispõe ainda de equipas treinadas nas vertentes de defesa próxima, capazes de efetuar a proteção e segurança de meios e participar para as FND. Estas forças, no âmbito das tecnologias espaciais, possuem equipamentos de navegação “comerciais”, sem as necessárias características técnicas militares, nomeadamente módulo *anti-spoofing*. Possuem, tal como o Exército, alguns rádios táticos padrão para comunicação a curtas distâncias e telefones SATCOM. Esta força está também munida com equipamentos ROVER⁴² para coordenação de ações entre aeronaves e controladores aéreos avançados (Estevão, 2014). De acordo com a mesma fonte será ainda de relevar que na Força Aérea não há capacidade autónoma para efetuar *rear link* via satélite, para comunicações seguras, com os eventuais destacamentos identificados no atual CEM.

As FFAA não usam as SATCOM para comunicações táticas e móveis de uma forma sistemática, não tendo redes constituídas que operem sobre essa capacidade. Por outro lado salienta-se a lacuna em ligações para o nível tático, para permitir um meio de ligação redundante às *Combat Network Radio* em condições de difícil estabelecimento de *links* rádio. Neste nível são empregues rádios padrão que permitem interoperabilidade entre forças, ficando contudo limitados a distâncias e aos obstáculos físicos que impedem a propagação das ondas de rádio.

⁴¹ O F-16 e C-130 não possuem SATCOM. Para o C-130 essa lacuna foi uma lição identificada e aprendida no seio da ISAF (Vicente, 2010, p. 74).

⁴² Computador portátil que permite receber vídeo em tempo real de aeronaves e UAV, permitindo interação de forças, forma a diminuir erros de identificação de alvos.



No plano externo, a tecnologia espacial permitirá a integração dos diversos meios terrestres, aéreos e navais, em rede, permitindo criar a consciência situacional do teatro de operações. Contudo, tal valência obrigará à necessária interoperabilidade de meios. As valências proporcionarão também valor acrescido no que concerne a contributos para a segurança, nomeadamente observação e monitorização permanente de espaços de interesse.

Estação Ibéria OTAN – Fonte da Telha

Sita na Fonte da Telha encontra-se a Estação Ibéria OTAN, que pertencendo ao segmento terrestre da tecnologia espacial, tem a responsabilidade de estabelecer SATCOM. O seu empenho tem sido sobretudo para o apoio às forças navais nacionais ou estrangeiras em manobras no Atlântico (Silva, 2006, p.9). Embora se enquadre numa rede de estações OTAN, tem sido empregue sobretudo para serviços de comunicações das forças nacionais, constituindo-se como único ponto de entrada direta de uma estação satélite para a Rede de Comunicações Militares na banda X.

Fruto da reorganização da Aliança, mas também pelo facto das comunicações estratégicas terem passado a basear-se nas redes fixas, ficando as SATCOM destinadas a servir forças móveis e/ou destacadas, tem no horizonte, planeado para 2016, uma data de fecho (Freitas, 2014).

As infraestruturas existentes, embora algo obsoletas pelos anos de origem, permitem identificar mais valias para as FFAA, dado que possuem capacidade para ancorar as SATCOM para as FND (Silva, 2006, p.80), dotando as mesmas de independência nesta vertente tecnológica e garantindo uma formação contínua de operadores. Este facto será relevante quando conjugado com a formação a ministrar na futura Escola de Comunicações e Sistemas de Informação da OTAN, a edificar em Oeiras, ou com a integração de Portugal, nomeadamente da Defesa, no Programa Europeu *Space Survey and Tracking* (SST)⁴³ (Romana, 2013). Este último programa poderá ter enquadramento na área de missão de controlo espacial, contribuindo para a valência de consciência situacional espacial, para além de poder vir a financiar a continuidade da estação da Fonte da Telha (Neves, 2014).

⁴³ Proporcionará um sistema europeu de rastreamento de objetos no espaço, com importância para a segurança e estratégia espacial.



Estação de Santa Maria – Estação do Sistema *Galileo*

Embora pertencendo ao setor civil, há que relevar a inauguração em março de 2014, na ilha de Santa Maria, de uma infraestrutura terrestre do sistema *Galileo* do seio da ESA. Esta estação junta-se a uma rede de 15 estações de monitorização do sinal e posição, dos satélites *Galileo* em órbita da Terra. Esta estação já existe desde 2008, resultado da participação portuguesa na ESA e tem permitido o seguimento de veículos lançadores (Ariane 5, Soyuz e Vega) (Contente, 2010, p.1) e a monitorização do Atlântico Norte, fornecendo dados à Agência Europeia de Segurança Marítima.

Em conjunto com as demais estações permitirá a monitorização da constelação de satélites, tentando identificar qualquer desvio de órbita que possa reduzir a precisão de navegação. Salieta-se a eventual importância desta estação no seio de um sistema de navegação que irá ser comparável aos sistemas GPS e GLONASS, embora seja um programa civil, é enquadrável o seu empenho também no seio das FFAA.

Após terem sido analisados, por Ramo das FFAA, as necessidades e aplicabilidade das valências da tecnologia espacial na condução das suas tarefas táticas, importa avaliar os contributos espaciais para a consecução das missões de nível estratégico militar expressas nas MIFA. Pretende-se com a análise seguinte avaliar o enquadramento da tecnologia espacial nas MIFA, com enfoque na forma de otimizar o seu emprego, assente numa visão prospetiva e de conjunto nas FFAA.

b. Análise do empenho da tecnologia espacial numa perspetiva conjunta nas FFAA

O Conceito Estratégico de Defesa Nacional (CEDN), revisto em 2013, permitiu redefinir as prioridades do Estado em matéria de Defesa. Este documento funciona como instrumento para a resposta nacional ao novo ambiente de segurança e “define os aspetos fundamentais da estratégia global a adotar pelo Estado, para a consecução dos objetivos da política de segurança e defesa nacional” (CEDN, 2013, p.1).

Na sequência da revisão do CEDN, foi também revisto o CEM⁴⁴ e por conseguinte as missões de nível estratégico militar cometidas às FFAA, as MIFA. As MIFA são definidas como resposta à realidade geoestratégica, atual ambiente, vulnerabilidades, ameaças e riscos,

⁴⁴ Documento estratégico orientador da constituição do instrumento militar, de modo a permitir dar respostas às necessidades, interesses e responsabilidades de âmbito nacional, coletiva e cooperativa (CEM, 2014).



sendo estruturadas e enquadradas segundo uma moldura estratégica e o nível de ambição estabelecido.

O atual CEM que apoiará a tomada de decisão ao levantamento ou sustentação de capacidades, define cenários e subcenários de empenho das FFAA, conforme consta na tabela seguinte, onde é possível enquadrar as valências de tecnologia espacial que poderão ser empregues. Esta tabela não exprime a magnitude de emprego/importância das valências espaciais em cada cenário, mas sim a possibilidade de serem úteis/necessários os contributos espaciais para maior eficiência/eficácia da missão.

Tabela nº11 – Tabela com as MIFA das FFAA

Fonte: adaptado (MIFA, 2014)

		Valências espaciais a empenhar			
		SATCOM	PNT	Monit. Ambiental	ISR
C1	Segurança e defesa do território nacional e dos cidadãos - PRONTIDÃO				
	M 1.1 Defesa convencional do TN	X	X	X	X
	M 1.2 Vigilância, controlo e garantia de circulação no espaço interterritorial		X		X
	M 1.3 Atuação em estados de exceção	X	X	X	X
	M 1.4 Evacuação de cidadãos nacionais em áreas de crise	X	X	X	X
	M 1.5 Extração/Proteção de contingentes e FND	X	X	X	X
	M 1.6 Ciberdefesa	X			
	M 1.7 Cooperação em matéria de segurança interna	X	X	X	X
C2	Defesa coletiva - CREDIBILIDADE				
	M 2.1 Defesa do território das nações aliadas	X	X	X	X
C3	Exercício da soberania, jurisdição e responsabilidades nacionais - PRESENÇA				
	M 3.1 Vigilância e controlo, incluindo a fiscalização e o policiamento aéreo, dos espaços sob soberania e jurisdição nacional	X	X	X	X
	M 3.2 Busca e salvamento	X	X	X	
	M 3.3 Segurança das linhas de comunicação no EEINP	X	X		X
C4	Segurança cooperativa e apoio à política externa - INTEROPERABILIDADE E PROJEÇÃO (afirmação da identidade nacional)				
	M 4.1 Operações de resposta a crises no âmbito da OTAN (não art.º 5º)	X	X	X	X
	M 4.2 Outras operações e missões no âmbito da OTAN	X	X	X	X
	M 4.3 Operações e missões no âmbito da EU	X	X	X	X
	M 4.4 Operações de Paz no âmbito da ONU e da CPLP	X	X	X	X
	M 4.5 Operações e missões no âmbito de acordos bilaterais e multilaterais	X	X	X	X
C5	Apoio ao desenvolvimento e bem estar - DISPONIBILIDADE				
	M 5.1 Apoio à proteção e salvaguarda de pessoas e bens	X	X		
	M 5.2 Apoio ao desenvolvimento		X	X	
C6	Cooperação e assistência militar - CREDIBILIDADE				
	M 6.1 Cooperação e assistência militar de natureza bilateral e multilateral	X	X		X
	M 6.2 Ações no âmbito da reforma do setor de segurança de outros países				

No domínio interno, para além das missões de soberania, de interesse público, aprontamento e treino, as FFAA desenvolvem atividades em outros domínios, destacando-se as áreas de ensino, investigação e desenvolvimento. No domínio externo, no âmbito das alianças que Portugal integra, em particular a OTAN, ONU, UE e Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, realça-se a participação ativa no esforço pela paz, segurança e estabilidade internacional, configurando-se como uma forma de influência internacional do Estado Português (Pinto, 2012, p.73).



Decorrente dos cenários e subcenários definidos anteriormente e em linha com o CEDN, são delimitados no CEM os níveis de ambição das FFAA, sendo possível, na tabela seguinte, efetuar um diagnóstico das valências espaciais existentes:

Tabela nº12 – Níveis de ambição

Fonte: adaptado (CEM, 2014).

