

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES
CURSO DE ESTADO-MAIOR CONJUNTO

2012/2013



TII

**A DEPENDÊNCIA NA TECNOLOGIA ESPACIAL EM OPERAÇÕES
MILITARES**

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 DEPENDÊNCIA NA TECNOLOGIA ESPACIAL EM OPERAÇÕES MILITARES

MAJ ENGEL PEDRO COSTA

Trabalho de Investigação Individual do CEM-C 12/13

Pedrouços 2013



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

A DEPENDÊNCIA NA TECNOLOGIA ESPACIAL EM OPERAÇÕES MILITARES

MAJ ENGEL PEDRO COSTA

Trabalho de Investigação Individual do CEM-C 12/13

Orientador: TCOR ENGAER Ana Rita Duarte Gomes Simões Baltazar

Pedrouços 2013



Agradecimentos

A realização deste trabalho levou ao envolvimento (direto ou indireto) de um conjunto de pessoas. No percurso, muitas foram as que deram a sua contribuição para que este trabalho se tornasse possível, deste modo, não podia deixar de lhes dirigir uma palavra de agradecimento.

Ao entrevistado Coronel Glicínio Fernandes pela disponibilidade e conhecimentos transmitidos.

Aos meus amigos e camaradas que ao longo de todo o percurso foram um apoio que tornaram mais leves os momentos mais difíceis. Um agradecimento particular à *Família de energia*.

Um especial agradecimento à orientadora Tenente-Coronel Ana Baltazar, pela disponibilidade, camaradagem e amizade. Ficarei eternamente grato pela assistência contínua, orientação prestada e pela motivação incutida, ao longo da elaboração do trabalho. Agradeço as proíficas reuniões sobre metodologia e conteúdo e pelo acompanhamento colaborante e interessado que prestou a este trabalho de investigação. Neste âmbito queria também engrandecer o apoio e disponibilidade do Tenente-Coronel João Vicente.

Aos meus pais, Isaque e Olinda por me proporcionarem ser quem sou e pelo voto de confiança para mais este desafio.

Aos meus filhos Madalena e Jaime, cujas brincadeiras não pude acompanhar conforme desejaria e à minha esposa Célia, que sempre me deu forças. A eles agradeço também pela coragem e vontade que me incutiram e a alegria que me faz mover. A vós, verdadeiras estrelas que superam o patamar da tecnologia espacial, agradeço com um sentimento especial.

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

Agradecimentos	i
Índice de Figuras	iv
Índice de Tabelas	v
Resumo	vi
Abstract.....	vii
Palavras-chave	viii
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	ix
Introdução	1
1. Emprego da tecnologia espacial - caracterização	6
a. Caracterização do setor espacial - emprego em operações militares	7
(1) Multiplicadora de força	8
(a) Comunicações	8
(b) ISR	10
(c) Aviso precoce de lançamento de mísseis	11
(d) Monitorização ambiental	11
(e) Navegação, posição, velocidade e tempo	12
(2) Apoio Espacial	12
b. Caracterização do setor espacial - emprego dual	13
c. Síntese conclusiva	18
2. Potencialidades e vulnerabilidades das tecnologias espaciais nas operações militares ..	20
a. Potencialidades das tecnologias espaciais nas operações militares	21
b. Vulnerabilidades das tecnologias espaciais nas operações militares	23
c. Análise das vulnerabilidades e potencialidades do emprego das tecnologias espaciais em operações militares	28
3. Alternativa ao emprego da tecnologia espacial nas operações militares	31
a. Análise de alternativas	33
(1) Comunicações	35
(2) ISR	37
(3) Navegação, posição, velocidade e tempo	39
b. Síntese conclusiva	39
Conclusão	42
Bibliografia	50



Anexo A - Corpo de conceitos	A-1
Anexo B - Base conceitual	B-1
Anexo C - Síntese aos programas espaciais (França, Alemanha, Itália, Espanha, Reino Unido, Bélgica, Grécia, OTAN e Portugal).....	C-1
Anexo D - Compilação de ações urgentes, para o período de 2012-2013, listada pela Comissão Europeia, ESA e EDA	D-1
Apêndice A - Frequências e bandas empregues nas comunicações satélite.....	Ap-1



Índice de Figuras

Figura nº1 – Produtos da tecnologia espacial, na vertente de SATCOM.....	9
Figura nº2 – Segmentos do emprego da tecnologia espacial.....	14
Figura nº3 – Países com satélites operacionais em órbita e bases de lançamentos	14
Figura nº4 – Distribuição de Satélites pelas finalidades.....	15
Figura nº5 – Lixo espacial	24
Figura nº6 – Descrição da guerra de Clausewitz modificada	27
Figura nº7 – Benefícios operacionais mais relevantes pelo emprego da tecnologia espacial em operações militares	29
Figura nº8 – Evolução do emprego dos UAV	34
Figura nº9 – Requisitos SATCOM <i>versus</i> Capacidades	36
Figura nº10 – Possível arquitetura da rede de comunicações nos UAV.	37
Figura nº11 – Sistemas satélite por cada banda de comunicações	Ap-1



Índice de Tabelas

Tabela nº1 – Áreas de missão espacial da OTAN	7
Tabela nº2 – Evolução havida na largura de banda para SATCOM de 1991 a 2003.....	8
Tabela nº3 – Conteúdos das SATCOM por frequências	10
Tabela nº4 – Principais diferenças dos subsistemas do GPS.....	12
Tabela nº5 – Armamento empregue nos últimos conflitos.....	12
Tabela nº6 – <i>Informação relevante para cada órbita</i>	13
Tabela nº7 – Fatos curiosos sobre satélites (inclui dados até 31AGO2012).....	16
Tabela nº8 – Matriz <i>swot</i>	28
Tabela nº9 – Tabela com a classificação dos UAV	34
Tabela nº10 – Corpo de conceitos	A-1
Tabela nº11 – Base concetual	B-1
Tabela nº12 – Compilação de ações urgentes, para o período de 2012-2013, listada pela Comissão Europeia, ESA e EDA.	D-1



Resumo

A presente investigação visa a identificação e avaliação do tipo de suporte que a tecnologia espacial garante às operações militares. Procurou-se identificar os nichos de aplicação e ligações estruturantes desta tecnologia no apoio às operações militares, de guerra e não guerra.

A investigação realizada focou essencialmente os Estados Unidos da América e Europa. O primeiro por ser o ator na vanguarda desta tecnologia e pelo seu papel nos recentes conflitos. A Europa sobretudo pela ação da Agência Europeia de Defesa e também na perspetiva da Organização do Tratado do Atlântico Norte.

O percurso estabelecido permitiu identificar o nível de integração da tecnologia espacial, nomeadamente satélites, nos atuais conflitos, onde se constata que assumem um papel relevante face às suas características potenciadoras de sinergias. Identificaram-se, com base doutrinária, o tipo de funções em que a tecnologia espacial é empregue em operações militares e buscou-se exemplos documentados referentes aos recentes conflitos, que permitiram relevar a importância atual da tecnologia espacial nas operações militares.

Posteriormente foram identificadas as potencialidades e vulnerabilidades do emprego e usufruto da tecnologia espacial em operações militares. Foi particularizada a relevância para a consciência situacional obtida pelo usufruto da tecnologia espacial, resultado da conjugação e tratamento de informações, aliado às valências diretas dessa tecnologia na integração de sistemas, que se revela sinérgica e fomenta a eficácia e eficiência dos recursos e meios.

Por fim, foram avaliadas alternativas à tecnologia espacial, com o intuito de identificar níveis de dependência desta tecnologia como instrumento ao serviço das operações militares.

Para a realização do presente trabalho de investigação, desenvolveu-se e estruturou-se o tema utilizando uma metodologia hipotético-dedutiva, conforme proposto por Raymond Quivy e Luc Van Campenhout, no seu manual de investigação em ciências sociais. Formularam-se hipóteses, as quais foram testadas recorrendo sobretudo a pesquisa bibliográfica.

Para além das conclusões construtivas de pensamento estrutural e desmistificadas de preconceitos, são apresentadas no final do presente trabalho de investigação algumas recomendações, que passam pela proposta de temas para futuros trabalhos de investigação.



Abstract

This research aims to identify and assess the type of support that ensures space technology to military operations. We sought to identify the application of this technology and structural connections in supporting military operations.

The research focused mainly the United States and Europe. The first actor to be at the forefront of this technology and its role in recent conflicts. Europe mainly by the action of the European Space Agency and also from the perspective of NATO.

The established route identified the level of integration of space technology, namely satellites, in the current conflicts, which notes that play a important role based on its characteristics enhancer synergies. Were identified on the basis of doctrine, the type of functions in that space technology is used in military operations and testing was documented examples concerning recent conflicts, allowing stress the importance of space technology in current military operations.

Subsequently we identified the strengths and vulnerabilities of employment and enjoyment of space technology for military operations, having been particularized relevance for situational awareness achieved by the enjoyment of space technology, the result of subsequent conjugation and processing of information, combined with valences direct systems integration reveals that synergetic and promotes the effectiveness and efficiency of resources and means.

Finally were evaluated alternatives to space technology in order to identify levels of dependence on this technology as a tool in the service of military operations.

For the achievement of this research work, we developed and structured on the subject using a hypothetical-deductive methodology as proposed by Raymond and Luc Van Quivy Campenhoudt, in its Manual of social science research. Were formulated hypotheses which were tested using the above bibliographic

In addition to conclusions, are presented at the end of this research work some recommendations, which pass by the proposed topics for future research.



Palavras-chave

Operações militares, satélites, tecnologia espacial, UAV



Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

A

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

B

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

C

C2	Comando e Controlo
C4I	Controlo, Comando, Informática, Comunicação e Inteligência
CE	Comissão Europeia
CEI	Comunidade de Estados Independentes
CEM	Conceito Estratégico Militar
CEM-C	Curso de Estado-Maior Conjunto

D

D4	Dull, Dirty, Dangerous and Deep
DCSI/EMGFA	Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação do Estado Maior General das Forças Armadas
DoD	<i>Department of Defense</i>

E

EASA	Agência Europeia para a Segurança da Aviação
EBAO	Operações Baseadas em Efeitos (<i>Effects Based Approach to Operations</i>)
EDA	Agência Europeia de Defesa (<i>European Defense Agency</i>)
EGNOS	<i>European Geostationary Navigation Overlay System</i>
ELINT	<i>Electronic Intelligence</i>
ESA	Agência Espacial Europeia (<i>European Space Agency</i>)
EUA	Estados Unidos da América

F

FFAA	Forças Armadas
FND	Forças Nacionais Destacadas
FOG	<i>Fibre Optical Gyro</i>
FPGA	<i>Field Programmable Gate Array</i>



G

GCR	Guerra Centrada em Rede
GCS	Estação de Controlo Terrestre (<i>Ground Control Station</i>)
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
---	----------

I

IESM	Instituto de Altos Estudos Militares
IMINT	<i>Imagery Intelligence</i>
IMETS	<i>Integrated Meteorological System</i>
INS	<i>Inertial Navigation System</i>
INMARSAT	<i>International Maritime Satellite Organization</i>
IP	Protocolo de internet
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>
JDAM	<i>Joint Direct Attack Munition</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>
MILSATCOM	<i>Comunicações satélite militares</i>

N

NCW	<i>Network Centric Warfare</i>
NNEC	<i>NATO Network Enable Capability</i>
NSA	<i>NATO Standardization Agency Normalization</i>



O

OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OEF	Operação <i>Enduring Freedom</i>
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte

P

PDM	Processo de Decisão Militar
PGM	<i>Precision Guided Munitions</i>
PNT	<i>Position, Navigation and Timing</i>
PMLP	Plano de Médio e Longo Prazo do Exército
PPS	<i>Precise Positioning Service</i>

Q

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

R

RAM	Revolução nos Assuntos Militares
ROE	Regras de empenhamento (<i>Rules of engagement</i>)

S

SATCOM	Comunicações Satélite
SEGINT	<i>Signals Intelligence</i>
SIED	Sistema de Informações Estratégicas de Defesa
SIRP	Sistema de Informações da República Portuguesa
SPS	<i>Standard Positioning Service</i>
<i>swot</i>	<i>Strength</i> (força), <i>Weakness</i> (fraqueza), <i>Opportunities</i> (oportunidades) e <i>Threats</i> (ameaças)

T

TCA	<i>Transformational Communications Architecture</i>
TSAT	Transformação de Comunicações por Satélite

U

UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
UHF	<i>Ultra-high frequency</i>



Introdução

"As oil was the fuel of the industrial age, space will be the fuel and engine of the information age."

General Howell Estes

United States Space Command

Fruto da própria evolução tecnológica as atuais operações militares usufruem das mais recentes tecnologias para a aquisição da informação pertinente ao emprego da força, procurando de forma eficaz e eficiente produzir o máximo de efeitos pelo menor custo.

A informação obtida pelos diversos sensores presentes no teatro de operações, poderão traduzir-se em vantagens para o líder militar, que fica na posse da imagem desse campo, em tempo real, reduzindo-se desta forma as incertezas para a tomada de decisão. O conceito de Guerra Centrada em Rede (GCR) associado à condução dos atuais conflitos, assente no emprego dos diversos sensores de recolha e disseminação de informação, permite aumentar significativamente o poder de combate através da ligação eletrónica às componentes da força separadas geograficamente (Ribeiro, 2007, p. 49).

As vantagens das novas tecnologias têm transformado as Forças Armadas (FFAA). 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, 2007).

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 tomada da consciência situacional.

A razão de transferência dos dados recolhidos pelos sensores até ao centro de processamento de informação é estabelecida pela largura de banda¹ disponível. A largura de banda disponível por satélites tem sido a solução para garantir a transferência da informação e, independentemente do teatro de operações ser no domínio do mar, terra ou ar, o domínio espacial é relevante nesta rede de permuta de informações.

¹ Traduz a razão de transmissão de informação entre sistemas, medido em *bits* por segundo (bps).



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.

No contexto atual, a tecnologia espacial poder-se-á afigurar como único meio para a integração dos sensores no campo de batalha e para a permuta de informação. Releva-se a importância e o papel da informação na distribuição de poder e conhecimento, bem como na tomada de decisão.

Para além de todo o apoio de comunicações, os satélites poderão, pela posição que ocupam, permitir a observação do campo de batalha e em tempo real. Dentre as capacidades disponibilizadas pelos satélites, não se poderá sonegar a importância dos sistemas de navegação para o movimentação e sincronização de meios. Os satélites desempenham portanto um papel de elevada importância para as operações militares. Será contudo um papel de dependência? Será que a execução das operações militares está dependente da tecnologia espacial?

O presente trabalho justificar-se-á pela pertinência das questões anteriormente referidas à luz dos atuais conflitos e do presente estado de arte da tecnologia. Este trabalho procurará analisar as questões anteriores, legítimas face ao anteriormente exposto, à luz da interdependência funcional em rede dos diversos sensores.

Será objeto desta investigação a análise à relação da tecnologia espacial com as operações militares. Presentemente existe a percepção da importância da tecnologia espacial para o setor militar, no entanto, pretende-se identificar o nível de dependência nesta tecnologia, na preparação e condução de operações militares. Será também objeto desta investigação avaliar potencialidades e vulnerabilidades pelo usufruto das valências proporcionadas pela tecnologia espacial, nas operações militares.

O objetivo geral da investigação será a avaliação da dependência na tecnologia espacial em operações militares. Para a sua persecução procurar-se-á investigar e avaliar a relação existente entre a preparação e execução das operações militares e a tecnologia espacial, bem como, avaliar potenciais benefícios operacionais pelo emprego dessa tecnologia.

A pesquisa bibliográfica incidiu particularmente sobre os Estados Unidos da América (EUA), pela sua posição dissimétrica face aos demais atores, no que respeita a tecnologia



espacial, e pelo seu empenho nos recentes conflitos. Outros atores internacionais foram também considerados na investigação, nomeadamente a Europa, sobretudo pela ação da Agência Europeia de Defesa (ESA) e também na perspetiva da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN). Portugal não possuindo um programa espacial próprio poderá ser perspetivado no seio das ações da ESA e da própria OTAN.

A tecnologia espacial apresenta-se como uma valência de duplo uso, no setor civil e militar, no entanto, a investigação decorrerá apenas na vertente militar. Entenda-se por tecnologia espacial aquela que é desenvolvida para operar a partir ou no espaço, sendo que o espaço será delimitado acima da altitude de 100km da superfície da Terra² (Chun, 2006, p. 14).

A abordagem a realizar neste trabalho de investigação, será também delimitada no seio da tecnologia espacial fundamentalmente aos satélites, equipamento e instalações em terra, sem contudo omitir a importância dos sistemas lançadores de "*software*", sinónimo de conhecimento técnico-científico.

Como delimitação de investigação, será importante assumir a diferença entre tecnologia espacial e capacidade espacial. A primeira estará associada à existência de equipamentos para operar a partir ou no espaço, ao passo que o segundo conceito diz respeito ao seu usufruto e recolha de efeitos pela articulação de componentes da doutrina, organização, treino, material, liderança, pessoal, infraestruturas e interoperabilidade, entre outras (JAPCC, 2010). Estando clarificados os conceitos, a referência porventura textual à tecnologia em vez da capacidade, não poderá constituir erro pois na base da interpretação terá de estar presente que para as operações militares apenas as capacidades edificadas poderão efetivamente contribuir.

Para fechar as delimitações de investigação, faltará referir que por operações militares, dever-se-á entender as operações de guerra e não guerra, incluindo ações no âmbito da ajuda humanitária, envolvendo recursos e meios de cariz militar e compostas pelas fases de planeamento, preparação, execução e avaliação, conforme consta no corpo de conceitos no Anexo A.

O presente trabalho de investigação foi desenvolvido e estruturado utilizando uma metodologia hipotético-dedutiva, conforme proposto por Raymond Quivy e Luc Van

² Teoria já desenvolvida por Von Karman em 1957, ano do lançamento do satélite russo *Sputnik*.



Campenhoudt, no seu manual de investigação em ciências sociais. De forma a orientar esta investigação, foi elaborada a seguinte questão central (QC):

QC: De que forma as operações militares são dependentes da tecnologia espacial?

À presente QC foram opostas as seguintes questões derivadas:

QD1: Existirá uma estratégia militar associada à estratégia espacial?

QD2: Que benefícios operacionais, pelo emprego das tecnologias espaciais, serão espetáveis para as operações militares?

QD3: Em que medida a preparação e conduta de operações militares é condicionada pela tecnologia espacial?

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. 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**) - As operações militares empregam tecnologia espacial.

Hipótese 2 (**H2**) - Existe tecnologia espacial exclusiva para fins militares.

Hipótese 3 (**H3**) - Há benefícios operacionais que decorrem da aplicação da tecnologia espacial nas operações militares.

Hipótese 4 (**H4**) - Existem alternativas ao emprego da tecnologia espacial nas operações militares.

Para o teste das hipóteses formuladas foi efetuado trabalho de pesquisa recorrendo a documentação oficial, artigos de referência, textos de autores e de organizações importantes nas áreas em questão e outra documentação eletrónica.

Relativamente à organização e conteúdo do presente trabalho, procurar-se-á uma abordagem *clauswitziana*, partindo do simples para o complexo. Deste modo, o presente trabalho para além da introdução, pressupõe três capítulos, finalizando com as conclusões que representará a súmula do trabalho realizado.

O primeiro capítulo, para além de abordar as duas primeiras hipóteses, possibilita um enquadramento generalista à estratégia espacial. Será também uma abordagem do emprego atual da tecnologia espacial nas operações militares, permitindo a identificação dos atores na vanguarda desta tecnologia.



O segundo capítulo contempla uma síntese de potencialidades e vulnerabilidades associadas ao emprego da tecnologia espacial em operações militares, identificando os benefícios operacionais daí resultantes.

Assumindo-se que existe dependência, o terceiro capítulo permite avaliar possíveis alternativas ao emprego da tecnologia espacial, tendo sempre como propósito as valências para as operações militares. Nessa fase estarão reunidas as condições para responder a QC proposta.

Por fim, será efetuada uma conclusão do trabalho de investigação onde serão apresentadas algumas recomendações consideradas pertinentes.

Em anexo, para além do corpo de conceitos e base concetual, é apresentado uma síntese dos programas espaciais europeus, incluindo para o caso português as informações mais relevantes da entrevista realizada na Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação do Estado Maior General das Forças Armadas (DCSI/EMFA).



1. Emprego da tecnologia espacial - caracterização

"Na área militar, o espaço desempenha um papel muito crucial."

(Monjardino, 2009)

O atual ambiente operacional apresenta-se complexo, marcado por conflitos regionais e por ameaças dinâmicas, que fomentam a instabilidade e a insegurança à escala global. Para fazer face a esta realidade, as organizações internacionais, nomeadamente as Nações Unidas, a OTAN e a Comissão Europeia (CE), procuram garantir 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).

Os recentes conflitos são caracterizados por forças expedicionárias, onde a tecnologia tem sido um instrumento ao serviço das operações militares e tem revolucionado o modo de fazer a Guerra, ao introduzir inovações doutrinárias e táticas. No seio desta característica inovadora está a Revolução nos Assuntos Militares (RAM), onde a integração de tecnologias de informação nos sistemas de armas e nas redes de comando e controlo (C2) assumem particular importância, indissociável do conceito de GCR (Vicente, 2007, p. 47). Neste contexto, a OTAN alicerça o conceito de *NATO Network Enabled Capability* (NNEC), pretendendo através de uma infraestrutura de informação em rede interligar os vários componentes do ambiente operacional (SACT, 2006, p. 4).

No âmbito da RAM, releva-se as designadas operações baseadas em efeitos (EBAO), vistas como o resultado da GCR (Vicente, 2007, p. 76). As EBAO assentam "na substituição da quantidade pela qualidade face ao domínio da informação" (Miguel, 2009, p. 207), ligando de forma coerente todos os níveis das operações, em direção ao estado-final desejado. Para este desígnio, resultado do atual paradigma dos avanços tecnológicos, a tecnologia espacial poderá ter um papel capital, na capacidade de obter superioridade informacional e utilizar a mesma para obter vantagem e controlar os meios disponíveis sobre o adversário, reduzindo a incerteza na tomada de decisão (Ribeiro, 2003).

A arte da guerra terá de se adaptar à atual conjuntura de forças expedicionárias. A OTAN no seio da sua capacidade de resposta terá de reunir capacidades para a projeção e reação nas áreas de segurança e defesa em qualquer parte do mundo, e nesta realidade a tecnologia espacial, pelas suas características será relevante (JAPCC, 2010, p. 7). A tecnologia espacial é sinónimo de desenvolvimento tecnológico que se fará sentir em várias áreas, incluindo na Defesa e que terá efeitos quer na preparação, quer na condução das operações militares (Santos, 2012).



Procurar-se-á agora caracterizar o emprego da tecnologia espacial no setor militar e posteriormente no setor civil.

a. Caracterização do setor espacial - emprego em operações militares

Presentemente, 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)). No seu capítulo nº6, seção III, para além de reconhecer a mais valia e contributo da tecnologia espacial nas operações militares, define como áreas de missão espacial as apresentadas na tabela seguinte:

Tabela nº1 - Áreas de missão espacial da OTAN

Fonte: (OTAN, 2009, pp. 6-1 to 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.

Esta doutrina OTAN é passível de semelhanças com a doutrina dos EUA, emanada pelo *Joint Staff of the Office of the Joint Chiefs of Staff*, que estabelece quatro tipos de operações espaciais: operações de controlo, operações de apoio, operações de apoio de combate e de reforço e operações de combate (Dias, 2006). Este tipo de operações tem por base o apoio das forças em Terra, na execução de ações ofensivas ou defensivas, facultando suporte para aumentar os índices de eficiência e eficácia, integrando o auxílio ao C2, fundamental no planeamento e conduta das operações militares (Ribeiro, 2008) (Dias, 2006).

Procurar-se-á com suporte doutrinário do AJP-3.3(A), apresentar para as áreas de missão multiplicadora de força e apoio espacial, algumas das capacidades disponibilizadas nas 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 (Single, 2009, p. 23).



(1) Multiplicadora de força

As valências disponibilizadas pela tecnologia espacial, desta área de missão, permitirão incrementar a eficácia das operações militares, sobretudo pela consciência situacional do teatro de operações e pelo apoio ou ações suportadas. Identificam-se nesta área, cinco divisões que permitem expressar o referido incremento da eficácia: comunicações; *Intelligence, Surveillance e Reconnaissance* (ISR); aviso precoce de lançamento de mísseis; monitorização ambiental; navegação, posição, velocidade e tempo. Procurar-se-á para cada uma das valências expressar algum do contributo para as operações militares, que pela sua imensidão assumir-se-á não enumerar a totalidade:

(a) Comunicações

No início da década de 80, mais de 70% das comunicações militares dos EUA, eram transmitidas empregando satélites de comunicações militares desenvolvidos pelos programas da Defesa na NASA (Paikowsky, 2008, p. 5).

As comunicações são particularmente relevantes para o desempenho do C2 e afetarão todas as quatro fases de uma operação militar, desde o planeamento, preparação, execução e avaliação. A importância das comunicações satélite (SATCOM) nas operações militares está associada ao aumento verificado na largura de banda nestes sistemas. A tabela seguinte pretende mostrar a evolução havida na largura de banda para SATCOM, nos principais conflitos armados de 1991 a 2003.

Tabela nº2 – Evolução havida na largura de banda 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>Enduring Freedom</i> (2001-02)	100-2000 Mbps
<i>Iraque Freedrom</i> (2003)	3000 Mbps

Estes dados revelam a importância crescente das comunicações nesta Era Informacional e da superioridade informacional, no seio dos conceitos da GCR e NNEC.

Entre a operação *Desert Storm* em 1991 e a operação *Iraque Freedrom*, com início em 2003, a largura de banda disponível por satélite aumentou de 100 megabits por segundo, para 3000 megabits por segundo, que se traduz num aumento de 3000% (30 vezes superior).

Mesmo com uma largura de banda superior, na Operação *Iraque Freedrom*, foi necessário priorizar as comunicações, “provocando demoras de transmissão e interpretação



de ordens” (Vicente, 2007, p. 123), com efeitos no desenrolar das operações, denotando a dependência das mesmas nos sistemas informacionais.

Os valores anteriores serão mais relevantes quando se considera que o efetivo de militares diminuiu 45 % entre as operações (Vicente, 2008, p. 58). Outro dado relevante destes conflitos foi o emprego de satélites comerciais³, que foram responsáveis por 80% das comunicações de dados realizados pelos EUA durante a *Iraque Freedom*, que representou um aumento de 45% face ao registado na operação *Desert Storm*.

As aplicações identificadas no seio das SATCOM compreendem apoio logístico, operacional e tático, nomeadamente para permitir conexões interativas entre *sites* nacionais e destacados, acessos à internet, integração total com as redes terrestres e suporte às plataformas furtivas tais como *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.

A figura seguinte permite salientar a presença dos produtos da tecnologia espacial, apenas no que respeita a SATCOM, nos atuais teatros de operações:

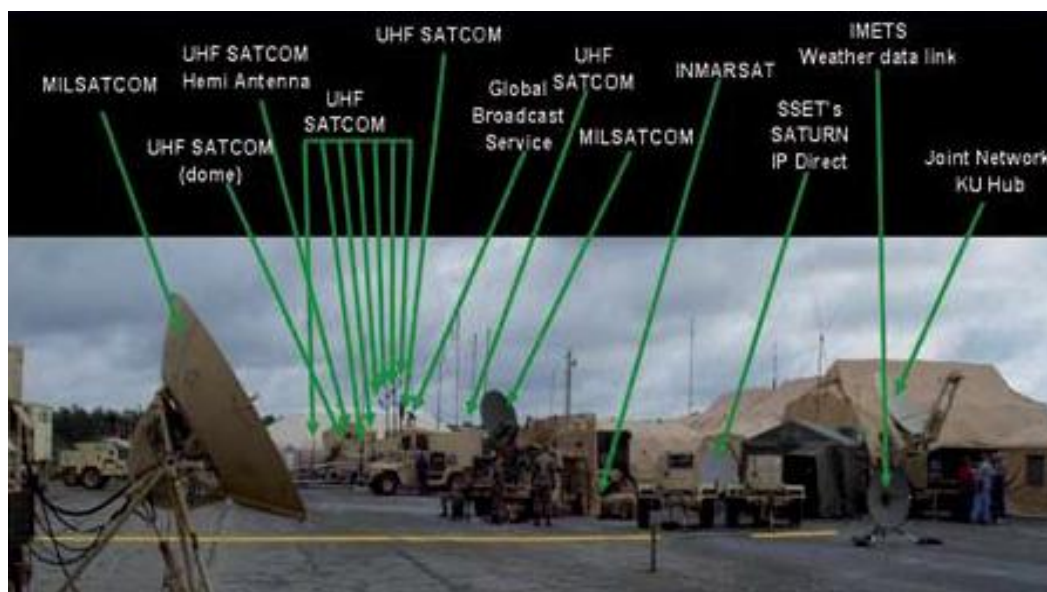


Figura nº1 – Produtos da tecnologia espacial, na vertente de SATCOM

Fonte: Adaptado (JAPCC, 2010, pp. E-3)

Como se pode constatar, a panóplia de equipamentos é diversa no que respeita ao emprego na área das comunicações. As SATCOM têm crescido pela sua fiabilidade e pela

³ Dados de 2005 indicavam que em 2010 os EUA usariam mais satélites comerciais que militares, num rácio de 6:1 (Grant, 2005, p. 10).



atual cobertura, sendo possível estabelecer um acesso de dados e voz a nível global (RAF, 2009).