NÍVEL DE AMBIÇÃO		Valências Espaciais a Empenhar			
		SATCOM	PNT	Monit. Ambiental	ISR
CONJUNTO	Capacidade de comando e controlo (C2), incluindo de ciberdefesa	E	E	P	P
	Capacidade de informações ao nível estratégico militar	E	E	P	P
	Capacidade para comandar operações especiais de responsabilidade nacional ou no quadro bilateral e multilateral	E	P	P	P
	Capacidade CIMIC, até escalão de companhia	E	P	P	N
MARINHA	Capacidade para constituir e empregar uma força de natureza conjunta, a FRI	E	E	P	P
	Capacidade para projetar e sustentar, em simultâneo, duas unidades navais de tipo fragata	E	E	P	P
	Capacidade anfíbia para projetar e sustentar em permanência uma unidade de escalão companhia, ou no limite, de escalão batalhão para operações sem rotação, forças de operações especiais ao nível de destacamento, e capacidade submarina, para participação nos esforços de segurança e defesa coletiva	E	E	P	P
	Capacidade para gerar e empregar um grupo-tarefa naval, dotado de valências ofensivas e defensivas nos três ambientes (subsuperfície, superfície e aéreo), e de sustentação própria (navios auxiliares) para operações de dissuasão e projeção de força no EEINP	E	E	P	P
	Capacidade hidro-oceanográfica, para apoio das operações navais, para tarefas de investigação e desenvolvimento, quer no âmbito do apoio à Marinha, quer no apoio à Autoridade Marítima Nacional	E	E	P	P
	Capacidade de patrulha oceânica e de fiscalização costeira de modo a garantir, simultânea e continuamente, o controlo e vigilância do espaço marítimo sob responsabilidade e jurisdição nacional	E	E	P	P
	Capacidade para projetar e sustentar, em simultâneo, até três unidades de combate (até escalão batalhão), apoio de combate ou apoio de serviços, para participação nos esforços de segurança e defesa coletiva, podendo no máximo comandar uma única operação de escalão brigada em qualquer situação e grau de intensidade, por tempo limitado	E	E	P	P
EXÉRCITO	Capacidade de dissuasão convencional defensiva, a reforçar no quadro das alianças e suficiente para desencorajar e/ou conter as agressões, pronta para continuamente cumprir missões no âmbito da segurança e defesa do território e da população e do apoio militar de emergência	E	E	E	E
	Capacidade para projetar e sustentar até três destacamentos aéreos de pequena dimensão, para participação nos esforços de segurança e defesa coletiva por períodos de curta duração, ou um destacamento aéreo por um período alargado	P	E	P	P
FORÇA AÉREA	Garantir, <u>simultânea e continuamente</u> , a vigilância e controlo do espaço aéreo, incluindo aeronaves de combate em elevada prontidão, vocacionadas para execução de missões de luta aérea, e meios aéreos para o reconhecimento, fiscalização e intervenção nos espaços de soberania sob responsabilidade e jurisdição nacional, a projeção aérea e o apoio logístico e operacional a FND, bem como outras missões de interesse público e a execução das ações cometidas no âmbito da Autoridade Aeronáutica Nacional	P	E	P	N

Legenda: E-existente / P-Parcialmente existente / N-Não existe

Notas - SATCOM poderá ser contratada / PNT – dependente dos EUA / Monitorização ambiental e ISR está dependente de disponibilidade de terceiros

A análise à tabela anterior, a conjugação com as entrevistas realizadas e a própria Diretiva Ministerial de Planeamento de Defesa Militar (DMPDM) permitem identificar as dependências existentes para o usufruto das valências proporcionadas pela tecnologia espacial, bem como as maiores lacunas que serão ao nível das SATCOM, em alguns meios aéreos como o F-16 e C-130, mas sobretudo para o empenho ao nível tático em apoio a C3. Esta lacuna será mais relevante quando às valências proporcionadas pela SATCOM estão associados valores que poderão ser incompatíveis com as prioridades definidas na DMPDM, nomeadamente com o conceito modular e projeção de forças (embora em todas as áreas de capacidade estejam refletidos benefícios proporcionados pela tecnologia espacial), que obrigarão a dependências de prestação de serviços e meios.

O Sistema de Forças (SF), de acordo com o atual CEM, “deverá enquadrar as capacidades dos Ramos numa estrutura baseada em áreas de capacidades de natureza conjunta, entendidas nos seus efeitos operacionais, tendo por base os cenários identificados e adotando uma abordagem coerente com as respetivas prioridades de emprego.” (CEM, 2014, p.38). Será possível identificar as valências de tecnologia espacial, que poderão contribuir para cada uma das áreas de capacidade identificadas no apoio ao SF, nomeadamente:

Tabela nº13 – Relação capacidades do SF vs áreas multiplicadora de força

Fonte: adaptado (CEM, 2014).

Área de capacidade	Área multiplicadora de força			
	SATCOM	PNT	Monit. Ambiental	ISR
Comando e controlo	X	X	X	X
Emprego de força	X	X	X	X
Conhecimento situacional	X	X	X	X
Mobilidade e projeção	X	X		X
Proteção e sobrevivência	X	X		X
Sustentação	X	X	X	
Autoridade, responsabilidade, apoio e cooperação	X	X	X	X

Da tabela anterior foi removida a valência de aviso precoce de lançamento de misséis por não ter enquadramento nas MIFA. Como se poderá constatar da tabela anterior, quase todas as valências terão aplicabilidade nas áreas de capacidade, para as quais se deverá planejar forças, facto que releva e coloca a tecnologia espacial e as suas valências como um dos referenciais para o levantamento de capacidades e planeamento de forças. Contudo, para fazer face às valências de tecnologia espacial, as FFAA estão dependentes de terceiros. Procurar-se-á contudo avaliar alternativas, ou opções de acesso a tecnologias e produtos espaciais, conforme realizado anteriormente:



(1) Alternativa tecnológica

Os UAV e também satélites poderão melhorar a capacidade de vigilância aeroespacial e permitir colmatar a inexistência de meios autónomos de vigilância e reconhecimento para operações conjuntas em áreas onde não é possível operar outros sistemas de armas (IDN, 2013, p.58).

No seio das alternativas tecnológicas apresentadas anteriormente, Portugal apenas se encontra a desenvolver plataformas UAV. Os UAV existentes e com capacidade edificada para operarem em segurança, estão limitados a um raio próximo dos 240 km de alcance/raio de ação, com altitudes limitadas aos 4.5 km. Estes valores permitem *per si* concluir que as valências de empenho destes meios, em missões no espaço estratégico nacional permanente, são muito restritivas, embora seja reconhecida a capacidade para observação e vigilância, em LOS (Oliveira, 2013, pp.A-1).

As FFAA manifestam interesse em plataformas UAV, tendo os três Ramos ações em curso para desenvolver esta capacidade. Para a presente investigação não é relevante particularizar mas sim identificar a possibilidade deste meio como alternativa à tecnologia espacial. De acordo com a visão estratégica da Força Aérea⁴⁵ para a inserção de sistemas UAV no seu sistema operacional, é reconhecida a importância dos UAV para o fluxo de informações em tempo real para C2, enquadrando o empenho de UAV para missões de âmbito tático⁴⁶, vigilância sistemática ou apoio a missões de interesse público. Nessa visão estratégica é traçada a ambição da Força Aérea para quatro UAV de Classe II⁴⁷ e quatro UAV de Classe III⁴⁸. Estes últimos poderão operar BLOS e reúnem as capacidades e características para a satisfação de requisitos para a integração no campo de batalha atual (MFA 500 - 12, 2013, pp.4-1).

Para além das limitações já dadas a conhecer para os UAV, salienta-se e reforça-se a dependência nas SATCOM para a sua operação BLOS, situação identificada para os três Ramos das FFAA. As vulnerabilidades e dependências deste meio são mais limitativas no suporte às capacidades do SF. A tabela seguinte permite espelhar as áreas de capacidade do SF para as quais os UAV poderão apoiar:

⁴⁵ Manual da Força Aérea (MFA) 500-12.

⁴⁶ Apoio ao controlador aéreo avançado para identificação, seguimento e designação de alvos, e BDA (*Battle Damage Assessment*) (MFA 500 - 12, 2013, pp.3-8).

⁴⁷ UAV com peso entre 150-600kg, raio de ação limitado (200 km). Comparável ao *Shadow 200*, *Hermes 90*.

⁴⁸ UAV com peso superior a 600kg, com raio de ação ilimitado. Comparável ao *Predator*, *Global Hawk* e *Reaper*.

Tabela nº14 – Relação das áreas de capacidade do SF vs UAV

Fonte: adaptado (CEM, 2014).

Area de capacidade	UAV
Comando e controlo	X
Emprego de força	X
Conhecimento situacional	X
Mobilidade e projeção	
Proteção e sobrevivência	X
Sustentação	
Autoridade, responsabilidade, apoio e cooperação	X

Apesar das iniciativas dos Ramos, apenas está prevista na Lei de Programação Militar, aprovada em 18 de maio de 2015 (Lei Orgânica n.º 7/2015 - Diário da República n.º 95/2015, Série I de 2015-05-18), a aquisição de UAV para o Exército, sendo que a Força Aérea pretende desenvolver os Classe II a partir das iniciativas de Investigação e Desenvolvimento em curso no Centro de Investigação da Academia da Força Aérea.

(2) Opção Estratégica

Para o domínio externo, a integração das FFAA com os demais atores de coligações, requer a interoperabilidade de meios, facto que sujeita o planeamento e desenvolvimento de capacidades em coordenação com o quadro de alianças internacionais (Cabral, 2013, p.5).

No caso específico de Portugal, verifica-se que a sua participação nos programas espaciais dá-lhe a possibilidade e o direito de utilizar algum poder espacial para fins militares, estando Portugal, por exemplo, nos últimos anos, entre os cinco membros da UE que efetuaram mais pedidos de imagens ao NIFC (Marado, 2013, p.42)

Pela sua participação no seio da ESA, da EDA, da própria UE e como membro da OTAN, Portugal, fruto também do seu investimento, terá acesso às valências proporcionadas pela tecnologia espacial. Poder-se-á considerar que fruto desta alternativa, Portugal consegue aceder a todas as valências proporcionadas pela tecnologia espacial que participam para a capacidade do SF, exceto PNT que resulta do empenho de meios e valências de emprego comercial, embora de forma dependente e a custos elevados, sobretudo no que respeita a SATCOM.

Salienta-se a importância da Estação Ibérica OTAN da Fonte da Telha, que a manter a sua operacionalidade, após a sua saída da rede de estações da organização, permitiria dotar



Portugal de capacidade autónoma para ancorar as SATCOM para as FND, nomeadamente na banda X.

(3) Opção Organizacional

Adicionalmente à opção estratégica, poderá ser equacionada uma complementaridade, ou mesmo redundância, do ponto de vista de opção organizacional no seio das FFAA, podendo ser a solução para fazer face à insuficiência de recursos, assentando a ação na cooperação ou partilha conjunta, fomentando a sinergia de meios.

A nível de PNT não se identificam alternativas organizacionais que potenciam valências equivalentes às proporcionadas pela tecnologia espacial.

A nível de SATCOM, o EMGFA procura a gestão centralizada desta valência. Contudo, identificou-se que cada Ramo adquire serviços externos de forma isolada para seu usufruto, não existindo uma partilha ou coordenação.

Para as ações ISR, já é possível identificar ações conjuntas de relevo, nomeadamente no patrulhamento, busca e salvamento. Essas ações, enquadráveis em ISR, são desenvolvidas sobretudo por aeronaves e unidades navais, apesar de não garantirem uma monitorização simultânea e continuada/permanente do espaço de interesse. A importância de ações ISR assume maior relevo quer para fazer face à vigilância permanente exigida nas novas MIFA, quer para o projeto de alargamento da Plataforma Continental. Os satélites serão uma solução para a monitorização permanente desse território, que contudo poderão resultar de sinergias, partilha e coordenação com outros atores, nacionais ou internacionais (Lourenço, 2012), podendo neste campo ser relevante a Estação de Santa Maria, nos Açores. Reforça-se que presentemente não há capacidade para garantir uma vigilância permanente.