A tabela seguinte pretende estruturar os conteúdos das SATCOM por frequências e identificar a diferenciação entre frequência nas comunicações.

Tabela nº3 – Conteúdos das SATCOM por frequências

(Fonte: (JAPCC, 2010))

	Comunicações	Observações
UHF	Voz e dados	Linhas de comunicação seguras; empregue para Intel e aviso de mísseis; baixa taxa de dados; empregue em terminais fixos mono-canal
SHF	Voz e dados	Linhas de comunicação seguras; alta taxa de dados; empregue em terminais fixos multi-canal
EHF	Voz e dados	Linhas de comunicação seguras e <u>resistentes ao jamming</u> ; alta taxa de dados; empregue em terminais fixos multi-canal

Salienta-se o usufruto das SATCOM para ações *Intel* e aviso prévio de lançamento de mísseis, que mostra que esta valência é transversal a outras áreas de aplicação.

Esta é a única valência das tecnologias espaciais que as FFAA nacionais operam, com o emprego de equipamentos em terra para receção e emissão de dados e voz, conforme foi identificado pela entrevista realizada na DCSI/EMGFA, cujo resumo está incluído no anexo C. De acordo com a mesma fonte, o emprego de satélites nas FFAA nacionais concentra-se sobretudo nas Forças nacionais Destacadas (FND) e nas unidades navais, nomeadamente submarinos.

(b) ISR

As ações ISR contribuem para as quatro fases das operações militares com informações de *Intel*, vigilância e reconhecimento. 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 contribuir para as operações militares 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*), mostrando ser vasto o leque de cooperação.



Esta área da tecnologia espacial também poderá ser perspetivada como proeminente 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 (SIED, s.d.). Os Estados que não possuam tecnologia espacial para as ações ISR, dependerão ou terão de procurar alternativa, para transmitir, receber e tratar dados de *Intel*, controlo de tráfego aéreo, vigilância oceânica e do território de interesse. No caso português, as ações de ISR são desenvolvidas por aeronaves e unidades navais não garantindo uma monitorização permanente e total do espaço de interesse.

(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)*. Um exemplo do emprego desta valência poderá ser a deteção dos mísseis SCUD iraquianos, lançados contra a Arábia Saudita, no âmbito da *Desert Storm*, que permitiu da parte da coligação uma resposta capaz e impediu a concretização dos objetivos adversários.

(d) Monitorização ambiental

O espaço é um instrumento com características únicas que podem ser postas ao serviço de numerosos objetivos e políticas, como nos transportes, ordenamento do território, agricultura e pescas, proteção civil e desenvolvimento sustentável (Conselho Europeu, 2000).

A previsão meteorológica, inserida nesta área, contribui para as operações militares nas fases de planeamento, preparação e execução. Para estas fases, para além de contribuir para decisões estratégicas de manobra, poderá também participar para a escolha do armamento a empregar⁴.

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, fato que lhe concede uma visão global, está alheia às condições físicas do campo em monitorização.

⁴ O emprego de armamento guiado por laser está limitado para condições de humidade elevada (Warner, 2009).



(e) Navegação, posição, velocidade e tempo

A tabela seguinte permite estabelecer as principais semelhanças e diferenças entre os sistemas de navegação em uso (*Global Positioning System* - GPS e GLONASS) e com o futuro sistema *Galileu*. Da tabela é possível identificar que o futuro sistema *Galileu* perfila-se para ser o mais preciso.

Tabela nº4 – Principais diferenças dos subsistemas do GPS

Fonte: (Defense, 2008) e (Ferreira, 2008)

Classe	GPS	Galileu	GLONASS
Precisão	Horizontal: 22m; Vertical: 22 m;	Horizontal: 4 m; Vertical 8 m; (ou inferior nos serviços comerciais)	Horizontal: 10 m; Vertical: 20 m;
Recetor	Sinal não encriptado	Sinal não encriptado	Sinal encriptado

Nesta área, a contribuição em operações militares extravasa o emprego na movimentação, facultando valências uteis à sincronização, consciência situacional e visão holística do teatro de operações. Poderá ser relevada esta valência para o emprego de armamentos de precisão, no guiamento das *precision guided munitions* (PGM) e *joint direct attack munition* (JDAM). Os dados da tabela seguinte permitem identificar que o emprego de armamento guiado, com navegação GPS e laser, tem tido uma aplicação crescente ao longo dos últimos conflitos, sobretudo pela maior precisão. O fato deste armamento ser preciso, aumenta a eficiência e eficácia do mesmo, 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 nº5 – Armamento empregue nos últimos conflitos

Fonte: (Hays, 2011) (Royal Aeronautical Society, 2012)

Conflito	Duração	Armamento		
		Não Guiado	Laser	GPS
<i>Desert Storm (1991)</i>	37 dias	245000 (92%)	20450 (8%)	0%
<i>Allied Force (1999)</i>	78 Dias	16000 (66%)	7000 (31%)	700 (3%)
<i>Enduring Freedom (2001-02)</i>	90 Dias	9000 (41%)	6000 (27%)	7000 (32%)
<i>Iraque Freedom (2003)</i>	29 Dias	9251 (32%)	19948 (68%)	
<i>Unified Protector (2011)</i>	227 Dias	Sem dados	3600	3000

(2) Apoio Espacial

Esta área de missão engloba, o lançamento espacial, operações de satélites e reconstituição das forças espaciais, sendo que esta última área está relacionada com valências de manutenção e outras ações com vista a reduzir o impacto de anomalias.



O conhecimento técnico-científico de lançamento espacial é um domínio comparável ao de mísseis, fato que eleva a importância desta valência no seio das operações militares podendo ser inclusivamente perspectivado como sinónimo de potencial de um Estado⁵. Participa também para este potencial o domínio de operação dos satélites, pelas diferentes órbitas, para as manobras, configuração, comando e controlo dos sistemas.

A tabela seguinte permite concentrar a informação mais relevante de cada órbita, onde será possível identificar, para cada uma, as diferentes aplicações da tecnologia aí residente.

Tabela nº6 – Informação relevante para cada órbita

Fonte: (Hays, 2011)

	Aplicações	Observações
LEO (Low Earth Orbit)	Astronomia, comunicações, meteorologia, observação, IMINT, reconhecimento militar e astronomia.	Tempo reduzido sobre o alvo, mais perto da Terra o que permite captar melhores imagens, campo de vista reduzido e para uma cobertura global será necessário vários satélites.
MEO (Medium Earth Orbit)	Satélites de navegação (GPS, galileo) e de comunicações	o aumento em altitude de emprego de satélites está também relacionado com o aumento de custo com os lançamentos.
GEO (Geosynchronous Geostationary Orbit)	Comunicações, SEGINT, deteção remota de aviso prévio de mísseis e meteorologia.	Permite uma visualização e cobertura global. Será nesta órbita que estão os satélites geoestacionários, com um período orbital idêntico à rotação da Terra. Com três satélites desfasados de 120 graus é possível a cobertura de quase todo o globo (deixando apenas as regiões próximas aos pólos sem cobertura).
HEO (Highly Elliptical Orbit)	Comunicações, deteção remota de aviso prévio de mísseis, reconhecimento e investigação científica (no apogeu).	Complementa a cobertura da GEO nos pólos. A Comunidade de Estados Independentes (CEI), pela sua posição geográfica que apresenta latitudes mais setentrionais emprega mais satélites nesta órbita em detrimento da GEO.

b. Caracterização do setor espacial - emprego dual

Para a sociedade civil, o desenvolvimento da tecnologia espacial é aplicável a equipamentos em proveito do bem-estar e entretenimento, mas também nas áreas de produtividade, assumindo um papel de relevo no crescimento económico (OCDE, 2012). A figura seguinte ilustra a panóplia de segmentos do emprego da tecnologia espacial.

⁵ O Poder de um Estado poderá ser determinado no potencial percebido de acordo com a "fórmula de Cline". $Pp=(C+E+M) \times (S+W)$, sendo Pp - Potencial percebido, C - massa crítica, E - capacidade económica, M - capacidade militar, S - estratégia nacional e W - vontade nacional (Fontoura, 2007). Pela análise da fórmula, a inclusão de capacidades resultantes da tecnologia espacial, incluindo a de lançamento, fomentará sinergias na capacidade militar, potenciando *per si* a fonte de Poder.

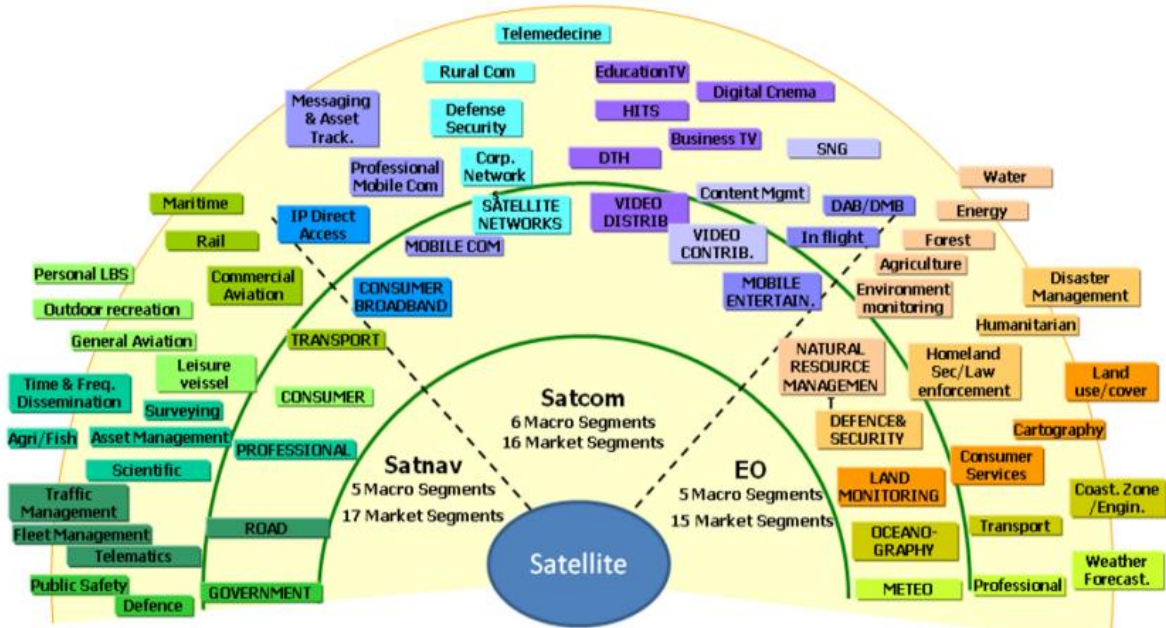


Figura nº2 - Segmentos do emprego da tecnologia espacial

Fonte: (UK Space Agency, 2010, p.11)

De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), todos os países do grupo dos G20⁶ possuem programas espaciais (OCDE, 2012). A figura seguinte, com dados relativos a 2010, permite vislumbrar os países possuidores de satélites operacionais em órbita e as bases operacionais para lançamentos de satélites:

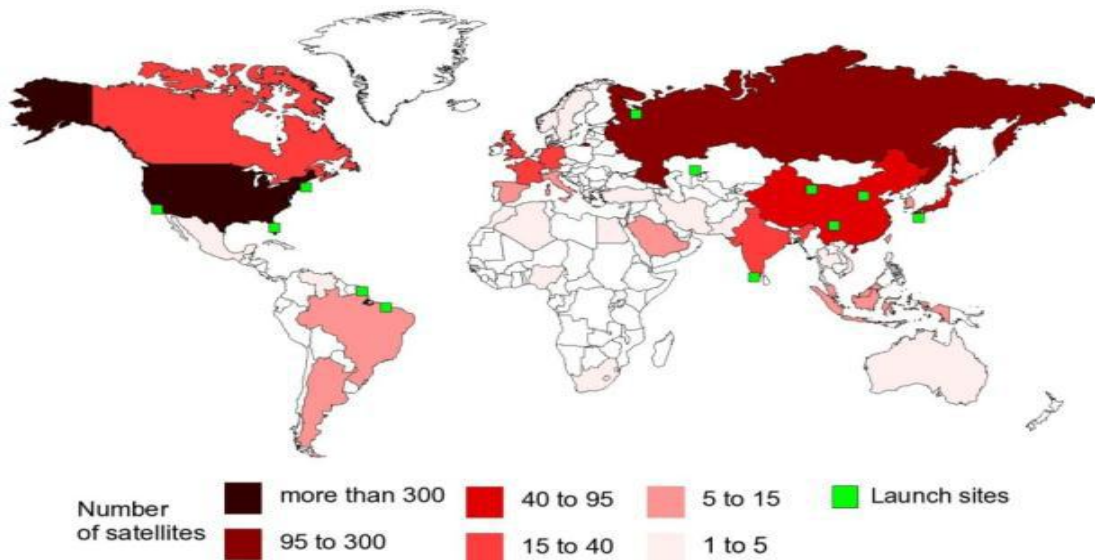


Figura nº3 - Países com satélites operacionais em órbita e bases de lançamentos

Fonte: (OCDE, 2012)

⁶ Grupo dos 20 - acrónimo para designar os 19 países mais desenvolvidos e a União Europeia.



Os desenvolvimentos tecnológicos de infraestruturas e equipamentos para integrar as capacidades espaciais, têm sido alvo das atenções de diversos atores internacionais. De acordo com a OCDE, os EUA lideram a lista de atores com programas espaciais (OCDE, 2012). Estes programas, de acordo com a mesma fonte são justificados pelas valências económicas, científicas, tecnológicas, de carácter industrial ou mesmo de segurança e defesa (OCDE, 2012).

De acordo com a base de dados da *Union of Concerned Scientists* (UCS), de 31 de agosto de 2012, existem um total de 1016 satélites no espaço, para fins múltiplos e para ambos os setores militar e civil. Os satélites no espaço possuem diversas finalidades e têm aplicabilidade nos diferentes setores (militar, civil ou ambos), fato que permite admitir que esta tecnologia pode ser de emprego dual (Baltazar, 2009). Ainda no seio da sua finalidade dual será importante a referência aos satélites com finalidades governamentais, que poderão ter diversas aplicações, inclusivamente ser empregues para fins militares. A visão de aplicação dual da tecnologia espacial, que poderá ter aplicações no domínio civil e militar, terá de estar sempre presente na análise aos objetivos e empregabilidade.

A figura seguinte permite identificar as finalidades diversas da tecnologia espacial, desde investigação, astrofísica, comunicações, navegação, observação e aplicações militares.

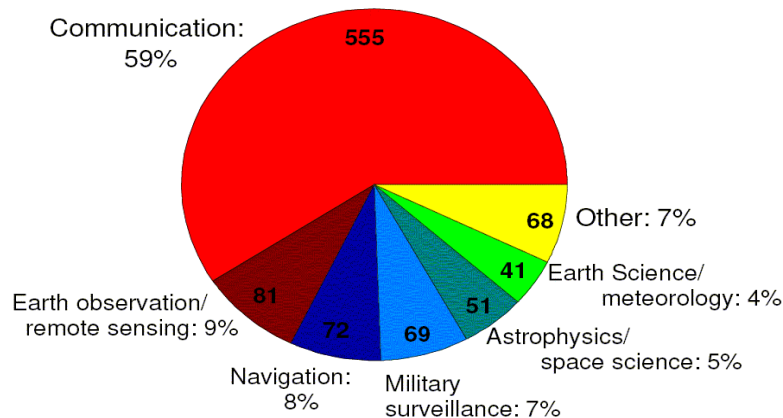


Figura nº4 – Distribuição de Satélites pelas finalidades

Fonte: (UCS, 2012)

Relevante da tecnologia espacial são também os satélites com fins comerciais, podendo ser empregues para fins militares, conforme já abordado para as SATCOM. Estes são em maior número que os militares e para além de permitirem colmatar necessidades de cobertura poderão constituir alternativa (Krebs, 2010).

Dentro da panóplia dos satélites, a Europa possui cerca de 8% dos equipamentos operacionais, sendo que os Estados Unidos e Rússia serão os atores dominantes em número, possuindo cerca de 51% e 30%, respetivamente (UCS, 2012).



A tabela seguinte, permite de forma resumida identificar vários fatos relativos à tecnologia espacial. Dos fatos identificados verifica-se que 122 satélites têm aplicação puramente militar.

Tabela nº7 – Fatos curiosos sobre satélites (inclui dados até 31AGO2012)

Fonte: (UCS, 2012)

Satellite Quick Facts			
Total number of operating satellites: 1016			
LEO: 489	MEO: 68	Elliptical: 35	GEO: 424
United States: 443	Russia: 110	China: 93	
Total number of U.S. Satellites: 443			
Civil: 8	Commercial: 197	Government: 116	Military: 122

De acordo com a mesma fonte, poder-se-ão identificar os países com maior número de satélites com fins exclusivamente militares. Estes atores são os EUA, Rússia e China, pela ordem decrescente de quantidade de equipamentos operacionais. A Europa também marca posição, com um número total de 35 satélites para estes fins. Os atores europeus que possuem valências próprias no emprego dos satélites para fins militares são a França, Alemanha, Itália, Espanha, Reino Unido, Bélgica e Grécia⁷. Estes serão os principais atores Europeus com capacidade espaciais, contudo, a dispersão de capacidades espaciais, pelos países da Europa, denota a falta de uma política concertada (Baltazar, 2009).

No seio da Europa, os destaques nesta vertente resultam de programas espaciais próprios. Existe contudo, a ESA que reúne vinte países em prol do desenvolvimento tecnológico no setor espacial. Esta agência tem em desenvolvimento uma capacidade própria de navegação e de monitorização que porventura poderão capacitar a Europa com sistemas autónomos face aos providenciados pelos EUA. O futuro sistema de navegação por satélite *Galileo* insere-se nesta visão, pois poderá ser um concorrente ao sistema americano GPS e dotar a Europa de independência no guiamento de equipamentos, numa busca pelo fim da dissimetria⁸ nesta vertente. Por outro lado a capacidade de monitorização *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES) poderá permitir o controlo permanente dos espaços de interesse estratégicos, tais como fronteiras, vigilância marítima e mesmo ajuda humanitária e

⁷ São atores com valências militares contudo, não se poderá omitir as valências comerciais. No conjunto, na Europa, os países com maior número de satélites são: Reino Unido (18%), Luxemburgo (12%) e França (11%). A ESA possui cerca de 11% dos satélites na Europa (Baltazar, 2009).

⁸ "Dissimetria é a procura de uma superioridade qualitativa e/ou quantitativa por um dos combatentes" (Boniface, 2003, p. 137).



proteção civil, entre outras valências (Patriciello, 2011). De acordo com a mesma fonte, a ESA poder-se-á perspetivar sobre a vontade política de busca por uma independência no setor espacial, mas também, pelo desejo de anular a dissimetria no que respeita aos avanços tecnológicos com o aliado EUA, para além de fomentar a economia e os serviços para o cidadão.

A CE, a ESA e a Agência Europeia de Defesa (EDA), numa conjugação de políticas nacionais e comuns, no ano de 2011, compilaram uma lista de ações, para o período de 2012-2013, relacionadas com a criticidade da tecnologia espacial para a Europa (ESA, 2012). A lista, apresentada em anexo D, é composta por 17 ações, classificadas como urgentes, que por serem de cariz técnico ou tecnológico não serão exploradas, contudo salientando-se que denotam a preocupação para obter uma independência face aos demais atores externos (ESA, 2012).

Inserido no Anexo C encontra-se uma síntese aos programas espaciais, apenas no âmbito da Defesa ou das FFAA, dos atores europeus com valências próprias no emprego dos satélites para fins militares e da OTAN, bem como de Portugal. Os dados apresentados da Europa mostram um atraso tecnológico nomeadamente com os EUA no desenvolvimento da tecnologia espacial. A falta de cooperação neste domínio, no seio da Europa, tem conduzido a um distanciamento face ao ator dominante. Para além da crise económica que assola presentemente a Europa, também a falta de consenso tem atrasado o desenvolvimento de um programa próprio, estando militarmente dependente dos EUA, parceiro na OTAN. Esta posição contradiz a recomendação n.º729 da *European Security and Defence Assembly of Western European Union*, de 4 de Junho de 2003, designada por “*On European defence-related space activities and the development of launcher autonomy*”, que considera que a Europa deveria possuir capacidade autónoma, para manter a liberdade de ação e aumentar a segurança e defesa de atividades espaciais (ESDA, 2003). A posição europeia assenta no desenvolvimento que terá "por base a exploração pacífica do Espaço, ou seja, exclui a militarização do mesmo" (Baltazar, 2009, p. 80). A política europeia para o espaço assenta no desenvolvimento de setores como o económico, industrial, investigação, telecomunicações e transportes, estratégicos para o bem-estar, progresso tecnológico e de capacidade industrial. Embora não havendo uma menção clara à sua aplicação na área da Defesa, o fato de se tratar de uma tecnologia de aplicabilidade dual, os proveitos, nomeadamente da inovação, poderão porventura ter envolvimento posterior nessa área (Patriciello, 2011).



c. Síntese conclusiva

As áreas de missão espacial poderão ser perspectivadas como contribuintes para as informações estratégicas e assumem uma importância relevante na esfera militar.

Dos últimos conflitos, pós Guerra Fria, salientam-se as alterações havidas na preparação e conduta das operações militares na Guerra do Golfo, em 1991, durante a *Desert Storm*, pelo contributo da tecnologia espacial, nomeadamente os sistemas de comunicação e navegação⁹ (Paikowsky, 2008). Segundo a mesma fonte, o conflito no Iraque em 1991, marca o emprego efetivo da tecnologia espacial como aptidão habilitante no seio das FFAA e como um fator chave na guerra, consequência direta das suas capacidades nomeadamente nas áreas de comunicação, navegação, monitorização e observação, valores inseridos no conceito central que é hoje denominado de Controlo, Comando, Informática, Comunicação e Inteligência (C4I) (Paikowsky, 2008). Estes valores traduzidos em conhecimento contribuem para a dissipação do "nevoeiro" *clauswitziano* sobre o teatro de operações.

O emprego do armamento de precisão marca os últimos conflitos. A evolução tecnológica havida nesta matéria, tem marcado a precisão da escolha dos objetivos e evitado danos colaterais mais avultados. A informação disponibilizada aos decisores é mais complexa, mais minuciosa encurtando o tempo de decisão e da subsequente resposta militar (Baltazar, 2009).

Há efetivamente uma aplicação da tecnologia espacial quer no planeamento e preparação das operações militares, nomeadamente pelo mapeamento e imagens de alta definição, quer na conduta de operações, nomeadamente pelo guiamento de armamento, sem descurar contudo todo o papel desempenhado nas comunicações e informações estratégicas. O mapeamento será fundamental para identificar alvos e monitorização de objetivos militares ou elementos estratégicos, contudo o mais relevante, porque resulta da aplicação em pleno da tecnologia, será a possibilidade de integração de diversos meios quer terrestres, aéreos e navais, permitindo criar o conhecimento global do teatro de operações ou *Dominant Battlespace Knowledge*, usualmente também designado pela *picture* do teatro de operações (Paikowsky, 2008) (Miguel, 2009).

Face ao exposto, para cada uma das áreas de missão espacial, considera-se validada a hipótese **H1**, dado que efetivamente existe um emprego da tecnologia espacial nas operações militares, abrangendo todas as fases que as compõem, nomeadamente planeamento,

⁹ As capacidades espaciais de sensoriamento remoto e SATCOM já tinham sido empregues pelos EUA no Vietname, no apoio às operações militares. (Caldas, 2010).



preparação, execução e avaliação. Salienta-se para este desiderato o contributo da área de missão espacial multiplicadora de força, nomeadamente SATCOM, ISR, navegação, posição, velocidade e tempo e a monitorização ambiental.

As diversas finalidades de emprego de satélites são indicadores que permitem identificar que a tecnologia espacial tem um emprego dual. No seio da tecnologia espacial foram identificados indicadores que relevaram o emprego de satélites para fins militares, inclusivamente foram mostrados números que indicam haver equipamentos para fins exclusivos desse setor, validando a hipótese **H2**.

A validação das hipóteses permite legitimar que a tecnologia espacial e as suas valências poderão contribuir para edificar capacidades que participam para a atual revolução militar na arte e ciência do processo de fazer a guerra, denotando a existência de uma estratégia militar nesta vertente, consequência da vigente Era da Informação e das estruturas de informação em rede, facultando deste modo, uma resposta assertiva à **QD1**. A resposta por sua vez permite conduzir ao conceito de Poder Espacial, que se demarca do Poder Terrestre, Naval ou Aéreo pelas suas valências de projeção multidimensional na Terra, Ar e Espaço e que confere ao ator capacitado nessa tecnologia, relevância e peso determinante na política e estratégia total (Tomé, 1997, p. 62).

Colocada que está a ênfase na estratégia espacial como fonte de Poder, procurar-se-á no capítulo seguinte identificar as vulnerabilidades e potencialidades pelo emprego das tecnologias espaciais.



2. Potencialidades e vulnerabilidades das tecnologias espaciais nas operações militares

"Os instrumentos da batalha apenas são válidos, se os soubermos utilizar."
(Picq, 2005, p. 32)

A tecnologia espacial pelas capacidades dos satélites é perspectivado como "elemento multiplicador de potencial de combate das forças militares que evoluem em Terra" (Dias, 2006, p. 10). Das características dos satélites, com particular importância para as operações militares, salientam-se as seguintes (JAPCC, 2010, p. 4):

- persistência, pela sua presença constante em órbita;
- perspectiva, pela sua posição elevada;
- penetração, pela sua ação de sobrevoo sem violação do espaço aéreo;
- capacidade de apoio, sem estar fisicamente no seio da atrição do teatro de operações.

As características anteriores representam valências importantes para a vigilância de espaços, para a recolha de informações, para a preparação e condução de operações militares, que associado a outras capacidades tais como navegação, potenciam o seu impacto no teatro de operações.

No presente capítulo, pretende-se identificar algumas das potencialidades e vulnerabilidades do emprego da tecnologia espacial, nomeadamente satélites, nas operações militares, pretendendo analisar o benefício operacional obtido. Apresentar-se-á na síntese conclusiva a informação mais relevante na forma esquemática de uma matriz *swot*, cujas letras significam *Strength* (força), *Weakness* (fraqueza), *Opportunities* (oportunidades) e *Threats* (ameaças), procurar-se-á identificar as respetivas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, que envolvem a relação entre tecnologia espacial e operações militares. Apesar de se tratar de uma ferramenta de gestão, a opção por dispor a informação sob esta forma permitirá avaliar os pontos fortes, os pontos fracos, as oportunidades e as ameaças do emprego da tecnologia espacial na preparação e condução de operações militares, com o confronto entre as potencialidades e vulnerabilidades identificadas e que serão conducentes ao reconhecimento dos principais benefícios operacionais.

Salienta-se que o benefício ou produto operacional será o resultado da conjugação dos vetores de desenvolvimento, dos sensores e das características da plataforma, e não a ação isolada de um deles. A análise que se irá realizar tratará a tecnologia espacial no seu todo, incluindo os equipamentos no espaço e as estações em terra.

A avaliação das potencialidades e vulnerabilidades será feita com base em pesquisa bibliográfica versando particularmente a potência dominante nesta vertente, os EUA. No caso



português o emprego da tecnologia espacial ocorre apenas para SATCOM, fato limitador para a identificação das potencialidades e vulnerabilidades no seio das operações militares nacionais.

a. Potencialidades das tecnologias espaciais nas operações militares

A primeira potencialidade a referir está relacionada com o alcance global desta tecnologia. A operação dos satélites poderá ser realizada 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), traduzindo-se como vantagem perante outros meios, tais como os UAV (Höstbeck, 2012). Há também a salientar que associado à sua posição, a operação da tecnologia espacial não envolve riscos humanos (Paikowsky, 2008).

Quando comparados com outros meios, sobretudo para ações ISR, como são o caso dos UAV, há também que refletir na diferença na autonomia, que no caso dos equipamentos espaciais é mais elevada (Vogt, 2002).

No que respeita a comunicações, os satélites caracterizam-se por ser um sistema de alta capacidade de tráfego, atualmente atuando em banda larga, suplantando as capacidades nas bandas SATCOM X e Ka¹⁰ (Araraki, 2009). De acordo com a mesma fonte é espetável que a evolução tecnológica permita maior capacidade de tráfego, que por sua vez permitirá maior integração de sistemas e maior fluxo de informação.

Como potencialidade de emprego deste tipo de tecnologias salienta-se o fato das SATCOM serem direcionais e de difícil deteção, constituindo-se como valência de emprego dissimulado, essencial para o seu usufruto nos meios já por si furtivos, tais como submarinos e operações militares de carácter furtivo (Anwar, 2012).