Será de relevar a falta de ação conjunta de UAV no seio das FFAA, que poderia constituir-se como alternativa aos satélites nomeadamente para a capacidade de vigilância aeroespacial e permitir colmatar a inexistência de meios autónomos de vigilância e reconhecimento, embora sempre dentro das limitações assinaladas.

c. Síntese conclusiva

O presente capítulo permitiu caracterizar o empenho da tecnologia espacial no seio das FFAA, tendo sido possível identificar os meios que a empregam. Foi possível validar que a tecnologia espacial participa para o produto operacional das FFAA, permitindo a edificação de capacidades para dar respostas no seio das MIFA. Os benefícios operacionais mais relevantes pelo seu usufruto serão, para além de ligação permanente e segura com as diversas redes, os valores referentes a maior eficiência e eficácia de ação.



No empenho presente da tecnologia espacial salienta-se contudo uma lacuna em SATCOM em alguns meios e ligações para o nível tático. Para fazer face às valências de tecnologia espacial, as FFAA estão dependentes de terceiros. A participação de Portugal em programas junto da ESA, EDA e UE, bem como junto da OTAN, garantem o acesso às valências com investimentos mais baixos do que seria necessário para edificar capacidades próprias.

Para participar para o produto operacional das FFAA, mais concretamente nos cenários e subcenários identificados no CEM e correspondentes missões expressas nas MIFA, será necessário assegurar um conjunto diversificado de capacidades que se insira nas áreas de capacidade assinaladas e para as quais a tecnologia espacial poderá ser relevante, sendo identificável uma eventual otimização do emprego dessa tecnologia pelas FFAA, nomeadamente para garantir uma autoridade constante e permanente, do espaço aéreo e marítimo bem como para garantir SATCOM para o nível tático. Este facto permite validar a **H3**, dado que será possível otimizar o emprego da tecnologia espacial no seio das FFAA.

A perspetiva de continuidade de operação da estação de satélite da Fonte da Telha poderá constituir uma mais valia para as FFAA, permitindo capacidade para ancorar as SATCOM de forma autónoma e independente, sendo a única com aptidão na banda X, com particular empenho para as FND. Salienta-se a importância das valências proporcionadas pela tecnologia espacial, quando a extensão da área de soberania marítima portuguesa passar dos atuais $1,7 \times 10^6 \text{ Km}^2$ para os $3,8 \times 10^6 \text{ Km}^2$, no âmbito do projeto de alargamento da Plataforma Continental, podendo constituir a única forma de Portugal assegurar uma monitorização permanente desse território.



Conclusão

A atual Era da Informação, pautada pela inovação tecnológica e pelas tecnologias de informação, nomeadamente ligações em rede, participa para a GCR, pela capacidade de comunicações, interação de meios e decisões coordenadas, assentes numa estrutura de C2 onde os satélites desempenham um papel fundamental, para toda esta dinâmica operacional e partilha situacional no domínio físico.

A tecnologia espacial é perspectivada como inovação que permite a integração de sistemas, fomenta a eficácia e eficiência de recursos, bem como a recolha e partilha de informação, conducente à consciência situacional. Estes são valores que vislumbram uma importância nesta inovação tecnológica, que conduz a desafios na arte e ciência da guerra e por isso merece ser analisada na perspectiva do valor dissimétrico, no contributo e no risco para as operações militares.

As valências da tecnologia espacial proporcionam vantagens militares, constituindo-se como instrumento coercivo. Os atuais conflitos identificam uma dependência na tecnologia espacial para o sucesso, comprovando o real paradigma da capacidade de operação da tecnologia espacial na vertente militar. A tecnologia espacial poderá ser um catalisador para a multiplicação de forças, e ser perspectivada como fonte de poder ubíquo, estando presente em muitas áreas, no sector civil e militar. A sua influência alastra-se para além das operações militares, incluindo os setores económicos e políticos do Estado, proporcionando um valor dissimétrico.

Estando a dependência de operacionalização de meios comprovada e reconhecendo a mais valia de empenho de meios, poder-se-á portanto admitir que os atores dominantes da tecnologia espacial estarão em vantagem, sobretudo militar, face aos demais.

A redefinição dos documentos nacionais estruturantes para a Defesa e a atualidade do tema da dependência da tecnologia espacial em operações militares, justificam e motivaram o desafio no que respeita à avaliação do emprego da tecnologia espacial no seio das FFAA. A presente investigação, que foi desenvolvida e estruturada utilizando uma metodologia hipotético-dedutiva, procurou encontrar resposta para a seguinte questão: **“Qual a relevância da tecnologia espacial nas missões das FFAA?”**

De forma a concretizar os objetivos delimitou-se a investigação às áreas de missão espacial previstas na doutrina OTAN no AJP-3.3(A). Dentro dessas áreas procurou-se identificar os contributos que esta tecnologia aufere presentemente nas operações militares, a importância que os atores internacionais atribuem à mesma e os benefícios operacionais



espectáveis, pelo seu emprego, para o desenrolar das operações militares. Por fim, e já com uma delimitação das operações mais abrangente, abarcando as MIFA, procurou-se avaliar o empenho da tecnologia espacial no seio da FFAA, numa perspetiva de emprego conjunto, onde se pretendeu estimar uma eventual otimização do seu emprego.

A pesquisa centrou-se nas tendências globais incidindo particularmente nos EUA, por este ser o ator dominante em número de satélites e pelo seu papel nos recentes conflitos, mas também na ação da OTAN, UE, ESA e EDA. No seio das FFAA a pesquisa visou identificar o empenho das valências proporcionadas pela tecnologia espacial nas MIFA recentemente aprovadas.

O primeiro capítulo permitiu estabelecer o estado da arte, no que respeita à integração da tecnologia espacial em operações militares, verificando-se a existência de uma dependência das valências proporcionadas. Procurou-se avaliar o contributo da tecnologia espacial nas operações militares da atualidade, abarcando a área de aplicação espacial multiplicadora de forças. Foram destacados os contributos das SATCOM, ISR, aviso precoce de lançamento de mísseis, monitorização ambiental e sistemas de PNT, tendo por base os conflitos da atualidade.

Ainda no primeiro capítulo, sintetizaram-se sob uma matriz SWOT, as potencialidades e vulnerabilidades do emprego da tecnologia espacial em operações militares, extraindo-se os benefícios operacionais mais relevantes resultantes do empenho dessa tecnologia. Os benefícios operacionais identificados serão o contributo proporcionado para uma maior eficácia e eficiência de emprego de recursos e a coadjuvação para a consciência situacional e superioridade informacional.

Como sùmula do primeiro capítulo foi validada a hipótese H1, ao serem identificados benefícios operacionais que decorrem da aplicação da tecnologia espacial nas operações militares.

No segundo capítulo procurou-se identificar alternativas ao emprego da tecnologia espacial, focando as dimensões tecnológica e estratégica. Na dimensão tecnológica foram analisados os UAV, balões de alta altitude ou estacionários e mini/micro satélites. No seio destes produtos da inovação e tecnologia foram identificadas potencialidades, vulnerabilidades e mesmo dependências na própria tecnologia espacial. Foi possível concluir que será possível identificar alternativas à tecnologia espacial, em algumas valências, mas com limitações ou constrangimentos no empenho em operações militares.

Ainda no segundo capítulo mas na análise sob a dimensão estratégica foram analisados os esforços de cooperação e coordenação no seio das alianças OTAN e UE, sob as



quais as FFAA assentam grande parte do fornecimento das valências proporcionadas pela tecnologia espacial.

O segundo capítulo permitiu validar a hipótese H2, dado que foi possível identificar soluções tecnológicas e estratégicas, que por um lado permitem encontrar alternativas à tecnologia espacial, e por outro lado aumentam a disponibilidade das tecnologias espaciais existentes.

O terceiro capítulo, assente na perspetiva nacional, permitiu caracterizar o empenho presente das valências proporcionadas pela tecnologia espacial, no seio do produto operacional das FFAA, visando os três Ramos, FND e a FRI. Portugal não possui qualquer satélite operacional que possa sustentar uma capacidade espacial de apoio às FFAA, estando a sua política espacial centrada na ação de terceiros (OTAN, UE ou contratos com parceiros comerciais). No empenho presente da tecnologia espacial salienta-se, da investigação realizada, lacunas de ISR que poderiam ser colmatadas pela tecnologia espacial e também lacunas no estabelecimento de ligações SATCOM para o nível tático, inclusivamente no que respeita a transporte tático. Estas foram as lacunas identificadas consideradas mais relevantes, tendo sido reforçadas pelas entrevistas realizadas.

No terceiro capítulo foi também avaliada, numa perspetiva conjunta e a um nível estratégico-militar a relevância das valências espaciais nas missões das FFAA, tendo sido identificada uma necessária otimização do emprego da tecnologia espacial pelas mesmas, pela via da disponibilidade e da edificação de capacidades, para dar resposta às necessidades para o produto operacional. Esta otimização poderá ser identificada nomeadamente para garantir uma vigilância constante e permanente, dos espaços sob jurisdição nacional e para garantir SATCOM para o nível tático, eventuais resoluções de lacunas identificadas do presente empenho da tecnologia. Em relação ao futuro, salienta-se a perspetiva de continuidade de operação da estação de satélite da Fonte da Telha, após fecho como instalação OTAN, pois poderá constituir uma mais valia para as FFAA, permitindo capacidade para ancorar as SATCOM, sendo a única com aptidão na banda X, para as FND. Salienta-se, como justificação para a otimização do empenho da tecnologia espacial, a importância das suas valências para fazer face às necessidades de vigilância resultantes do eventual alargamento da Plataforma Continental, podendo constituir a única forma de Portugal assegurar uma monitorização permanente desse território.

O terceiro capítulo e a identificação de aspetos que permitam admitir pela otimização do emprego da tecnologia espacial no seio das FFAA, permitiu validar a hipótese H3.



Desta forma, foram reunidas as condições para responder ao problema que motivou o desenvolvimento desta investigação.

A tecnologia espacial, nomeadamente os satélites, segmento foco desta investigação, desempenha um papel fundamental para toda a dinâmica operacional, consciência e partilha situacional na atual Era da Informação. Para fazer face às atuais necessidades de SATCOM, PNT, monitorização ambiental e ISR, valências operacionais disponibilizadas pela tecnologia espacial e que contribuem para a concretização das MIFA, Portugal, não tendo capacidade própria, está dependente de terceiros.

Esta tecnologia assume importância como garante do acompanhamento tecnológico e elemento integrador no seio das alianças em que Portugal se integra, participando para a tomada de consciência situacional e superioridade informacional. Tem sido empenhada a nível operacional, em prol de valores como a segurança e rapidez/prontidão dos meios, em prol da eficácia e eficiência dos mesmos, mas também para garantir ações de lazer e bem estar, nomeadamente para as FND e unidades navais.