A tecnologia espacial poderá ser perspetivada como multiplicadora de forças¹¹, pela sinergia de valor proporcionado em vários setores de atividades, nomeadamente militar, económico e político. Consequência direta das suas capacidades no espaço, na vertente militar, nomeadamente nos campos de comunicações, navegação, monitorização e observação, a tecnologia espacial foi considerada como um elemento crítico para o sucesso da campanha no Iraque em 1991, permitindo encurtar o tempo de duração do combate, torná-lo mais eficiente e permitir uma redução do número de forças destacadas (Paikowsky, 2008). A criticidade enunciada reflete a importância do emprego de armamento guiado, da

¹⁰ O Apêndice A possui informação sobre frequências e bandas empregues nas SATCOM.

¹¹ Entenda-se como o aumento de capacidades proporcionadas pela sinergia de recursos.



identificação dos alvos a atingir e da diminuição de número de efetivos militares destacados para o teatro de operações, podendo estes fatos serem enumerados como potencialidades pelo emprego das tecnologias espaciais em operações militares.

No que respeita à informação, 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, essencial para as tomadas de decisão na preparação e condução de operações (Cepik, 2009). Este domínio da informação será fundamental para a precisão dos ataques, numa perspectiva de eficácia e eficiência de aplicação dos recursos mas também, na perspectiva de minimização dos danos colaterais no seio das operações militares (Miguel, 2009).

Indissociável da superioridade informacional está o ciclo de tomada de decisão participante em qualquer das fases de uma operação militar. Esta superioridade informacional, sinónimo da partilha das informações em rede, permite o disseminar da mesma de forma atempada e eficiente, maximizando a eficácia e facultando uma vantagem operacional ao combatente (Vicente, 2007).

A capacidade integradora de sistemas, também resultado do emprego da tecnologia espacial, contribui para a RAM, centrada sob a superioridade informacional. Esta valência contribui para a consciência situacional e visão holística do teatro de operações, comprimindo o ciclo de decisão (Vicente, 2007).

O processo de decisão assenta em informação recolhida por várias fontes, que antes de ser difundida carece ser processada. Para efeito utiliza-se frequentemente o ciclo desenvolvido por John Boyd, designado por Ciclo de Observar, Orientar, Decidir e Agir (Ciclo OODA). A tecnologia espacial desempenha um papel relevante na capacidade de observar e orientar, engrandecendo a informação disponível e a sua disseminação, para apoiar na decisão e ação a desempenhar. A rapidez da execução do ciclo OODA é crítico no campo tático e as informações obtidas em tempo real, pelo emprego da tecnologia espacial, poderão fomentar valor operacional, prostrando-se como uma potencialidade no campo de batalha (Ribeiro, 2003).

Resultado do referido, reforça-se que os atuais conflitos mostram que a estratégia pela via de massificação de forças foi substituída pela massificação de efeitos, resultado da precisão da escolha dos objetivos mas também da gestão e partilha de informação e recursos (Vicente, 2007).

No seio das potencialidades não se poderá menosprezar o contributo desta tecnologia para as maiores valias económicas resultantes da inovação, fomentando o crescimento



económico, desenvolvimento sustentado e reforço da segurança e defesa, para além de assumir um valor estratégico tecnológico para a competitividade global (Couto, 2010).

A inovação e o avanço tecnológico poderão ser perspetivados sobre a forma como os Estados procuram a vantagem competitiva nas relações internacionais (Garstka, 2003). As novas capacidades daí resultantes permitem fomentar o domínio sobre os demais atores, constituindo-se como um pilar de suporte à preservação dos interesses de um Estado (Pellanda, 2010).

Por fim, dentro das potencialidades da tecnologia espacial, sobretudo pelas capacidades de observação e monitorização, há a relevar as potencialidades de apoio que esta poderá prestar nas operações militares de não guerra, inseridas na ajuda humanitária, proteção civil, prevenção e gestão de desastres naturais, desflorestação e bioterrorismo¹² (Couto, 2010).

b. Vulnerabilidades das tecnologias espaciais nas operações militares

Estão identificados métodos ou ações com vista a neutralizar o emprego das capacidades resultantes da aplicação da tecnologia espacial. O *jamming* é um desses métodos, com vista a interromper a comunicação entre satélites e estações terrestres. O ataque direto à estação terrestre é também uma das ações possíveis e que terá por consequência a incapacidade de usufruto dos satélites. As estações terrestres, responsáveis pelo controlo e monitorização dos satélites, bem como todas as infraestruturas de apoio à emissão e receção de sinais, são inclusivamente consideradas mais vulneráveis do que os próprios satélites (The Parliamentary Office of Science and Technology, 2006). Em Terra também existem vulnerabilidades relacionadas com as possíveis manutenções aos sistemas, que poderão ser um fator limitativo do usufruto das tecnologias (Cepik, 2009).

Para a destruição dos satélites já foram testados armamentos terrestres antissatélite (ASAT¹³), ataque por lasers¹⁴, ataques nucleares e mesmo através de mísseis ou de pequenos satélites, o que mostra que apesar dos satélites estarem no espaço exterior são atingíveis por meios terrestres o que traz algumas vulnerabilidades face a uma possível dependência desta tecnologia (Dias, 2006). Esta vulnerabilidade será semelhante para satélites comerciais ou militares (The Parliamentary Office of Science and Technology, 2006).

¹² Por exemplo, a aplicação de sensor na Estação Espacial Internacional para detetar contaminação de água (Couto, 2010).

¹³ Em janeiro de 2007, a China efetuou um teste com arma ASAT, contudo os primeiros testes ASAT datam do período da Guerra Fria (Dias, 2006, p. 14).

¹⁴ Em setembro de 2006, a China efetuou um teste de armas lasers de alta potência para cegar satélites de ISR dos EUA (Cepik, 2009).

Contribui para as vulnerabilidades dos ataques aos satélites quer seja por *jamming* ou ataque destrutivo, o fato destes possuírem trajetórias previsíveis, facilmente identificadas.

Outras vulnerabilidades estarão relacionadas com as condições atmosférica espaciais, tais como tempestades solares, que podem dar origem a rápidas mudanças de campos magnéticos¹⁵ ou correntes de partículas de alta energia prejudiciais aos satélites, particularmente na *Medium Earth Orbit* (MEO) (NOAA, 2005).

O lixo espacial, constituído por antigos satélites ou outras partículas libertadas pelo Homem na sua ação no espaço, constitui outra vulnerabilidade. Perante a colisão destes elementos com satélites operacionais, colocará em risco a integridade e operacionalidade destes últimos¹⁶ (NASA, 2009). O lixo espacial representa mais de 95% dos objetos lançados pelo Homem no espaço e tem tido uma tendência crescente, assumido particular importância o teste ASAT Chinês em 2009 (NASA, 2009). A figura seguinte ilustra a evolução havida nos últimos 15 anos e o relevo que o teste ASAT referido teve nesta matéria.

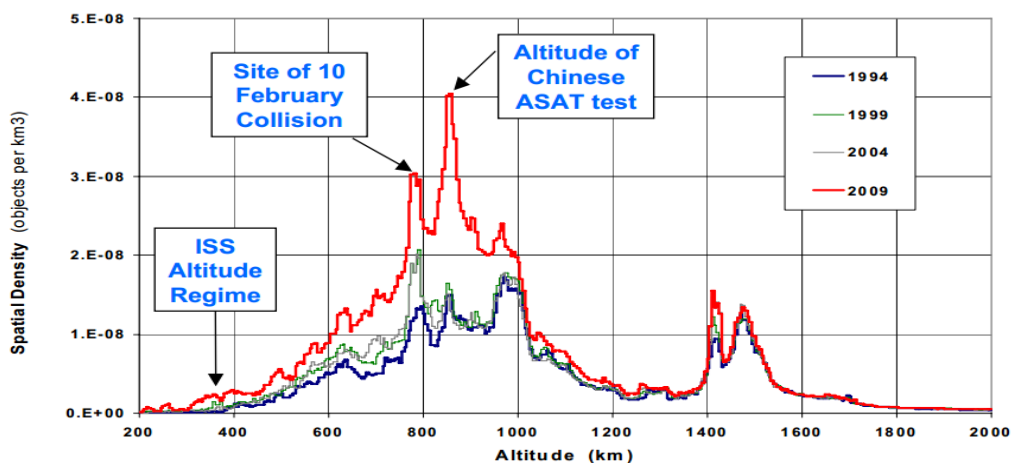


Figura nº5 – Lixo espacial

Fonte: (NASA, 2009)

Ainda relacionado com a operacionalidade dos sistemas há a relevar o tempo de vida dos materiais. Um satélite terá, em média, um tempo de vida de 15 anos¹⁷, que depende contudo da fadiga dos materiais e que estará por sua vez associado à sua velocidade¹⁸. Ao tempo de vida indicado há a considerar a natural evolução tecnológica, que poderá acarretar a

¹⁵ Em 2003, resultado da tempestade magnética "*Halloween*" foram danificados cerca de 30 satélites (The Parliamentary Office of Science and Technology, 2006).

¹⁶ Conforme ocorreu em fevereiro de 2009, quando o satélite de comunicações *Iridium 33* colidiu com um antigo satélite russo *Cosmos 2251*, deixando o primeiro inoperacional (AGI, 2013).

¹⁷ O tempo de vida de um satélite é usualmente determinado pelo consumo de combustível para o manter em órbita, seguido da duração dos componentes (R.Davison, 1992).

¹⁸ Os satélites de órbita mais baixa precisam de velocidade superior para evitar a reentrada na atmosfera.



superação da empregue na construção dos sistemas e a sua consequente obsolescência (Cepik, 2009).

De entre as diversas vulnerabilidades e potencialidades, já identificadas no presente trabalho, salienta-se a questão da disponibilidade e flexibilidade dos meios sitos no espaço. A indisponibilidade dos meios espaciais, temporariamente ou totalmente, que resulta da necessidade de desvio de trajetória ou da sua falta, respetivamente, poderão conduzir à necessidade de depender de terceiros para obter essa capacidade ou empregar meios alternativos. A disponibilidade própria deste tipo de meios está associada a custos elevados e tempos de construção superiores a um ano (Cepik, 2009, p. 79).

Ainda no seio da disponibilidade e flexibilidade importa salientar as limitações de cobertura nomeadamente a nível das SATCOM (OTAN, 2009). Este fato é colmatado pelo recurso a satélites comerciais, o que obriga ao emprego das necessárias chaves de encriptação¹⁹ para não colocar em risco a segurança das comunicações.

Das potencialidades da tecnologia espacial, no desenrolar das operações militares foi identificada a maior eficiência e eficácia do armamento, que com suporte de navegação autónoma²⁰ alcança os objetivos de forma precisa. Contudo esta potencialidade pode ser também perspetivada sob o ponto de vista de vulnerabilidade, pois o sistema usualmente empregue de navegação o denominado GPS, é suportado pelos EUA e operado através do Departamento de Defesa, podendo ser controlado e impedido o seu uso (Paikowsky, 2008). Salienta-se que se encontram em funcionamento dois sistemas de navegação por satélite²¹: o sistema russo GLONASS²² e o sistema americano GPS. Contudo existem adicionalmente sistemas em execução: o *Galileu* e *European Geostationary Navigation Overlay System* (EGNOS²³) a ser desenvolvido no seio da ESA e o *COMPASS* em desenvolvimento pela China (Araraki, 2009) (Paikowsky, 2008). O desenvolvimento dos

¹⁹ Encriptação *end-to-end*, isto é, a informação é encriptada quando entra no sistema de comunicações e apenas é desencriptada após sair (McIntosh, 2012).

²⁰ Na vertente militar a navegação autónoma permite o movimento guiado, o posicionamento ou georreferenciação e o tempo de sincronismo (*Position, Navigation and Timing - PNT*) (JAPCC, 2010).

²¹ No seio dos *Global Navigation Satellite Systems* (GNSS), para além dos assinalados no texto, 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.

²² Desenvolvido pela antiga União Soviética e operado atualmente pela CEI. Como curiosidade, justificado também pela relevância que a região do Ártico poderá assumir no panorama internacional, pelas estimativas de reservas de petróleo e gás natural, o sistema GLONASS, por orbitar com 64,8° de inclinação, em vez dos 55° do sistema GPS, providenciará uma melhor cobertura nesta região. Esta valência poderá ser perspetivada como uma vantagem de precisão para a Rússia (Araraki, 2009).

²³ O sinal do EGNOS, foi declarado disponível para a aviação civil ou comercial em 7 de março de 2011. Pela primeira vez, os sinais de navegação por satélite tornaram-se oficialmente utilizáveis durante a fase de aproximação para a aterragem (Patriciello, 2011).



outros sistemas de navegação mostra a importância e a necessidade de independência neste instrumento fundamental num domínio estratégico que permite, entre outras valências, a referida eficiência e eficácia na aplicação de armamento (Gomes, 2005). Ainda de acordo com esta última fonte, a vulnerabilidade em causa assenta numa dependência face a um ator dominante cuja relação, no caso concreto da Europa, tem sido fundamental para garantir a segurança externa.

No seio das vulnerabilidades não se poderá sonegar as resultantes da ocupação de frequência²⁴ e espaço em órbita, motivadas pelo número crescente de equipamentos e atores nesta vertente da tecnologia, dificultando os lançamentos e usufruto de capacidades (The Parliamentary Office of Science and Technology, 2006).

A superioridade tecnológica apresenta-se como uma valência profícua à vantagem, contudo a complexidade poderá ser acatada como uma vulnerabilidade. No contexto dos avanços tecnológicos e das transformações daí resultantes, o atual paradigma tecnológico da Era da Informação, encurta os ciclos de tomada de decisão o que obriga a uma maior qualificação na operação dos equipamentos e na interpretação das informações recolhidas (Santos, 2012). Daqui resulta a vulnerabilidade inerente pela ação humana, associada ao seu possível erro de operação e interpretação²⁵ mas também, pela decorrente dependência tecnológica que na sua ausência se poderá traduzir numa paralisia dos sistemas por falta de redundâncias (Vicente, 2008). De acordo com a mesma fonte, o sucesso dos conflitos futuros estará mais dependente das capacidades do Homem, na prossecução da gestão da informação e controlo dos recursos tecnológicos, do que nestes últimos *per si*.

Inseridas nas vulnerabilidades das tecnologias espaciais há também que referir os possíveis erros, nomeadamente de precisão de navegação, influenciados por interferências de nuvens, fumos ou mesmo chuvas fortes (Vogt, 2002).