No plano externo, a tecnologia espacial assume importância também para a integração das FFAA nas operações da atualidade. O não acompanhamento da evolução tecnológica poderá estabelecer um fosso tecnológico que impeça a participação portuguesa nessas operações e por conseguinte na forma de influência internacional do Estado Português.

A tecnologia espacial poderá constituir a resposta a algumas lacunas, nomeadamente ISR pois os meios existentes não garantem uma vigilância constante e permanente, do espaço aéreo e marítimo, refletindo-se num decréscimo de autoridade dos espaços sob jurisdição nacional. Outra das lacunas identificadas de realce são as ligações SATCOM para o nível tático, para permitir um meio de ligação redundante aos habituais em condições de difícil estabelecimento. Estas serão as lacunas enquadráveis na otimização do empenho da tecnologia espacial nas FFAA e poderá ter um valor relevante para a salvaguarda da independência nacional e segurança interna de um Estado. O produto de ISR poderá colaborar para a decisão política, nomeadamente para fazer face às ameaças relacionadas com o terrorismo, imigração ilegal e matérias políticas, entre outras de interesse nacional. Os Estados que não possuam tecnologia espacial para as ações ISR dependerão ou terão de procurar alternativa, para transmitir, receber e tratar dados do espaço de interesse. Nesse sentido, o projeto de expansão da Plataforma Continental colocará à Defesa um conjunto de responsabilidades ainda maior, para o qual os meios para impor autoridade serão ainda mais escassos face à área atribuída. A tecnologia espacial poderá ser a solução para uma monitorização permanente e tecnologia facilitadora de eficiência e eficácia para o emprego de



meios, nomeadamente para busca e salvamento, constatação que permite reforçar a hipótese H3, dado que o emprego da tecnologia espacial pelas FFAA pode ser otimizado.

Em súmula, e em resposta à **QC** da investigação, conclui-se que a tecnologia espacial participa para os níveis de ambição definidos no CEM e afirma-se como um meio facilitador para o emprego de meios. A perspetiva futura indicia uma importância acrescida da tecnologia espacial, nomeadamente para ações de monitorização, sem descurar as outras valências multiplicadora de força.

Contributos para o conhecimento

As conclusões alcançadas permitiram uma melhor avaliação quanto à importância da tecnologia espacial no seio das missões das FFAA, identificando as valências e as dependências, nomeadamente no seio das MIFA.

Este facto, resultado da evolução da ciência e arte de fazer a guerra, inseridos nos conceitos de GCR, coloca em risco, pela marginalização, a participação dos atores que não acompanharem a referida evolução tecnológica. Os países da OTAN possuem no seu seio uma assimetria de meios, fragilizando a sua ação conjunta e combinada. Esta circunstância é relevante e deverá ser tida em consideração nas estratégias de planeamento militar dos países da OTAN, nomeadamente Portugal, no que respeita à estratégia genética de edificação de capacidades, ponderando a sua responsabilidade e necessidade de impor autoridade numa área tão vasta como a que engloba a jurisdição nacional.

Considerações

A investigação da temática não se esgota neste trabalho devendo pois, ser aprofundada nomeadamente no que diz respeito às necessidades e visões particulares dos Ramos das FFAA. Neste sentido, sugere-se a inclusão de futuros temas de investigação nos cursos ministrados nos estabelecimentos de ensino superior, assim como no desenvolvimento de projetos de investigação sob a égide do Centro de Investigação de Segurança e Defesa do IESM.

Adicionalmente, considera-se relevante e salientar-se-ia a importância que a Estação Ibéria OTAN, sita na Fonte da Telha, poderá vir a ter no suporte das SATCOM com as FND em banda de comunicação X. A manutenção da operacionalidade desta estação, após o seu fecho dentro da estrutura OTAN, poderá ser um encargo no seio da Defesa, mas será o garante de autonomia e independência nesta valência e concretamente nessa banda de frequência. Este tema será mais relevante quando conjugado com a formação a ministrar na



futura Escola de Comunicações e Sistemas de Informação da OTAN, a edificar em Oeiras, ou com a integração de Portugal no Programa Europeu SST.

Por fim submete-se à consideração o estabelecimento de uma estrutura centralizada, eventualmente ao nível do EMGFA, que se dedique à temática da integração da tecnologia espacial nas FFAA, de modo a procurar a otimização do ponto de vista organizacional e a integração concertada para acompanhamento do estado da arte, nos fora da especialidade, nomeadamente na *Science and Technology Organization* da OTAN.



Bibliografia

About.com, 2014. *GPS - An Important Technology to U.S. Troops*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "<http://usmilitary.about.com/od/armyweapons/a/gps.htm?r=et>"
<http://usmilitary.about.com/od/armyweapons/a/gps.htm?r=et> [Consult 10 March 2014].

AGI, 2013. *Iridium 33 - Cosmos 2251 Collision*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "<http://www.agi.com/media-center/multimedia/current-events/iridium-33-cosmos-2251-collision/>" <http://www.agi.com/media-center/multimedia/current-events/iridium-33-cosmos-2251-collision/> [Consult 17 março 2013].

Anrig, C., 2011. Allied Air Power over Libya. *Air & Space Power Journal*, pp.89-109.

Anwar, A., 2012. *Military Satellite Trends and Outlook*. Advanced Defense Systems.

Araraki, F., 2009. Comunicações Satelitais Militares - Perspectivas para o Futuro. *Revista Passadiço - Centro de Adestramento "Almirante Marques de Leão"*, pp.28-32.

Army, H.D.O.T.A., 2001. *FM 3-90 - TACTICS*.

army-technology.com, 2012. *Sicral 1 Military Satellite, Italy*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "<http://www.army-technology.com/projects/sicral/>" \l ".UObFZch3yaY.mailto"
<http://www.army-technology.com/projects/sicral/#.UObFZch3yaY.mailto> [Consult 04 janeiro 2013].

Baltazar, A., 2009. *A disputa do Espaço pela Europa. Um novo desafio*. Dissertação para a obtenção do grau de Mestre em Estudos da Paz e da Guerra nas Novas Relações Internacionais.

Balts, K., 2011. Os Satélites e as Aeronaves Remotamente Pilotadas: Duas Naves que Passam Despercebidas em Meio a Combate. *Air & Space Power Journal Edição em Português*.

Barroso, L., 2003. *Assimetria e Dissimetria*. IESM.

Barroso, L., 2009. O espaço como fonte estrutural do Poder. *Boletim IESM*, pp.187-206.



Batalha, 2010. *Veículos Aéreos Não tripulados como agentes fundamentais no teatro de operações do futuro - requisitos e implicações*. IESM.

Batalha, 2012. *As unidades "militarizadas" dos serviços de informações e a condução da guerra*. Pedrouços: Instituto de Estudos Superiores Militares.

Bergmann, K., 2012. *Wideband Global SATCOM networks expands*. [Online] Disponível em: HYPERLINK

"<http://www.milsatellites.com/uploadedFiles/EventRedesign/UK/2012/June/11893006/Assets/Article---Satellite-Comms-APDR---feb2012.pdf>"

<http://www.milsatellites.com/uploadedFiles/EventRedesign/UK/2012/June/11893006/Assets/Article---Satellite-Comms-APDR---feb2012.pdf> [Consult 07 outubro 2013].

Bispo, A., 2009. As operações militares no quadro das novas tecnologias. Conceito de Network Centric Warfare (NCW). *Revista Militar*.

Boniface, P., 2003. *As guerras do amanhã*. Editorial Inquérito.

Bowman, E.C., 2012. *Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance Processing, Exploitation, and Dissemination System in Support of Global Strike in 2035*. Maxwell AFB, AL, Air War College.

Cabral, B., 2013. *Seminário "Defesa Nacional, Conhecimento e Inovação"*. Fundação Eng.º Antão de Almeida.

Caldas, J.C., 2010. Space Support in Terrestrial Military Operations. Implications for Emerging Thinking on the Future Airpower. *Nação e Defesa*, pp.239-58.

Carvalho, J.S., 2009. *Segurança Nacional, serviços de informações e as Forças Armadas*. Lisboa: Faculdade de Letras de Lisboa.

CEDN, 2013. *Conceito Estratégico de Defesa Nacional*. Resolução do Conselho de Ministros n.º 19/2013.

CEM, 2014. *Conceito Estratégico Militar*. Lisboa.

Cepik, M., 2009. Armas estratégicas e Poder no sistema internacional: O advento das armas de energia direta e seu impacto potencial sobre a guerra e a distribuição multipolar de capacidades. *ontexto Internacional*, pp.48-83.



Cetin, H., 2013. Strength, Weakness, Opportunity and Threat (SWOT). *The Journal of the JAPCC*, pp.17-21.

Cheung, T.M., 2013. *China's Emergence as a Defense Technological Power*. Taylor & Francis.

Chun, C., 2006. *Defending Space - US Anti-Satellite warfare and Space Weaponry*. Oxford: Opsprey Publishing.

CJCS, 2000. *Joint Vision 2020*. US Government.

Clark, W., 2003. In *Winning Modern Wars*. Public Affairs.

Comissão Europeia, 2013. *Comunicação da Comissão ao parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões - 25 de julho de 2013*. Bruxelas: Comissão Europeia Comissão Europeia.

Conselho Europeu, 2000. *Conselho Europeu*. [Online] Disponível em: [HYPERLINK "http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/pt/ec/00100-r1.p0.htm"](http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/pt/ec/00100-r1.p0.htm)
http://www.consilium.europa.eu/ueDocs/cms_Data/docs/pressData/pt/ec/00100-r1.p0.htm
[Consult 28 fevereiro 2013].

Conselho Europeu, 2013. *Conclusões do Conselho Europeu - 19/20 de dezembro de 2013*. Conselho Europeu.

Contente, J., 2010. *Intervenção do Secretário Regional da Ciência, Tecnologia e Equipamentos, na sessão de abertura do 4º fórum Espacial - Dez anos de Portugal como membro da ESA*.

Couto, A.C., 1988. *Elementos de estratégia*. Pedrouços: Instituto de Altos Estudos Militares.

Couto, V.G.e.M., 2010. *O sector espacial ao serviço da estratégia de segurança e defesa - I Congresso de Segurança e Defesa*. [Online] Disponível em: [HYPERLINK "file:///C:/Users/vicente/Downloads/www.pdf-archive.com/2011/.../paper-congresso-blog.pdf"](file:///C:/Users/vicente/Downloads/www.pdf-archive.com/2011/.../paper-congresso-blog.pdf) www.pdf-archive.com/2011/./paper-congresso-blog.pdf [Consult 10 Dezembro 2012].