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). Os meios e as capacidades dos diversos atores poderão não ser interoperáveis, o que dificulta ou impossibilitará a sua integração. As atuais operações e as futuras tenderão para ações

²⁴ A entidade gestora das frequências é a *International Telecommunications Union*, possui sede na Suíça e congrega 174 países.

²⁵ Exemplo de erro humano de navegação, é o incidente em Cabul, em 2001, quando uma aeronave dos EUA atingiu três armazéns da Cruz Vermelha.

conjuntas e combinadas, o que releva a importância da interoperabilidade de meios²⁶ (Ribeiro, 2003).

O avanço tecnológico que os EUA possuem nesta vertente, inserida no conceito da GCR e NNEC, poderá colocar em risco as operações com outros atores aliados, pelo que o fosso tecnológico reveste-se de vulnerabilidade (Vicente, 2008). A complexidade de integração e operação conjunta e combinada são fatores de disrupção na cooperação e atuação, sendo uma consequência da falta de interoperabilidade, que justificará que para o novo ambiente estratégico o planeamento deverá ser concebido em capacidades, contrariamente ao tradicional arquitetado em ameaças (Vicente, 2008) (JAPCC, 2010, p. 9).

Este contexto de complexidade e da dominação material pela necessária interoperabilidade de meios permite acrescentar uma nova incerteza no domínio da guerra. A incerteza de Clausewitz é agravada pela introdução das tecnologias, acrescentando a dominação material como uma quarta dimensão, conforme ilustra a figura seguinte:

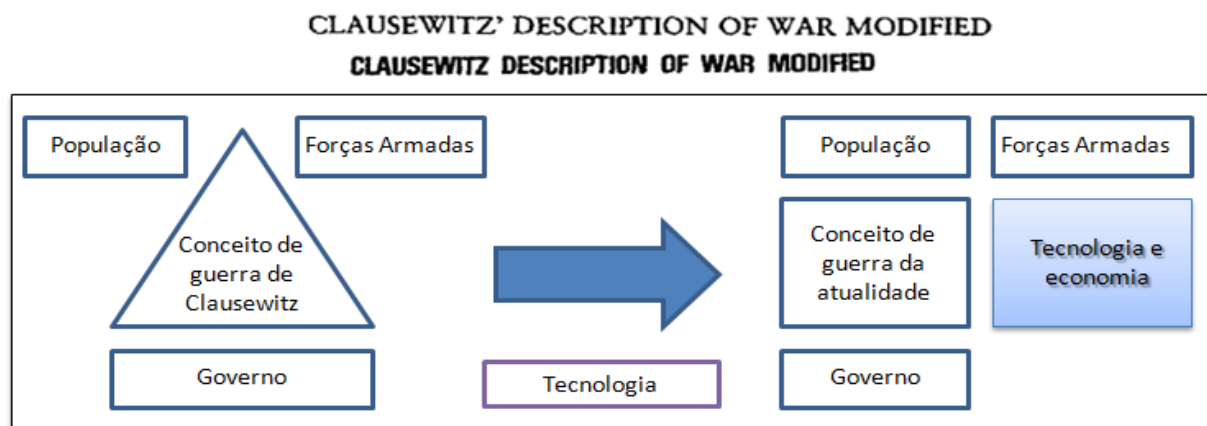


Figura nº6 – Descrição da guerra de Clausewitz modificada

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

As inovações tecnológicas na área da defesa traduzem desequilíbrios e tendem usualmente a balançar o poder para as potências dominadoras das mesmas. Tal como advogava Seversky para o papel do avião, como elemento decisivo de vitória na Segunda Guerra Mundial, pelas suas características²⁷ inovadoras e diferenciadoras que permitiram a projeção e multiplicação de força, a tecnologia espacial desempenha presentemente um papel relevante no desenrolar de operações militares. Destaca-se que a tecnologia espacial possibilita uma elevada largura de banda para comunicações que permitirá catalisar a

²⁶ Exemplo desta necessária interoperabilidade é a ação no seio da *International Security Assistance Force* (ISAF) onde forças de países da OTAN e não OTAN (Austrália, Coreia do Sul, Japão) operam. Todos os países envolvidos operam satélites, comerciais ou militares (JAPCC, 2010, p. 10)

²⁷ Flexibilidade, alcance e velocidade.



dinâmica operacional e partilha situacional no domínio físico. Estes são fatores que contribuem para preparação e subsequente execução das operações militares e que face ao exposto anteriormente, permitirá aumentar o poder de combate das forças. A sinergia conseguida dos meios integrando as capacidades será potenciada e será mais do que a simples soma das capacidades individuais (Caldas, 2010, p. 251). Contudo exemplos como o da Somália obrigam a refletir sobre a temática da inovação na defesa, onde a capacidade dissimétrica dos EUA, a aplicação das novas tecnologias e sensores eletrónicos não se traduziu em sucesso no teatro de operações,

c. Análise das vulnerabilidades e potencialidades do emprego das tecnologias espaciais em operações militares

A súmula das potencialidades e vulnerabilidades apresentadas anteriormente poderão ser vertidas na tabela seguinte, que pretende sintetizar a abordagem realizada e para a qual se optou por dispor as principais considerações de acordo com uma matriz *swot*. Neste sentido, de acordo com o exposto até ao momento, propõe-se concentrar as perceções e identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças, face à aplicação da tecnologia espacial nas operações militares, permitindo uma avaliação mais contemplativa.

Tabela nº8 – Matriz *swot*

Forças (Pontos Fortes)	Fraquezas (Pontos Fracos)
1 - as ações a desempenhar poderão ser realizadas sem violar fronteiras ou área de interesse	1 - existência de equipamentos que permitem a destruição ou neutralização da tecnologia espacial, inclusivamente a vulnerabilidade das infraestruturas em terra
2 - não envolve riscos humanos	2 - limitações de cobertura, por vezes colmatada com recurso a satélites comerciais, fato que coloca em risco a segurança (necessário aplicar encriptação)
3 - elevada autonomia	3 - emprego dependente das condições atmosféricas nomeadamente dos sistemas de precisão de navegação que são influenciados por interferências de nuvens, fumos ou mesmo chuvas fortes
4 - alta capacidade de tráfego de informação	
5 - permite aumentar a eficiência e eficácia do emprego de armamento	5 - flexibilidade dos satélites é muito limitada e as órbitas dos satélites são em grande parte fixas e previsíveis, constituindo vulnerabilidade a ataques
6 - permite almejar a imagem do teatro de operações, conducente à consciência situacional e superioridade de informação	



Oportunidades	Ameaças
1 - diminuição do número de efetivos envolvidos no teatro de operações	1 - o lixo espacial é uma ameaça à operacionalidade dos equipamentos
2 - fomenta a inovação	2 - sistemas dependentes da tecnologia, nomeadamente do sistema de navegação GPS
3 - capacidade integradora dos meios	3 - encurtamento dos ciclos de decisão ao mesmo tempo que se aumenta a informação disponível e sua complexidade (susceptibilidade de erro humano)
4 - ajuda ao desenvolvimento e reforço da segurança e defesa	4 - ameaças de falhas de operação e interpretação por erro humano
5 - vantagens para a economia, pelo fomento do emprego e desenvolvimento tecnológico	5 - ameaça de problemas de interoperabilidade de meios / fosso tecnológico em alianças
	6 - 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
6 - apoio que poderá prestar na ajuda humanitária e proteção civil	7 - disponibilidade de frequências e espaço em órbita
	8 - no seio da Europa não há uma cooperação de esforços
7 - criação de valências de interesse nacional e internacional	9 - conflitos de interesses dos atores

Conforme exposto, existe um conjunto de fatores que potenciam o emprego da tecnologia espacial em apoio às operações militares mas, por outro lado, há dados que estabelecem ameaças pelo seu empenho. A listagem exposta reflete as características e limitações do poder espacial, enumerando algumas das listadas pelo *Joint Air Power Competence Center* (JAPCC) (Single, 2009, pp. 6-5).

A análise global às potencialidades e vulnerabilidades poderá ser conducente à identificação de benefícios operacionais. Os mais relevantes, na perspetiva do emprego da tecnologia espacial nas fases constituintes das operações militares, como catalisadora e multiplicadora de forças, poderão ser sintetizados e expostos sob a seguinte forma:



Figura n.º7 - Benefícios operacionais mais relevantes pelo emprego da tecnologia espacial em operações militares



Conforme mostra a figura nº7, os benefícios operacionais mais relevantes, pelo emprego da tecnologia espacial em operações militares, poderão ser expostos pela aplicação direta ou indireta da própria tecnologia. De forma direta pela integração de sistemas e eficácia e eficiência de recursos incluindo de armamento. De forma indireta resultado da diversa informação provenientes dos sensores que carece de tratamento posterior para validar e integrar com vista à consciência situacional e superioridade informacional. Salienta-se que a superioridade informacional, resultado do tratamento e conjugação de diversas informações, para as quais a tecnologia espacial participa, está na base dos conceitos de GCR, NNEC e EBAO.

Da análise ao exposto ao longo deste capítulo e pela súmula de informação patente na tabela e figura anteriores, que permite vislumbrar vantagens e desvantagens do emprego e usufruto da tecnologia espacial em operações militares, considera-se validada a hipótese **H3**, dado que além das vulnerabilidades existem potencialidades conducentes a benefícios operacionais que decorrem da aplicação da tecnologia espacial nas operações militares. Os recentes conflitos mostram que o benefício operacional é superior às vulnerabilidades, contudo não se poderão sonegar essas fraquezas e ameaças.

Como resposta à **QD2**, poder-se-á demarcar como principais benefícios operacionais, pelo emprego das tecnologias espaciais nas operações militares, a maior valia operacional da consciência situacional obtida pelo usufruto da tecnologia espacial, resultado posterior da conjugação e tratamento de informações, aliado às valências diretas de integração de sistemas e eficiência e eficácia de recursos, demarcando-se como valores sinérgicos e multiplicadores de força. Estas serão as melhorias ou vantagens operacionais adquiridas, resultantes do emprego da tecnologia espacial, que poderão influenciar as operações militares e que realçam os sinais mais relevantes pelo emprego e usufruto desta inovação.

Associado a esta importância poder-se-á identificar a atual tendência de aumento do número de satélites, que em tempo real e sem violar o espaço territorial dos Estados, permite a recolha de diversas informações úteis ao estratega.

Procurar-se-á no capítulo seguinte identificar alternativas ao emprego da tecnologia espacial na preparação e condução de operações militares.



3. Alternativa ao emprego da tecnologia espacial nas operações militares

"We had very few weapon systems then [during Desert Storm] that could not have been used without space assets. It was very different in Operation Iraqi Freedom. The way we planned our campaign-things like GPS were not a force enhancement but embedded in how we operate our forces. And that was a very fundamental difference."

Major General Robert Dickman, USAF (ret)

A exploração da tecnologia espacial tem permitido ao ator dominante, os EUA, 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). Esta tecnologia participa para uma manobra dominante no campo de batalha, capacidade de ataque de precisão e orientação de dinamismo, bem como para a superioridade informacional, pela integração das valências obtidas nomeadamente ao nível de SATCOM e ISR (Paikowsky, 2008).

A tecnologia espacial marca uma posição relevante no domínio da informação e integração de meios, conducente a uma ação pautada em qualidade e não em quantidade, elementos imbuídos nos conceitos da atual GCR e EBAO.

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 atual Era da Informação, pautada pela inovação tecnológica e pelas tecnologias de informação, nomeadamente ligações em rede, participa para a GCR e a NNEC, 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 (Ribeiro, 2003). De acordo com a mesma fonte a sinergia obtida pela superioridade informacional, associada à preparação e condução das operações militares, permitirá aumentar o poder de combate das forças.

A inovação tecnológica, nomeadamente a tecnologia espacial, traduz-se numa maior capacidade de comunicar e gerar informações, tornando mais completa e complexa a tomada de decisão (Vicente, 2008). As revoluções militares assentam numa base de avanços tecnológicos, que tornam obsoletas capacidades em prol de outras (Vicente, 2007, p. 41), contudo a complexidade de sistemas e a interoperabilidade dos mesmos são desafios que carecem de ser vencidos para evitar dependências ou paralisias no conjunto de métodos e processos.



As operações desenvolvidas ao abrigo da *Desert Storm*, em 1991, marcam o emprego das capacidades espaciais como aptidão habilitante de apoio no seio das FFAA e como um fator chave na guerra. Por outro lado, os mais recentes conflitos mostram que as capacidades espaciais permitem uma maior eficiência de C2 e eficácia de emprego do armamento contudo, exigem maior disponibilidade e flexibilidade dessas tecnologias espaciais (Caldas, 2010).

Na sequência do referido anteriormente, ao abrigo da *Desert Storm*, em 1991, os EUA necessitaram de reforçar o apoio de reconhecimento adicional de satélite, tendo para tal recorrido à aquisição de informação disponibilizada pelo satélite Francês SPOT, pois a alternativa de desviar a trajetória de um satélite americano, carecia de um espaço temporal que iria de 6 meses a um ano, incomportável com o planeado para as operações militares (Caldas, 2010). Ainda no seio dessa operação, em 1991, e de acordo com a mesma fonte, as tecnologias espaciais desempenharam um papel de relevo para o mapeamento do terreno, pois os mapas existentes mostraram-se desatualizados e de qualidade inadequada para fazer face ao planeamento militar (Caldas, 2010, p. 243). Estes dados, que apesar de já possuírem mais de 20 anos, mostram uma correlação das operações militares com as tecnologias espaciais e dependências.

Mais recentemente, em 2011, na Líbia, durante a operação "*Unified Protector*", os satélites voltaram a prover valor tático de suporte às operações militares (Keymer, 2012). De acordo com a mesma fonte, terão neste caso sido os satélites americanos de capacidades ISR a providenciar informações para as forças europeias. Estas informações permitiram avaliar a disposição das forças envolvidas e a identificação de alvos, sem para tal ter havido qualquer violação do espaço aéreo líbio. Esta partilha de capacidades, enquadrável na OTAN no seio da *smart defense*, mostrou a dependência da Europa face às capacidades dos EUA, ao nível de ISR mas também para o guiamento de armamento pelo usufruto do GPS, conforme foi reconhecido por Claude-France Arnould (Chefe Executivo da EDA) (Keymer, 2012).

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. 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. A delimitação pela operação em altura, na pesquisa por alternativas à tecnologia espacial, confina essa demanda às aeronaves.