Couto, V.G.e.M., 2011. *O setor espacial ao serviço da estratégia de segurança e defesa*. [Online] Disponível em: [HYPERLINK "http://astropt.org/blog/2010/12/15/i-congresso-de"](http://astropt.org/blog/2010/12/15/i-congresso-de)



seguranca-e-defesa/" <http://astropt.org/blog/2010/12/15/i-congresso-de-seguranca-e-defesa/> [Consult 8 fevereiro 2013].

Curiosity.Com, 2011. *How much do satellites cost?* [Online] Disponível em: HYPERLINK "<http://curiosity.discovery.com/question/satellites-cost>" <http://curiosity.discovery.com/question/satellites-cost> [Consult 10 March 2014].

Defense, D.o., 2008. *Global positioning system standard positioning service performance standard*. Washington: Department of Defense.

Deloitte, 2012. *Disruptive innovation - Case study: Unmanned Aerial Vehicles (UAV)*. Deloitte Touche Tohmatsu Limited.

Dias, C., 2006. *O espaço na guerra futura..* [Online] Disponível em: HYPERLINK "<http://www.revistamilitar.pt/modules/articles/article.php?id=89>." <http://www.revistamilitar.pt/modules/articles/article.php?id=89>. [Consult 30 dezembro 2012].

Dias, L., 2009. O domínio da tecnologia espacial: um desafio de alcance estratégico para o Brasil. *Espaço e desenvolvimento*, pp.103-17.

DiBello, F., 2012. *Space Industry Overview - The outlook for sapce finance*. Florida: Florida Space Finance Corporation.

DOD, 2005. *Unmanned Aircraft Systems Roadmap 2005-2030*. Department of Defense (DoD).

DoD, 2005. *Unmanned Aircraft Systems Roadmap: 2005-2030*. Washington: Department of Defense.

DoD, 2009. *Joint Publication 3-14 - Space Operations*.

DoD, 2012. *Joint Publication 1-02 "Department of Defense Dictionary of Military and Associated terms"*. Washington: Department of Defense.

Dolman, E., 2002. *Astropolitik: classical geopolitics in the space age*. Portland: Frank Cass.

Duerr, W., 2013. Innovative Commercial Space Capabilities in Support of NATO's Space Efforts and Theatre Operations. *Tje Journal of The JAPCC*, pp.36-39.



EDA, 2014. *EDA - Progress for European Satellite Communication Procurement Cell (ESCPC)*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "[http://www.eda.europa.eu/info-hub/news/2014/02/05/progress-for-european-satellite-communication-procurement-cell-\(escpc\)](http://www.eda.europa.eu/info-hub/news/2014/02/05/progress-for-european-satellite-communication-procurement-cell-(escpc))" [http://www.eda.europa.eu/info-hub/news/2014/02/05/progress-for-european-satellite-communication-procurement-cell-\(escpc\)](http://www.eda.europa.eu/info-hub/news/2014/02/05/progress-for-european-satellite-communication-procurement-cell-(escpc)) [Consult 21 março 2014].

ESA, C.E.E., 2012. *Critical Space Technologies for European Strategic Non-Dependence. Lista of urgent actions for 2012/2013*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.euresearch.ch/fileadmin/documents/PdfDocuments/eNewsletter/European_Non-Dependence_Draft_List_2012-2013_v16_clean.pdf" http://www.euresearch.ch/fileadmin/documents/PdfDocuments/eNewsletter/European_Non-Dependence_Draft_List_2012-2013_v16_clean.pdf [Consult 8 novembro 2012].

ESA, 2014. *ESA*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "<http://www.esa.int/ESA>" <http://www.esa.int/ESA> [Consult 24 abril 2014].

ESDA, 2003. *European defence-related space activities and the development of launcher autonomy*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.assembly-weu.org/en/documents/sessions_ordinaires/rpt/2003/1822.php" http://www.assembly-weu.org/en/documents/sessions_ordinaires/rpt/2003/1822.php [Consult 27 dezembro 2012].

Europeia, C., 2003. *Livro Branco da Comissão das Comunidades Europeias (2003) Espaço: uma nova fronteira europeia para uma União em expansão. Plano de Ação para Implementação da Política Espacial Europeia*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A7-2011-0431+0+DOC+XML+V0//PT>" <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A7-2011-0431+0+DOC+XML+V0//PT> [Consult 30 dezembro 2012].

EUSC, 2012. *EU Satellite Centre annual report 2011*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "<http://www.satcen.europa.eu/images/stories/eusc%20annual%20report%202011.pdf>" <http://www.satcen.europa.eu/images/stories/eusc%20annual%20report%202011.pdf> [Consult 12 fevereiro 2014].

EUSC, 2013. *European Union Satellite Centre*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "<http://www.satcen.europa.eu/>" <http://www.satcen.europa.eu/> [Consult 14 fevereiro 2014].



Eutelsat, 2013. *EUTELSAT*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.eutelsat.com/home/index.html" http://www.eutelsat.com/home/index.html [Consult 6 janeiro 2013].

Ferreira, D.S.e.M., 2008. *GPS vs. GALILEO*. Lisboa: Indra.

Florensa, A., 2011. PLÉIADES, los nuevos vigilantes. *Revista Española de Defensa*, pp.38-43.

Fontoura, L., 2007. O poder na relação externa do Estado. A equação de Cline. *Cadernos Navais N°21*.

Garstka, J., 2003. *Integrating Innovation, Leadership and Cultural Change - presentation to the Workshop on Transforming the culture of DoD*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "file:///C:\\Users\\vicente\\Downloads\\www.au.af.mil\\au\\awc\\awcgate\\trasnformation\\oft_garstka_21oct03.pdf" www.au.af.mil/au/awc/awcgate/trasnformation/oft_garstka_21oct03.pdf [Consult 7 janeiro 2013].

GOCEDN, 2012. *Grande Opções para o Conceito Estratégico de Defesa Nacional*. Lisboa: Governo de Portugal.

Gomes, V., 2005. *As relações transatlânticas: Galileu vs GPS*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://database.jornaldefesa.pt/relacoes_transatlanticas/As%20Rela%C3%A7%C3%B5es%20Transatl%C3%A2nticas%20Galileu%20vs%20GPS.pdf" http://database.jornaldefesa.pt/relacoes_transatlanticas/As%20Rela%C3%A7%C3%B5es%20Transatl%C3%A2nticas%20Galileu%20vs%20GPS.pdf [Consult 2 janeiro 2013].

Grant, M.E., 2005. *Space Dependence – A Critical Vulnerability of the Net-Centric Operational Commander*. Naval War College: Joint Military Operations Department.

Griethe, W., 2012. LaserCommunication - Exciting UAS Emerging Technology. *JAPCC Journal*, pp.11-14.

Hall, K., 2006. *Near Space - Should Air Force Space Command Take Control os Its Shore?* Alabama: Air University Press.

Handel, M., 1986. Clasuwitz in the age of technology. *Journal of Strategic Studies*, pp.51-92.



Hays, P., 2011. *George C. Marshall Institute*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.marshall.org/pdf/materials/969.pdf"

http://www.marshall.org/pdf/materials/969.pdf [Consult 22 janeiro 2013].

Höstbeck, L., 2012. *Swedish military space policy*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.aaafasso.fr/dossiersaaaf/ACTES_COLLOQ.LIBRES/ActColloq.07/Mil.Space07.NonCompress/16.pdf"

http://www.aaafasso.fr/dossiersaaaf/ACTES_COLLOQ.LIBRES/ActColloq.07/Mil.Space07.NonCompress/16.pdf [Consult 30 December 2012].

IDN, 2013. *A Defesa Nacional no Contexto da Reforma das Funções de Soberania do Estado*. IDN.

INETI, 2000. *Estações de Rastreamento do PoSAT*. INETI.

Italiana, A.-A.S., 2012. *Agenzia Spaziale Italiana*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.asi.it/it" http://www.asi.it/it [Consult 4 janeiro 2013].

Jackson, J., 2009. *Fighting for battlespace bandwidth: the achilles' heel for UAV's*. Alabama: Air Command and Staff College.

JAPCC, 2010. *Strategic Concept of employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO*. JAPCC.

Johnson, A et al., 2012. *Short war, Long Shadow*. Royal United Service Institute.

JP 1-02, D.o.D., 2012. *Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms*.

Keymer, E., 2012. Spies in the sky. *Jane's Defence Weekly*, 49, pp.26-32.

Klinkrad, 2006. *Space debris: Models and risk analysis*.

Kommersan, 2005. *Russia Looks to Germany for Military Ties*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.kommersant.com/p-

5158/r_500/Russia_Looks_to_Germany_for_Military_Ties_/"

http://www.kommersant.com/p-

5158/r_500/Russia_Looks_to_Germany_for_Military_Ties_/ [Consult 5 janeiro 2013].



Krebs, G.D., 2010. *Gunter's Space Range*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://space.skyrocket.de/doc_sdat/sicral-2.htm" http://space.skyrocket.de/doc_sdat/sicral-2.htm [Consult 5 janeiro 2013].

Lee, C., 2013. *USAF debates reduction in UAV orbits*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.janes.com/article/30052/usaf-debates-reduction-in-uav-orbits" http://www.janes.com/article/30052/usaf-debates-reduction-in-uav-orbits [Consult 07 junho 2014].

Lourenço, N.S., 2012. Série Mar Português: tanto mar para tão pouca marinha. *Público*.

Marado, B., 2013. O contributo do poder espacial na estratégia das pequenas potências europeias. *Revista de Ciências Militares*, I, N.º2, pp.25-48.

McIntosh, C., 2012. *Satellite Communications: The next 10 years*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.defenceiq.com/defence-technology/articles/satellite-communications-now-and-later/" http://www.defenceiq.com/defence-technology/articles/satellite-communications-now-and-later/ [Consult 04 janeiro 2013].

Mcneff, J., 2010. *Military PNT — The Way Ahead*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.insidegnss.com/node/2347" http://www.insidegnss.com/node/2347 [Consult 26 abril 2014].

MDN, 2011. *Diretiva Ministerial Orientadora do Ciclo de Planeamento de Defesa Militar*. Ministério da Defesa nacional.

Meacci, E., Journal Edition 15 - 2012. A Fool too Late - Recognising Space Dependency. *JAPCC*, pp.50-54.

MFA 500 - 12, 2013. *Visão estratégica para sistemas de aeronaves não tripuladas*. EMFA.

MIFA, 2014. *Missões das Forças Armadas*. Lisboa.

Miguel, N., 2009. Sistema de sistemas: O triunfo da tecnologia? *Nação e Defesa*, N.º122 - 4ªSérie, pp.203-17.

Military & Aerospace, 2013. *Are costs and vulnerabilities making military leaders nervous about satellite communications?* [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.militaryaerospace.com/blogs/aerospace-defense-blog/2013/07/are-costs-and-



vulnerabilities-making-military-leaders-nervous-about-satellite-communications.html"
<http://www.militaryaerospace.com/blogs/aerospace-defense-blog/2013/07/are-costs-and-vulnerabilities-making-military-leaders-nervous-about-satellite-communications.html>
[Consult 31 julho 2013].

Monjardino, M., 2009. A Europa e a Nova Idade Espacial. *Semanário Expresso 14 março 2009*.

Morgado, et al, 2013. Da investigação, desenvolvimento & inovação, à industrialização e comercialização das tecnologias UAS levadas a cabo no Centro de Investigação da Academia da Força Aérea. In *A Transformação do Poder Aeroespacial*. Pedrouços: Fronteira do Caos. pp.121-90.

NASA, 2009. *The Threat of Orbital Debris and Protecting NASA Space Assets from Satellite Collisions*.

Nascimento, J., 2012. O contributo da BAO par o sistema ISTAR. *Revista de Artilharia*, pp.23-33.

NOAA, 2005. *NOAA / Space Weather Prediction Center*. [Online] Disponível em:
HYPERLINK "http://www.swpc.noaa.gov/NOAAscales/"
<http://www.swpc.noaa.gov/NOAAscales/> [Consult 17 março 2013].

Nogueira, J., 2013. O emprego do Poder Aeroespacial na Operação Unified Protector. In *A Transformação do Poder Aeroespacial*. Pedrouços: Fronteira do Caos. pp.305-44.

NSA, N.S.A., 2010. *NATO Glossary of terms and definitions*.

OCDE, 2012. *The Space Economy at a Glance 2011*. [Online] Disponível em:
HYPERLINK "file:///C:/Users/vicente/Downloads/www.oecd.org/future/space"
www.oecd.org/future/space [Consult dezembro 2012].

Oldenburg, J., 2007. *Fighting the war above Iraq*. Alabama: Air University Press Air Command and Staff College.

Oldenburg, J., 2007. *Fighting the war above Iraq*. Alabama: Air University Press Air Command and Staff College.



Oliveira, J., 2013. *O projeto de investigação e tecnologia em veículos aéreos não tripulados (PITVANT). A edificação de uma capacidade nacional*. Trabalho de Investigação Individual - Curso de Estado Maior Conjunto. Pedrouços: IESM.

Opatowski, A.D.e.M., 2000. *Trouble Spots - the atlas of world strategic information*. Sutton Publishing Limited.

OTAN, 2009. *AJP-3.3(A)*. OTAN.

Paikowsky, D., 2008. *Space Technology, Patterns of warfare and Force Build-up: Between a Power and a Small State*. [Online] Disponível em: [HYPERLINK "http://www.neaman.org.il/Neaman2011/userdata/SendFile.asp?DBID=1"](http://www.neaman.org.il/Neaman2011/userdata/SendFile.asp?DBID=1)
<http://www.neaman.org.il/Neaman2011/userdata/SendFile.asp?DBID=1> [Consult 12 dezembro 2012].

Patriciello, A., 2011. *Relatório sobre uma Estratégia Espacial da União Europeia ao serviço do cidadão*. Parlamento Europeu.

Pellanda, J.e.A., 2010. Engenharia de Defesa: O mais novo paradigma de pós-graduação do Instituto Militar de Engenharia. *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, XXVII, pp.94-109.

Picq, A.d., 2005. *Battle Studies*. Gutenberg.

Pinto, M., 2012. Portugal: a participação em missões de paz como fator de credibilização externa. *JANUS.NET e-journal od International Relations*, 3, pp.66-78.

Quivy, R.&.C.L.V., 2003. *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. 3rd ed. Lisboa: Gradiva - Publicações, Lda.
RAND Corporation, 2014. Data Flood: Helping the Navy Address the Rising Tide of Sensor Information. [Online] Disponível em: http://www.rand.org/pubs/research_reports/RR315.html [Consult 12 dezembro 2014].

R. Phaal, D.R.P.C.I.K., 2011. *A toolkit for the strategic planning of fleet transitions and upgrades in complex product-service systems*. Cambridge: Proceedings of the 9th International Conference on manufacturing Research ICMR 2011.

R.Davidson, S., 1992. *Satellite communications - technology overview*. Delran, NJ: McGraw-Hill.

RAF, 2009. *British air and space power doctrine - AP 3000 FOURTH EDITION*.



- Rebordão, J., 1996. *PoSAT-1*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "file:///C:\\Users\\vicente\\Downloads\\www.fernandocarvalhorodrigues.eu\\posat\\posat1ph.html" www.fernandocarvalhorodrigues.eu/posat/posat1ph.html [Consult 10 dezembro 2013].
- Ribeiro, 2003. Guerra centrada em rede: um conceito operacional emergente no século XXI. *PROELIUM - Revista da Academia Militar*, pp.35-66.
- Ribeiro, C., 2008. Os novos sistemas C4I para o Exército Português. *PROELIUM - Revista da Academia Militar*, pp.19-45.
- Roland, A., 2009. *War and Technology*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "https://www.fpri.org/footnotes/1402.200902.roland.wartechology.html" https://www.fpri.org/footnotes/1402.200902.roland.wartechology.html [Consult março 2014].
- Romana, J., 2013. *Perspetivas de participação de Portugal no programa europeu SST*. FCT.
- Royal Aeronautical Society, 2012. *Lessons offered from the Libya air campaign*. London: Royal Aeronautical Society.
- RT.com, 2014. *US military satellites vulnerable in future space war – Space Command chief*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://rt.com/usa/us-satellites-vulnerable-shelton-381/" http://rt.com/usa/us-satellites-vulnerable-shelton-381/ [Consult março 2014].
- SACT, 2006. *Allied Command Transformation, NATO Network-Enabled Capability (NNEC) - Vision & Concept*. Norfolk: SACT.
- Santos, L.C.A.e.S.M., 2012. A situação estratégica internacional: implicações para um novo conceito estratégico de segurança e defesa. *Boletim Ensino | Investigação*.
- Santos, C., 2012. *Emprego do Poder Militar na Atualidade e Cultura Organizacional das Instituições Militares - Reflexões*. Simpósio de Excelencia em Gestão e Tecnologia.
- Santos, J., 2013. Reformar o Estado - Forças Armadas. *Revista Militar N°2542 - Novembro 2013*, pp.981 - 988.
- Sat-Portugal, 2003. *PoSAT-1 em "reforma" antecipada*. [Online] Disponível em: HYPERLINK



"file:///C:\\Users\\vicente\\Downloads\\www.satportugal.no.sapo.pt\\noticias\\10\\10.html"
www.satportugal.no.sapo.pt/noticias/10/10.html [Consult 21 dezembro 2013].

Schenk, M., 2014. *Cleaning up space debris with sailing satellites*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "https://pando.com/2014/02/03/cleaning-up-space-debris-with-sailing-satellites/" https://pando.com/2014/02/03/cleaning-up-space-debris-with-sailing-satellites/ [Consult 22 abril 2014].

Selding, P., 2013. *NATO Sets Mid-2014 Deadline for Securing Future Satcom Capacity*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.spacenews.com/article/military-space/33025nato-sets-mid-2014-deadline-for-securing-future-satcom-capacity" http://www.spacenews.com/article/military-space/33025nato-sets-mid-2014-deadline-for-securing-future-satcom-capacity [Consult 27 abril 2014].

Short, N., 2005. *Military Intelligence Satellites*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "file:///C:\\Users\\vicente\\Downloads\\www.fas.org\\irp\\imint\\docs\\rst\\Intro\\Part2_26e.html" www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Intro/Part2_26e.html [Consult 27 dezembro 2012].

Silva, J., 2006. *Estação Ibéria NATO - Uma geração ao serviço de Portugal e da Aliança Atlântica*. Lisboa: Estação Ibéria NATO.

Single, T., 2009. *NATO Space Operations Assessment*. Kalkar: JAPCC.

Sirak, M., 2010. *ISR Revolution*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.airforcemag.com/MagazineArchive/Pages/2010/June%202010/0610ISR.aspx" http://www.airforcemag.com/MagazineArchive/Pages/2010/June%202010/0610ISR.aspx [Consult 10 novembro 2013].

Space Working Group, 2008. *Uma politica espacial para a Defesa Europeia*. Space Working Group.

Space.com, 2013. *Russian Satellite Hit by Debris from Chinese Anti-Satellite Test*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.space.com/20138-russian-satellite-chinese-space-junk.html" http://www.space.com/20138-russian-satellite-chinese-space-junk.html [Consult março 2014].

Technology, T.P.O.o.S.a., 2006. *Military uses os space. Postnote N°273*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "file:///C:\\Users\\vicente\\Downloads\\www.parliament.uk\\briefing-



papers\POST-PN-239.pdf&ei=1WvcULPqPIPLhAfpuYG4BA&usg=AFQjCNH1fa-7Bpgx9_dqmly%20wTqdh5%20MIktw&sig2=zJ6OjJFLdnffd2yN8qQdug&bvm=bv.1355534169,d.d2k" www.parliament.uk%2Fbriefing-papers%2FPOST-PN-239.pdf&ei=1WvcULPqPIPLhAfpuYG4BA&usg=AFQjCNH1fa-7Bpgx9_dqmly wTqdh5MIktw&sig2=zJ6OjJFLdnffd2yN8qQdug&bvm=bv.1355534169,d.d2k [Consult outubro 2012].

Teixeira, N.S., 2010. A defesa Europeia depois do Tratado de Lisboa. *Relações Internacionais*, pp.21-29.

Thakur, R., 2011. Space as a Future Force Multiplier. *CLAWS Journal*, pp.74-84. Disponível em: [HYPERLINK "http://www.claws.in/administrator/uploaded_files/1395292341RS%20Thakur%20%20CJ%20Winter%202011.pdf"](http://www.claws.in/administrator/uploaded_files/1395292341RS%20Thakur%20%20CJ%20Winter%202011.pdf)
http://www.claws.in/administrator/uploaded_files/1395292341RS%20Thakur%20%20CJ%20Winter%202011.pdf [Consult março 2014].

Thales, 2011. *NATO continues to entrust Thales with the operation of its communications network in Afghanistan*. [Online] Disponível em: [HYPERLINK "https://www.thalesgroup.com/en/content/nato-continues-entrust-thales-operation-its-communications-network-afghanistan"](https://www.thalesgroup.com/en/content/nato-continues-entrust-thales-operation-its-communications-network-afghanistan) <https://www.thalesgroup.com/en/content/nato-continues-entrust-thales-operation-its-communications-network-afghanistan> [Consult 27 abril 2014].

The Parliamentary Office of Science and Technology, 2006. *MILITARY USES OF SPACE. Postnote N°273*. [Online] Disponível em: [HYPERLINK "file:///C:/Users/vicente/Downloads/www.parliament.uk/briefing-papers/POST-PN-239.pdf&ei=1WvcULPqPIPLhAfpuYG4BA&usg=AFQjCNH1fa-7Bpgx9_dqmly%20wTqdh5%20MIktw&sig2=zJ6OjJFLdnffd2yN8qQdug&bvm=bv.1355534169,d.d2k"](file:///C:/Users/vicente/Downloads/www.parliament.uk/briefing-papers/POST-PN-239.pdf&ei=1WvcULPqPIPLhAfpuYG4BA&usg=AFQjCNH1fa-7Bpgx9_dqmly%20wTqdh5%20MIktw&sig2=zJ6OjJFLdnffd2yN8qQdug&bvm=bv.1355534169,d.d2k) www.parliament.uk%2Fbriefing-papers%2FPOST-PN-239.pdf&ei=1WvcULPqPIPLhAfpuYG4BA&usg=AFQjCNH1fa-7Bpgx9_dqmly wTqdh5MIktw&sig2=zJ6OjJFLdnffd2yN8qQdug&bvm=bv.1355534169,d.d2k [Consult 10 outubro 2012].