Face ao exposto, procurar-se-á avaliar meios alternativos à tecnologia espacial que capacitem as forças com equivalentes valências, restringindo a pesquisa a aeronaves. No seio destes meios, serão investigadas particularmente as plataformas que já tenham sido empregues nos recentes conflitos, procurando avaliar o seu contributo e comparar com o disponibilizado pela tecnologia espacial.

a. Análise de alternativas

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, *all weather all time*. Deste modo e no seio desta análise, as aeronaves tripuladas não poderão ser perspectivadas como alternativa aos satélites, embora com consciência que à exceção das limitações humanas, as capacidades serão comparáveis²⁸. Para ultrapassar esse constrangimento poder-se-á equacionar o emprego das plataformas UAV, que operam sem o fator limitativo da tolerância humana e os riscos operacionais para os tripulantes²⁹ (Batalha, 2012). A ausência do vetor humano poderá inclusivamente ser uma vantagem operacional deste meio (Vicente, 2011).

Antes de se efetivar uma comparação será de destacar o fato de ambas as tecnologias serem de emprego dual, nos setores civil e militar. Se para o caso dos satélites já foram aqui identificadas as áreas de emprego dual, no caso dos UAV, para além das operações militares, destaca-se o seu emprego em ações de vigilância no controlo de fronteiras e monitorização ambiental (Vicente, 2011).

Na comparação entre os UAV e satélites não se poderá sonegar a diferença de custos entre as mesmas. Os custos envolvidos na obtenção de capacidades com UAV serão menos onerosos que a obtenção de capacidades com satélites (Deloitte, 2012, p. 2). No que respeita à edificação de capacidades, será importante assinalar que a implementação da operação do UAV poderá tomar de 6 meses a dois anos, ao passo que para um satélite poderá ir de 5 a 10 anos (Warner, 2009).

Os UAV, de acordo com o JAPCC, poderão ser classificados na base da sua disponibilidade de carga (peso à descolagem), conforme apresentado na tabela seguinte. Existe contudo algumas diferenças de classificação consoante a organização.

²⁸ O vetor humano poderá obrigar a empenhar mais recursos humanos para fazer face às limitações fisiológicas.

²⁹ A ausência do vetor humano só se verifica no que respeita à tripulação pois os sistemas UAV carecem de equipas para a sua operação. A título de exemplo sistemas como o *Predator* ou o *Reaper*, poderão carecer de cerca de 170 pessoas na sua operação (Vicente, 2011, p. 4)



Tabela nº9 – Tabela com a classificação dos UAV

Fonte: (JAPCC, 2010)

Classe	Disponibilidade de carga	Observações
I	< 150 kg	Operam usualmente em linha de vista e baixa altitude. As atuais aeronaves tipo UAV desenvolvidas em Portugal poderão ser incluídas nesta classe.
II	150 kg a 600 kg	Poderão operar até 10.000 pés e pela sua autonomia poderão ser empregues em missões ISTAR (Vicente, 2011). A aeronave Predator pode ser incluída nesta classe.
III	> 600 kg	Aeronaves que operam a mais e possuem mais autonomia que a classe anterior. Poderão inclusivamente executar missões de ataque. As aeronaves Reaper e o RQ-4 Global Hawk, poderão ser incluídos nesta classe.

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 ISR e ataques de precisão, isto é *Intelligence, Surveillance, Target, Acquisition and Reconnaissance (ISTAR)* (Vicente, 2011). Tal como observado para a tecnologia espacial, e de acordo com mesma fonte, também os UAV poderão ser perspetivados como meios multiplicadores de força. A figura seguinte permite vislumbrar a evolução havida no seio dos UAV, nomeadamente no tipo de missões empregues:

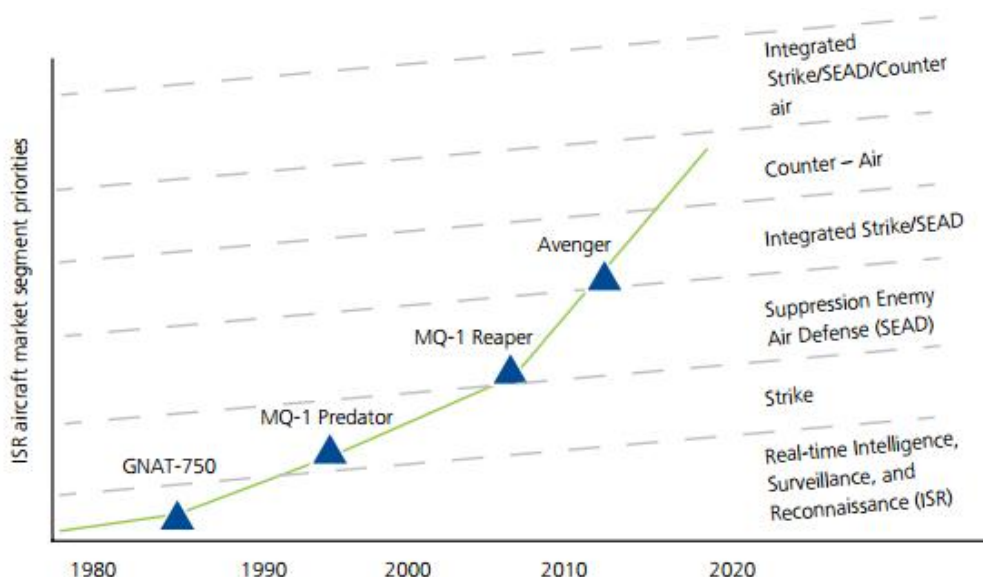


Figura nº8 – Evolução do emprego dos UAV

Fonte: (Deloitte, 2012, p. 2)

Uma outra classificação poderá ser atribuída com base no tipo de *data link* que interliga a plataforma UAV e a sua 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 o UAV operar a várias 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 rádios, permitindo um raio de alcance superior.

Conquanto as diferenças assinaladas entre UAV e satélites, ambas as tecnologias são resultado da recente inovação e participam com as suas valências para a transformação das operações militares, inseridos no conceito de RAM (Vicente, 2011). Esta revolução, entre outras perspetivas, poderá ser vislumbrada pela transformação preconizada pelo aumento da eficiência e eficácia de armamento, pela sua precisão, pelas relevâncias resultantes da vigilância, que no conjunto permitem uma superioridade de informação, vetor decisivo para a tomada de decisão.

Para o caso nacional³⁰ os UAV existentes e com capacidade edificada para operarem em segurança, estão limitados a um raio próximo dos 80 km³¹ de autonomia, com altitudes limitadas próximas dos 2 km. Estes valores permitem *per si* concluir que as valências de empenho destes meios, em missões no espaço estratégico nacional permanente, são muito restritivas pela sua baixa autonomia. Apesar destas restrições é reconhecida a sua capacidade para observação e vigilância, apenas em ações LOS.

Para avaliar a alternativa dos UAV face à tecnologia espacial, nomeadamente satélites, procurar-se-á analisar o seu emprego no âmbito das áreas de missão espacial consagradas no AJP-3.3(A) e apresentadas na tabela nº1. Contudo será apenas analisada a área multiplicadora de força, dado que as outras três serão exclusivas para tecnologia espacial. Para os UAV, no seio da área de missão em análise, não foram identificadas capacidades comparáveis aos satélites que façam face a avisos precoces de lançamento de mísseis e monitorização ambiental, reconhecendo a sua possibilidade pela instalação dos sensores adequados. As limitações de autonomia e área de monitorização poderão contudo ser constrangimentos para a sua operacionalização nestas ações.

Face ao exposto apresentam-se as comparações para as demais áreas.

(1) Comunicações

O emprego dos meios UAV, no âmbito de ações BLOS, poderá depender da tecnologia espacial para comunicações, face às distâncias entre o local de C2 e de operação. Os satélites poderão ser a resposta às necessárias larguras de banda ou *data links*. Presentemente o *Predator* necessita de 3.2 Mbps e o *Global Hawk* de 50 Mbps, para o

³⁰ Conforme informação recolhida na Academia da Força Aérea.

³¹ Há um UAV em desenvolvimento almejando os 400 km de raio de ação.

usufruto dos seus sensores e estima-se que em cinco anos precisem de 45 Mbps e 270 Mbps, respetivamente (Griethe, 2012). De acordo com a mesma fonte, os satélites serão o único meio para a largura de banda necessária, podendo estabelecer *links* de 5.6 Gbps e interligar pontos a uma distância superior a 5000 km.

Para além do aumento da largura de banda, estima-se um aumento de plataformas UAV, que presentemente representam mais de 50% das missões aéreas no Iraque e Afeganistão (Jackson, 2009, p. 3). O *Quadrennial Defense Review Report of February 2006* compreende uma estimativa para 2018 em que 55% da força de ataque de longo alcance será não tripulada, recorrendo a controlo remoto, fato que permite aludir a uma dependência de comunicações, nomeadamente SATCOM (Jackson, 2009, p. 4). As estimativas apontam inclusivamente a estrangulações de capacidades face às limitações de comunicações, conforme representado na figura seguinte.

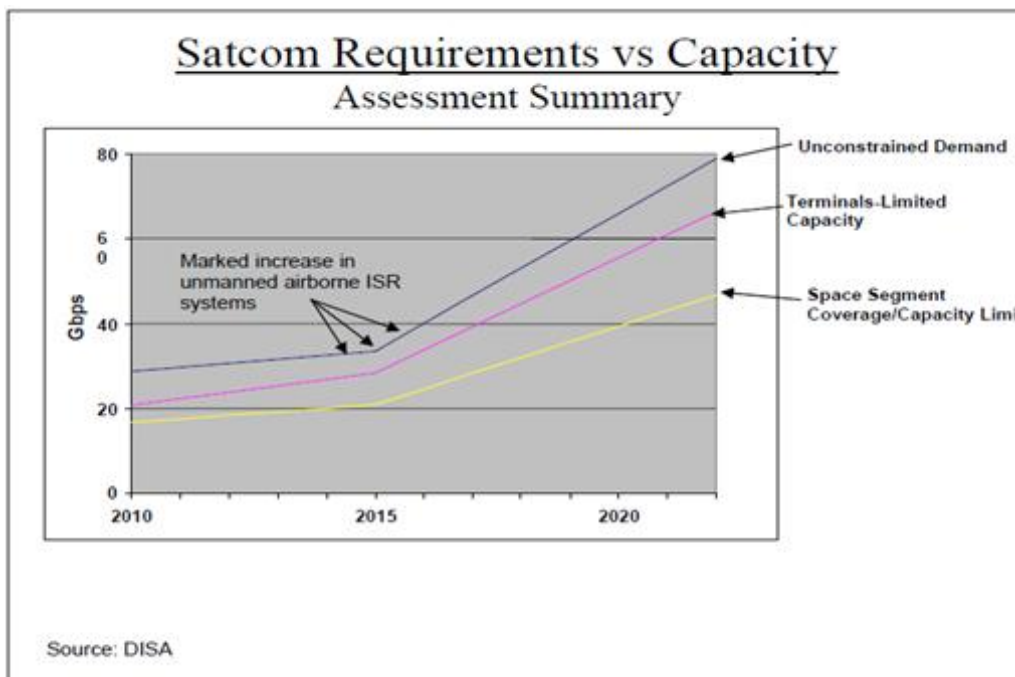


Figura nº9 – Requisitos SATCOM *versus* Capacidades

Fonte: (Jackson, 2009, p. 18)

As soluções UAV apresentam-se como soluções flexíveis de baixo risco político, afetados contudo por questões de soberania, que permitem vigiar e controlar áreas de interesse dos Estados (Jackson, 2009, p. 16). Estão contudo dependentes, em operações BLOS, de larguras de banda significativas apenas possíveis pelo emprego de SATCOM.

Para ilustrar a ligação entre plataformas, a figura seguinte mostra uma possível arquitetura da rede de comunicações. Nos conflitos atuais a estação de controlo terrestre (GCS) poderá estar a uma distância que inviabiliza a sua linha de comunicação.

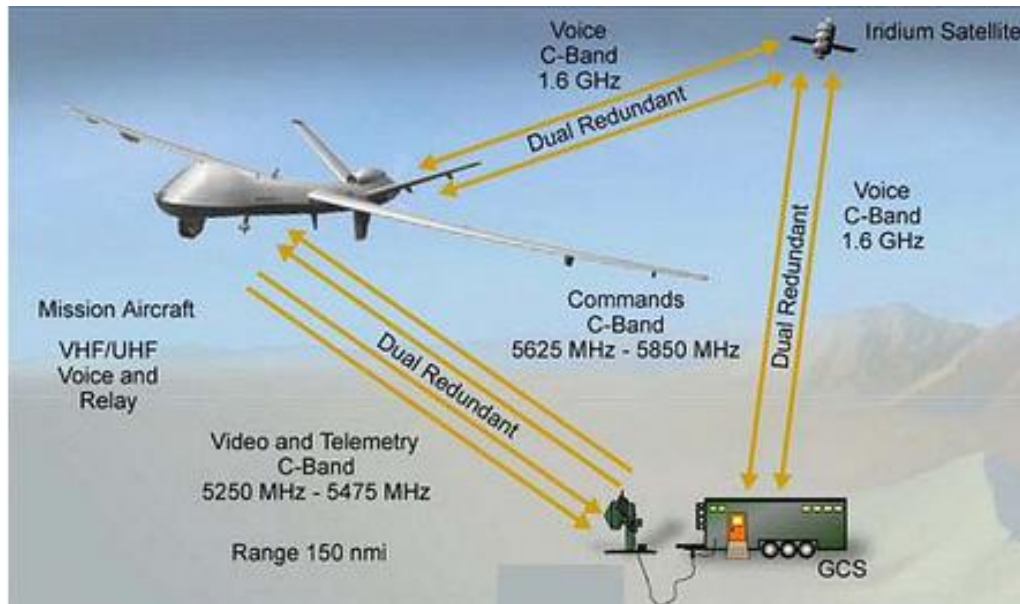


Figura nº10 – Possível arquitetura da rede de comunicações nos UAV.

Fonte: Adaptado de <http://www.dailywireless.org/2012/12/18/wireless-100-gbps-over-100-miles/>

O emprego de UAV como relés de comunicação ou estação retransmissora, será tecnicamente viável, contudo as vulnerabilidades ou riscos operacionais são maiores, quando comparáveis com o emprego das SATCOM (Warner, 2009). O emprego de UAV poderia contudo compreender uma pegada operacional superior pelo número mais elevado de meios³², para vencer as limitações de emissão/recepção de comunicações das aeronaves (Warner, 2009). Uma utilização persistente ou um uso temporário farão toda a diferença na escolha da solução.

Por outro lado, as SATCOM ao permitirem as comunicações *point to point*, encurtam o tempo de transmissão e por consequência, a disseminação de informação vital para a tomada de decisão (Warner, 2009).

No seio das capacidades dos UAV em missões BLOS, os custos com as SATCOM assumem a maior fatia da sua operacionalização. Estes custos poderão representar um fator determinante na operação e ser estimados em cerca de US\$40K por MHz, por ano. Anualmente poderá figurar em cerca de US\$500K, conforme o exemplo prestado para missões na ISAF, com o UAV *Predator* (Batalha, 2012, p. 28).