Tomé, A., 1997. O poder aeroespacial e a defesa global. *Nação e Defesa*, N.º81, pp.57-79.



Tomé, L., 2005. *A dissimetria dos EUA e a Guerra Assimétrica*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://janusonline.pt/dossiers/dossiers_2005_4_1_5_d.html" http://janusonline.pt/dossiers/dossiers_2005_4_1_5_d.html [Consult 08 fevereiro 2013].

UCS, 2012. *Nuclear Weapons and global security*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "%20http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/space_weapons/technical_issues/ucs-satellite-database.html" http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/space_weapons/technical_issues/ucs-satellite-database.html [Consult 12 dezembro 2012].

UCS, 2014. *Nuclear Weapons and global security*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "file:///C:\\Users\\vicente\\Downloads\\Nuclear%20Weapons%20and%20global%20security.%20%5bEm%20linha%5d%20Disponível%20em:%20http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/space_weapons/technical_issues/ucs-satellite-database.html%20%5bConsult.26%20março%202014%5d" Nuclear Weapons and global security. [Em linha] Disponível em: http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/space_weapons/technical_issues/ucs-satellite-database.html [Consult.26 março 2014].

UCS, 2015. *Nuclear Weapons and global security*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/space_weapons/technical_issues/ucs-satellite-database.html" http://www.ucsusa.org/nuclear_weapons_and_global_security/space_weapons/technical_issues/ucs-satellite-database.html [Consult 28 abril 2015].

United States Army, 2012. *Space Support to Army Operations*. CreateSpace Independent Publishing Platform.

US GAO, 2003. *Military Space Operations*. Washington: GAO.

USAF, 2009. *United States Air Force Unmanned Aircraft Systems Flight Plan 2009-2047*. Washington: USAF.

Vicente, J., 2007. Operações Baseadas em Efeitos: o Paradigma da Guerra do sec. XXI. *Nação e Defesa*, pp.231-56.

Vicente, J., 2007a. *Guerra em Rede - Portugal e a Transformação da NATO*. Lisboa: Prefácio.



Vicente, J., 2007b. *Operações em Rede contributos para o seu estudo*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-p/2007/2tri07/vicente.html" http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-p/2007/2tri07/vicente.html [Consult 10 dezembro 2012].

Vicente, 2008. Operações em rede: da promessa à realidade. *Nação e Defesa*, N.º120 - 3ª Série, pp.51-76.

Vicente, J., 2010. A Participação da Força Aérea Portuguesa na International Security Assistance Force (ISAF). *Boletim Ensino e Investigação - IESM*, pp.55-88.

Vicente, J., 2011. *Unmanned Aircraft Systems: contibutos para uma visão estratégica*. Lisboa.

Vicente, J., 2013. *Guerra Aérea Remota - A revolução do Poder Aéreo e as oportunidades para Portugal*. Porto: Fronteira do Caos Editores, Lda.

Vogt, C., 2002. *Guerra e Ciência - Satélites são poderosas ferramentas de estratégia militar*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "file:///C:\\Users\\vicente\\Downloads\\www.comciencia.br\\reportagens\\guerra\\guerra04.htm" www.comciencia.br/reportagens/guerra/guerra04.htm [Consult 18 dezembro 2012].

Warner, M., 2009. *Living without space: the impact of a long-term space outage on air-ground operations*. Alabama: Air Command and Staff College. Maxwell Air Force Base.

Waugh, T., 2007. *NATO - Satellite Communications*. [Online] Disponível em: HYPERLINK "http://www.europarl.europa.eu/hearings/20070502/sede/waugh_en.pdf" http://www.europarl.europa.eu/hearings/20070502/sede/waugh_en.pdf [Consult 27 abril 2014].

Entrevistas

Batista, L., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Avaliação na DCSI - Exército. [Entrevista] (09 abr. 2014).

Bernardino, P., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Avaliação no seio da Esquadra 502 [Entrevista] (27 mar. 2014).



Carita, J., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Avaliação no seio da Esquadra 701 [Entrevista] (27 mar. 2014).

Correia, A., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Avaliação no seio da NRF [Entrevista] (06 mar. 2014).

Estevão, R., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Avaliação no NRP Bartolomeu Dias [Entrevista] (23 abr. 2014).

Freitas, N., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Avaliação no seio da Estação Ibéria OTAN [Entrevista] (10 abr. 2014).

Garcia, S., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Avaliação no NRP Arpão [Entrevista] (05 abr. 2014).

Neves, J., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. [Entrevista] (16 abr. 2014).

Oliveira, J., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Avaliação no seio da Esquadra 501 [Entrevista] (27 mar. 2014).

Rosa, J., 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Avaliação no seio da Esquadra 201 [Entrevista] (09 abr. 2014).

Vaz, B. 2014. A tecnologia espacial nas Forças Armadas Portuguesas. Entrevista realizada na Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação do Estado Maior General das Forças Armadas (DCSI/EMGFA). [Entrevista] (23 mai. 2014).



Anexo A - Corpo de conceitos

Tabela nº15 – Corpo de conceitos

Alternativa	<ul style="list-style-type: none">• Opção para fazer face à falha de uma capacidade. No âmbito do presente trabalho, correlaciona-se com o emprego de uma capacidade opcional à tecnologia espacial, que permita a preparação e condução de operações militares, de forma semelhante à realizada na presença da referida capacidade espacial.
Ameaça	<ul style="list-style-type: none">• Ações intencionais, manifestas ou previsíveis, com vista a impedir ou contrariar a consecução de um objetivo (Couto, 1988, p.171).
Benefícios operacionais	<ul style="list-style-type: none">• Conceito relacionado com melhorias ou vantagens operacionais adquiridas, resultantes do emprego das tecnologias espaciais.
Capacidades espaciais	<ul style="list-style-type: none">• Articulação e aptidão de emprego da tecnologia espacial, de forma harmoniosa e que contribuem para a realização de um conjunto de tarefas operacionais ou efeito que é necessário atingir, englobando componentes da doutrina, organização, treino, material, liderança, pessoal, infraestruturas, interoperabilidade, entre outras.
Capacidade Militar	<ul style="list-style-type: none">• “conjunto de elementos que se articulam de forma harmoniosa e complementar e que contribuem para a realização de um conjunto de tarefas operacionais ou efeito que é necessário atingir, englobando componentes de doutrina, organização, treino, material, liderança, pessoal, infraestruturas e interoperabilidade (DOTMPII), entre outras” (CEM, 2014)
Consciência situacional	<ul style="list-style-type: none">• Capacidade de extrair da imagem do teatro de operações, atividades e padrões com significado, e partilhar, em rede, essa consciência com os diversos participantes, excitando um entendimento comum do ambiente estratégico ou operacional (Vicente, 2007, p.246).
Dependência	<ul style="list-style-type: none">• Falta de autonomia face a algo. No âmbito do presente trabalho será referente à falta de autonomia para a preparação e condução de operações militares face à capacidade espacial. Este conceito estará relacionado com a necessidade de suporte, para operação ou execução, sem a qual não será possível decorrer a sua efetivação.



Desvantagem	<ul style="list-style-type: none">• Situação ou posição que corresponde a um potencial risco (operacional) em relação a algo (adaptado de: Priberam, 2013).
Guerra Centrada em Rede (GCR)	<ul style="list-style-type: none">• Visa a permanente recolha, análise, processamento e difusão da informação relevante para as forças amigas, ao mesmo tempo que se nega essa capacidade ao inimigo (Miguel, 2009, p. 208).
Missões ISTAR	<ul style="list-style-type: none">• Missões que se podem dividir em três segmentos distintos: <i>standoff</i> (sem violação do espaço aéreo), <i>overflight</i> (sobrevoo da área em questão sem franca ameaça) e <i>denied access</i> (semelhante ao <i>overflight</i>, mas na qual existe uma franca ameaça adversária) (DoD, 2005, pp.A-2).
Operações militares	<ul style="list-style-type: none">• Segundo o AAP-6 e JP 1-02 é a ação ou plano militar necessário para o cumprimento de uma missão estratégica, operacional, tática, de serviços, de treino ou administrativa. Será o processo para atingir os objetivos para cada batalha ou campanha em combate, incluindo movimentos, reabastecimentos, manobras de ataque e defesa (NSA, 2010, pp.2-O-2) (DoD, 2012). Segundo o FM 3-90, inclui os processos de planeamento, preparação, execução e avaliação de operações para atingir os objetivos de qualquer empenhamento ou campanha (Army, 2001, pp.2-8). Na presente investigação as operações em causa serão as de carácter militar e não militar
Produto Operacional	<ul style="list-style-type: none">• "Conjunto de capacidades destinadas a executar as tarefas específicas englobadas nas missões das FFAA" (Santos, 2013, p. 985).
Sensores	<ul style="list-style-type: none">• "Todas as entidades que contribuem para a obtenção da consciência situacional do Campo de Batalha, onde se integram todos os meios de pesquisa de informação" (Ribeiro, 2007, p. 56).
Superioridade informacional	<ul style="list-style-type: none">• Benefício ou vantagem obtida pela capacidade de pesquisa, exploração e disseminação de um fluxo contínuo de informação, ao mesmo tempo que essa capacidade é negada ao adversário (DoD, 2012).
Reconhecimento	<ul style="list-style-type: none">• Missão para obter, através da observação ou por outros métodos de deteção, informações de atividades, recursos, características



	geográficas, hidrográficas, etc., de uma determinada área.
Requisito operacional	<ul style="list-style-type: none">• Parâmetros qualitativos e quantitativos que especificam as capacidades desejadas de um sistema e servem de base para determinar a eficácia operacional e adequação de um sistema antes da implantação (CEM, 2014)
Tecnologia espacial	<ul style="list-style-type: none">• “Tecnologia desenvolvida para operar a partir ou no espaço, sendo que o espaço será delimitado a partir da altitude de 100km, acima da superfície da Terra” (Chun, 2006, p.14). No presente trabalho de investigação delimitar-se-á a análise ao segmento satélites.
Vantagem	<ul style="list-style-type: none">• Situação ou posição que corresponde a um benefício (operacional) em relação a algo (adaptado de: Priberam, 2013).
Vigilância	<ul style="list-style-type: none">• Observação sistemática do espaço aéreo, superfície ou sub-superfície, de lugares, pessoas ou coisas, por meios visuais, acústicos, eletrónicos, fotográficos ou outros.



Anexo B - Base concetual

Pergunta partida	Questões Derivadas	Hipóteses	Conceitos	Dimensões	Indicador	
Qual a relevância da tecnologia espacial nas missões das FFAA?	i. Qual a importância da tecnologia espacial nas operações militares da atualidade?	H1 - Há benefícios operacionais que decorrem da aplicação da tecnologia espacial nas operações militares.	Tecnologia espacial	Satélites	Nº Satélites	
				Emprego	% Governamental	% Militar
			Capacidades espaciais		Áreas de aplicação espacial	Controlo Espacial
				Apoio Espacial		Aplicação de Força Espacial
				Vulnerabilidades		Tipos de vulnerabilidades
			Potencialidades			
	ii. Quais as alternativas à tecnologia espacial no espetro de emprego em operações militares?	H2 - Existem soluções tecnológicas e estratégicas, que por um lado permitem encontrar alternativas à tecnologia espacial, e por outro lado aumentam a disponibilidade das tecnologias espaciais existentes.	Alternativa / Dependência	Tecnológica	Área de aplicação espacial - Multiplicadora de Força	
				Estratégica		
	iii. Em que medida a tecnologia espacial contribui para a optimização do produto operacional das FFAA?	H3 - O emprego da tecnologia espacial pelas FFAA pode ser otimizado.	Operações militares / MIFA	Marinha	Meios	
				Exército		
				Força Aérea		
				FRI		
Alternativa / Dependência			Tecnológica	Área de aplicação espacial - Multiplicadora de Força		
			Organizacional			
Estratégica						

Tabela nº16 – Base concetual



Anexo C - Síntese dos programas espaciais de alguns países europeus (França, Alemanha, Itália, Espanha, Reino Unido, Bélgica e Grécia).

Efetuar-se-á de seguida uma breve análise aos programas espaciais, apenas no âmbito da Defesa ou das FFAA, de alguns países europeus (países com satélites para fins exclusivamente militares) e da OTAN.

(1) França

A França, para fins exclusivamente militares, além do programa *France's Syracuse*, composto por dois satélites que possuem como finalidade providenciar SATCOM e que fazem parte dos meios que são partilhados no seio da OTAN, possui os satélites *Elisa* e *Spirale*, para alerta precoce e ELINT (UCS, 2012). Salienta-se o empenho dos satélites franceses, a par dos EUA, nas ações ISR na intervenção na Líbia em 2011. A França desempenha um papel de relevo nas ações ISR na Europa (Anrig, 2011, p.98).

Entre as parcerias no seio da tecnologia espacial, destacam-se as realizadas junto da ESA e com a Itália no programa *Sicral* (Krebs, 2010). Há contudo que realçar este ator como líder no programa de lançamentos, pela estação que possui na Guiana Francesa, e que tem permitido concretizar vários programas espaciais a nível mundial.

A França também possui, em parceria com outros países, capacidades para reconhecimento/observação no âmbito do programa *Helios e Pleiades*.

A ação desenvolvida neste setor tecnológico tem um importante impulsionador da indústria aeronáutica francesa, nomeadamente com a empresa Thales, responsável pela maioria dos serviços SATCOM, para os mais de 7000 utilizadores da OTAN distribuídos em todo o território afegão (Thales, 2011).

(2) Alemanha

A Alemanha possui tecnologia espacial que lhe concede capacidades SATCOM militares (Programa MILSATCOM) e valências ISR (UCS, 2012).

Destacar-se-iam as parcerias desenvolvidas entre este ator e a Rússia no desenvolvimento de tecnologia espacial, nomeadamente para o lançamento dos satélites *SAR (SAR-Lupe e Terra SAR)* para ações de ISR (Kommersan, 2005). Desta constelação e programas, há a salientar o contributo tido no seio da Europa, no âmbito da edificação de capacidades de segurança, defesa e cooperação de *intelligence* autónomas (Cepik, 2009). De acordo com a mesma fonte, este programa permitirá aos países europeus "conduzir exercícios militares ao nível de divisão" (Cepik, 2009, p.72).

Dos programas em curso salienta-se o Terra SAR, que permitirá obter dados do terreno (elevações, infraestruturas, vegetação, entre outros) para elaborar uma constituição



3D. Esta informação é relevante no suporte a operações militares e terá resoluções próximas a 0,25 m (Duerr, 2013, p.38). Este programa terá continuação no seio de um programa mais amplo que abarcará o programa TandDEM (Alemanha), PAZ (Espanha) e Terra SAR-X NG (Alemanha). Estes programas fazem parte dos meios que são partilhados no seio da OTAN.

(3) Itália

Para além das capacidades com finalidade de SATCOM militares, patentes na constelação de dois satélites do programa *Sicral*, programa desenvolvido com França, este ator possui valências para observação, concentradas nos quatro satélites da constelação *COSMO-SkyMed* (constelação de satélites de pequeno porte para a observação da bacia do Mediterrâneo) (Space Working Group, 2008, p.13). Possui também, em parceria com outros atores, capacidades para reconhecimento/observação.

A constelação *Sicral* faz parte dos meios que são partilhados no seio da OTAN.

(4) Espanha

Espanha possui tecnologia espacial que lhe concede capacidades SATCOM (SpainSAT). Possui também, em parceria com outros atores, capacidades para reconhecimento/observação. A ação desenvolvida neste setor tecnológico tem um importante impulsionador da indústria aeronáutica a EADS - CASA e de outras empresas espanholas de posição internacional nesta área, tal como a INDRA, que permitiu à indústria de defesa espanhola capacitar-se para este segmento tecnológico (Florensa, 2011). De acordo com a mesma fonte os satélites deste ator têm sido rentabilizados para prestar serviços a outras FFAA, nomeadamente da Dinamarca e Noruega.

Dos programas em curso há também a relevar o PAZ, que irá permitir a observação terrestre para recolha de imagens.

(5) Reino Unido

No que respeita ao Reino Unido, de acordo com a *Postnote* N°273 de 2006, do *Parliamentary Office of Science and Technology*, apenas as capacidades de observação (imagens) e SATCOM estão em uso. Em dezembro de 2012 foi lançado mais um satélite britânico com fins militares, o satélite *Skynet 5D*, que se junta aos outros da constelação *UK's Skynet*, com vista a fins de SATCOM militares. Este conjunto de satélites, de acordo com a fonte, é gerido pela *Paradigm Secure* que é uma empresa de serviços que se constitui como uma parceria público privada com o governo estatal. Salienta-se que a constelação *UK's Skynet* faz parte dos meios que são partilhados no seio da OTAN.

Para além do referido, há outros programas em curso dignos de registo, nomeadamente os desenvolvimentos no seio da ESA e o programa de pequenos satélites, que



poderá traduzir-se em redução de custos no fabrico deste tipo de equipamentos, tornando esta tecnologia mais acessível (Technology, 2006) (Anwar, 2012). Esta miniaturização de satélites é um objetivo de mais atores, tais como EUA e China, e poderá traduzir-se em tecnologia de menor custo mas também são esperadas outras vantagens, tais como facilidade de expelir o equipamento para o espaço e a flexibilidade na sua disponibilidade para esse lançamento e colocação em órbita, para fazer face a eventuais necessidades.

(6) Bélgica e Grécia

Estes atores para além de fazerem parte da ESA, possuem parcerias com a França, Itália e Espanha, no âmbito do programa *Helios* e *Pleiades* que lhes permitirá obter capacidades para reconhecimento/observação (Space Working Group, 2008, p.13).

Apêndice A - Frequências e bandas empregues nas comunicações satélite

As SATCOM comerciais ocorrem em três faixas principais: C, Ku e Ka. Para além destas bandas de frequência, os sistemas de satélites militares também fazem uso de frequências banda X. Tipicamente as SATCOM militares têm sido focadas na banda C e banda X, mas essas bandas para além de onerosas (especialmente a banda X), também são cada vez mais limitadas de capacidade devido aos requisitos operacionais, sobretudo motivadas pelo emprego de plataformas UAV e dos requisitos de *intel* (Anwar, 2012).

Para complementar a informação nesta matéria, a figura seguinte pretende sintetizar os sistemas satélite por cada banda de comunicações:

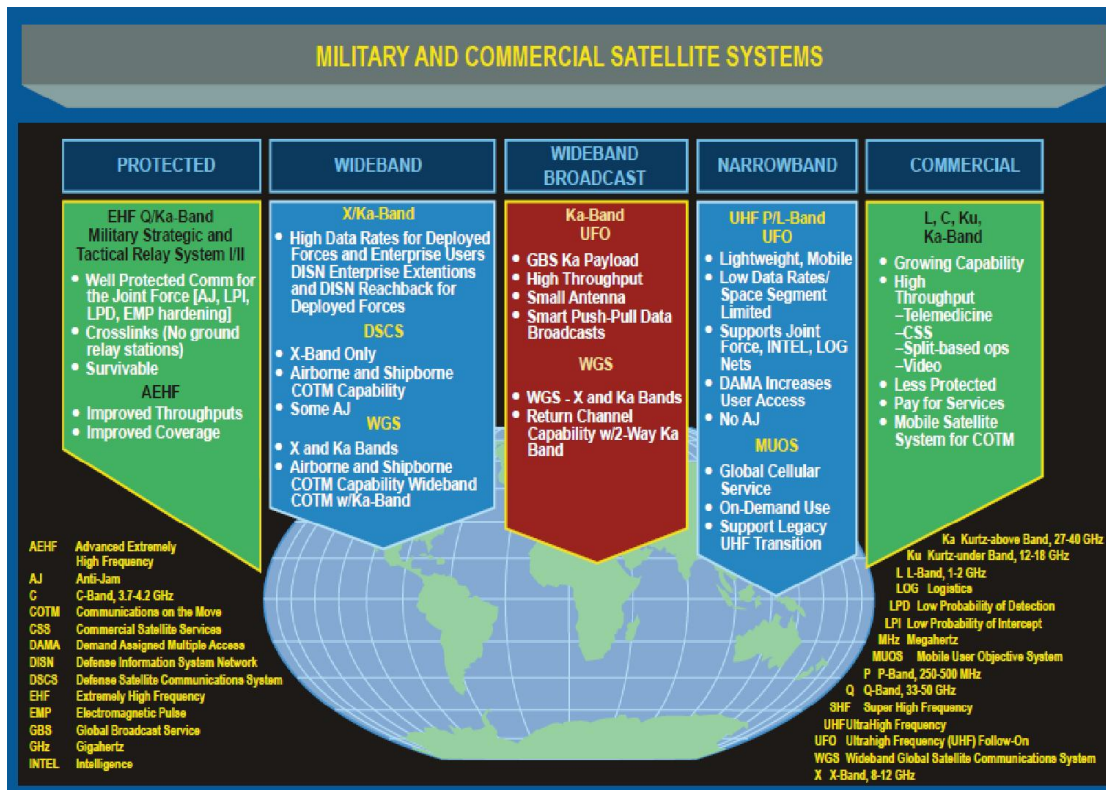


Figura nº9 – Sistemas satélite por cada banda de comunicações

Fonte: JP 3-14 (DoD, 2009, pp.D-2)