(2) ISR

Os UAV, pelas suas valências e pela ausência do vetor humano, poderão executar todas as missões *dull, dirty, dangerous* e *deep* (Batalha, 2012). Por outro lado, o fato de poder

³² O emprego de UAV como relés de comunicações, voando a 4.500 m permitirá cobrir apenas uma área de 240 km, fato que permite admitir que para cobrir uma área como o Iraque, serão necessários três UAV (Warner, 2009).



ser operado à distância e ser empregue nas funções da *kill chain*³³, como capacidade *unblinking eye*, fomenta a recolha de informação contribuindo para a *Dominant Battlespace Knowledge* (Vicente, 2011).

No conceito ISR, ambos os meios poderão ser utilizados em missões em áreas “*denied access*” (Batalha, 2010), contudo a comparação de emprego permite reconhecer que a tecnologia espacial é a opção mais furtiva e possui maior autonomia, embora constituindo sistemas com trajetórias previsíveis e cuja alteração afeta o seu tempo de vida. Para permitir a comparação de capacidades, os UAV necessitariam ser furtivos, para aceder a espaços negados e permitir a coleta de informação de forma incauta para garantir a sua própria sobrevivência. O emprego dos UAV poderá implicar a violação de espaços aéreos, fato que poderá compreender riscos operacionais. 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 fato de operarem mais perto do solo, poderão obter imagem de maior qualidade. Outro fator de comparação poderá ser a flexibilidade dos meios. A flexibilidade dos satélites é muito limitada, as suas órbitas são em grande parte fixas, com áreas de cobertura rígidas, para além de possuírem trajetórias reconhecidas. Por outro lado, os UAV são de emprego mais flexível, podendo ser projetados “*on-demand*”, para cobrir áreas específicas. Os satélites para compensar esta rigidez procuram ter áreas de cobertura maiores graças à sua altitude.

A Operação *Enduring Freedom* (OEF) ficou assinalada pela operacionalização dos UAV para missões ISR. Desde 2003 foram empregues milhares destes meios em milhares de missões, contudo nesse conflito terão sido empregues apenas cerca de 100 satélites para dar apoio às operações militares (Caldas, 2010, p. 248) (Vicente, 2011). Os UAV possuem valências que se sobrepõem à dos satélites, nomeadamente para *aquisition* e *targeting* 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, de comunicações e navegação.

O atual estado da tecnologia, permite aos UAV e satélites verem através das nuvens, observar alvos durante o dia e noite, e obter imagens de alta resolução (Keymer, 2012). Todavia e apesar dos UAV possuírem valências que se enquadram dentro desta área de

³³ *Find, fix, track, target, engage e assess* (Vicente, 2011).



missão, apresentam maiores ameaças no seu emprego, sobretudo pela sua autonomia limitada e a sua dependência em SATCOM, para materializar uma ligação em tempo real.

(3) Navegação, posição, velocidade e tempo

As aeronaves, para além do GPS poderão empregar para a navegação o *Inertial Navigation System* (INS), composto por acelerómetros e giroscópios para medir a aceleração e posição, contudo o erro de medida é superior neste segundo sistema. As mais recentes aeronaves aliam o INS ao GPS para reduzir os erros de leitura dos equipamentos (Warner, 2009).

Nesta área de missão não se vislumbra alternativa no seio dos UAV, para dar resposta às capacidades de navegação e sincronização proporcionadas pelos satélites. Será contudo dedutivo que tais capacidades serão possíveis no seio dos UAV, pelo emprego dos sensores adequados e de uma "constelação" de meios idênticos aos satélites. Esta dedução torna-se contudo complexa pela dependência de SATCOM para a coordenação de meios e pela limitação de autonomia dos atuais UAV, fatos que permitem admitir que o emprego deste tipo de meios para navegação e sincronização carece de evolução tecnológica.

O fato anterior é relevante para fazer face às necessidades de navegação e sincronização dos meios e emprego de armamento guiado por GPS. Não se vislumbrando alternativa à tecnologia espacial para esta área, será impossível sem esta o desenvolvimento das operações militares sob a perspetiva atual no seio da GCR e NNEC.

b. Síntese conclusiva

Foram identificados os UAV como possíveis alternativas aos satélites. Ambas as tecnologias são potenciadoras de capacidade operacional nomeadamente ações ISR. Foram contudo reconhecidas, para a operação BLOS dos UAV, dependências na própria tecnologia espacial para o seu usufruto.

Para além da dependência em SATCOM, a análise realizada aos UAV permitiu verificar que o seu emprego, para a edificação de capacidades similares à tecnologia espacial, apresentavam vulnerabilidades superiores, nomeadamente ao nível da autonomia, comunicações e conforme atestado também de navegação e sincronização. Releva-se, também que o emprego dos UAV não será alternativa à tecnologia espacial quando as questões de soberania ou de superioridade aérea forem limitativas.

A evolução havida no número de UAV ao longo dos últimos anos mostra a sua operacionalização no seio de operações militares e o valor operacional acrescido, não só para funções de observação como de ataque, superando o risco do vetor humano, garantindo a



persistência de ação e o emprego de força letal. Contudo a sua operação remota mostra a dependência das SATCOM, navegação e sincronização.

As dependências registadas realçam a questão da dissimetria proporcionada pela tecnologia espacial, como instrumento nos atuais conflitos mas também na capacidade de vigilância dos espaços de interesse nacionais e das alianças, como a OTAN. Esta dependência é reconhecida pelos resultados proporcionados nos atuais conflitos e nos investimentos realizados ao nível dos programas espaciais. Nesta última matéria é reconhecida a preocupação no seio da CE, ESA e EDA em procurar a paridade na tecnologia espacial, conforme espelham a já referida lista de ações patente no anexo D.

No que respeita à componente C2, como princípio da guerra, a sua sustentação ao longo das operações militares, é essencial para o sucesso das mesmas (Grant, 2005). As comunicações são um fator crítico para a salvaguarda do C2 e neste campo pelas suas características e capacidades, os satélites assumem preponderância. A sua *presença all weather and all time*, é fundamental para garantir as comunicações, fundamentais para a componente C2 (Grant, 2005).

No seio dos benefícios operacionais, mais relevantes, pelo emprego da tecnologia espacial em operações militares, a recordar a integração de sistemas, eficácia e eficiência de recursos incluindo de armamento, consciência situacional e superioridade informacional, será proeminente salientar que os UAV não serão uma alternativa. Não foram identificadas capacidades de navegação e sincronização e as valências conducentes à integração de sistemas obrigarão ao emprego de mais meios, incrementando a pegada operacional, sempre com limitações de autonomia e comunicações.

Apesar das limitações anteriores a investigação realizada permitiu identificar que no seio da área de missão ISR os UAV poderão ser alternativas à tecnologia espacial. Face ao exposto, considera-se validada a hipótese **H4**, dado que será possível identificar alternativas ao emprego da tecnologia espacial nas operações militares. Foram contudo reconhecidas áreas onde não se vislumbram alternativas à tecnologia espacial - nas comunicações, navegação e sincronização - havendo inclusivamente no seio das missões ISR em BLOS uma dependência para a navegação e nas SATCOM.

Em resposta à **QD3**, os fatos anteriormente assinalados, que refletem a dependência e as limitações de alternativas da tecnologia espacial, refletem o cuidado a ter na preparação e condução de operações militares. Reconhece-se a dependência nas capacidades disponibilizadas pela tecnologia espacial nas operações militares e a falta de preparação para fazer face à sua



ausência, falha ou indisponibilidade, tal é o estado com que esta está integrada como aptidão habilitante no seio das campanhas da atualidade (Meacci, Journal Edition 15 - 2012).

Uma vez testadas todas as hipóteses patentes na base conceitual, em anexo B, que permitiram responder às questões derivadas do procedimento metodológico, considera-se estarem reunidas as condições para responder à QC orientadora desta investigação e que se recorda: **"De que forma as operações militares são dependentes da tecnologia espacial?"**

O desenvolvimento tecnológico e as inovações conduziram à atual Era da Informação, demarcada pelas estruturas ligadas em rede, sobre a qual assentam os atuais conceitos de GCR e NNEC. Tais conceitos estão associados à capacidade de troca de informação, interação de meios e decisões coordenadas e suportadas pela consciência situacional e superioridade de informação. Acresce a esta Era, a vontade pela eficácia e eficiência de emprego dos recursos, ao qual se incrementa a precisão do armamento, conducentes à redução de danos colaterais e sobre o qual assenta as EBAO. A tecnologia espacial, nomeadamente pelos satélites, desempenha um papel fundamental para toda esta dinâmica operacional, consciência e partilha situacional no domínio físico. Para fazer face às atuais necessidades de SATCOM, navegação e sincronização, capacidades disponibilizadas pela tecnologia espacial e que participam para as diferentes fases que compõem as operações militares, não se vislumbraram alternativas edificadas. A estas áreas estão associados benefícios operacionais indissociáveis das evoluções que têm sido alvo, quer pelo aumento da largura de banda SATCOM, quer pela maior integração de armamento guiado por GPS, conforme apresentado no primeiro capítulo, numa clara evidência à inclusão da tecnologia espacial como aptidão habilitante no seio das operações militares.



Conclusão

"Space-Based Capabilities Transcend All Combat Systems - Result is Exponential Increase in Combat Power"

Lieutenant General Richard Formica, USA
Commanding General U.S. Army Space and Missile Defense Command

As plataformas tecnológicas têm transformado as FFAA e estão na base da revolução no emprego de forças, fomentando a emersão de novos conceitos operacionais, materializados no seio da Era da Informação. Esta Era é marcada pela imensa e complexa miscelânea de informação, que com o devido tratamento poderá resultar na superioridade informacional, base na qual assenta o conceito de EBAO e, quando operando em rede, nos conceitos de GCR e NNEC.

A superioridade de informação, quando transformada em conhecimento é sinónimo de poder e superioridade de decisão. A capacidade de recolher informações do teatro de operações contribui para a tomada de consciência situacional e apoia a decisão. Esta capacidade 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.

Os atuais conflitos mostram que a tecnologia espacial poder-se-á afigurar como único meio para a integração dos sensores e para a integração de informação, fomentando a sinergia de recursos e meios em prol das operações militares.

Tendo em consideração o aumento da influência dos satélites nos atuais conflitos, nomeadamente no que respeita à largura de banda, navegação e sincronização, para apoio nos teatros de operações, é pertinente avaliar a relação entre a tecnologia espacial e as operações militares, procurando identificar possíveis dependências. A pertinência será relevante quando perspectivada sob o paradigma da dependência, conducente a paralisias, mas também pelo fato da tecnologia espacial, para além de ser um elemento multiplicador de força, estar associada à RAM e ao modo de empreender os recursos.

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 ou dissipação do "nevoeiro" sobre o teatro de operações. Estes são valores que vislumbram uma importância brilhante nesta inovação tecnológica, que conduz a desafios na arte e ciência da guerra e por isso merece ser analisada na perspectiva do contributo e do risco para as operações militares.



A presente investigação, desenvolvida com base no método de investigação em Ciências Sociais, proposto por Raymond Quivy e Luc Van Campenhoudt, teve como questão de partida, que se tornou questão central, a seguinte: "**De que forma as operações militares estão dependentes da tecnologia espacial?**"

De modo a permitir responder à questão central, foram elaboradas três questões derivadas, orientadoras para a investigação:

QD1: Existirá uma estratégia militar associada à estratégia espacial?

QD2: Que benefícios operacionais, pelo emprego das tecnologias espaciais, serão espetáveis para as operações militares?

QD3: Em que medida a preparação e condução de operações militares é condicionada pela tecnologia espacial?

Na sequência da construção do modelo de análise foi organizado um corpo de conceitos, suas variáveis e indicadores, tendo sido formuladas quatro hipóteses a validar. As hipóteses a testar no âmbito desta investigação foram as seguintes:

Hipótese 1 (H1) - As operações militares empregam tecnologia espacial.

Hipótese 2 (H2) - Existe tecnologia espacial exclusiva para fins militares.

Hipótese 3 (H3) - Há benefícios operacionais que decorrem da aplicação da tecnologia espacial nas operações militares.

Hipótese 4 (H4) - Existem alternativas ao emprego da tecnologia espacial nas operações militares.

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 auferiu presentemente nas operações militares, a importância que os atores internacionais atribuem à mesma e os benefícios operacionais espetáveis, pelo seu emprego, para o desenrolar das operações militares. Por fim, procurou-se avaliar a existência de alternativas para disseminar a possível dependência das atuais operações militares na tecnologia espacial.

A pesquisa incidiu particularmente nos EUA por este ser o ator dominante em número de satélites e pelo seu papel nos recentes conflitos. Outros atores internacionais foram avaliados nomeadamente a Europa, sobretudo pela ação da ESA e também na perspectiva da OTAN, sob o ponto de vista de avaliação da relevância deste tema para o empenhamento em operações militares e a vigilância dos espaços de interesse nacional.

No seio dos atores capacitados com tecnologia espacial, destaca-se os EUA numa posição dissimétrica face aos demais, inclusivamente com os aliados e parceiros na OTAN. A



Europa, no seio da CE, apresenta uma posição desconcertada e mobilizada por interesses nacionais e não coletivos, havendo contudo a realçar os programas no seio da ESA, que tem em desenvolvimento uma capacidade própria de navegação e de monitorização, tecnologia que poderá contribuir para diminuir a dissimetria nestas vertentes entre a Europa e os EUA.

Os atuais conflitos mostram as áreas de emprego da tecnologia espacial em operações militares e foi reconhecida uma dependência para o sucesso, comprovando o real paradigma da capacidade de operação da tecnologia espacial na vertente militar. Produto também da tecnologia espacial releva-se o conceito integrador de sistemas, de onde se destacaria os conceitos de GCR e de NNEC, bem como as EBAO, em que a massificação de força é substituída pela procura na massificação de efeitos, numa clara assertividade à eficiência e eficácia de recursos. Estes conceitos, baseiam-se na capacidade de obter superioridade informacional e utilizar a mesma em prol da força, atenuando a incerteza na tomada de decisão, assente no domínio da informação.

A tecnologia espacial, resultado da inovação e do desenvolvimento tecnológico, poderá ser um catalisador para a multiplicação de forças, não só pelas sinergias proporcionadas nos teatros de operações, mas também poderá ser perspetivada como fonte de poder, pois a sua influência alastra-se para além das operações militares, incluindo os setores económicos e políticos do Estado.

No seio do emprego e das valências da tecnologia espacial, salienta-se as questões de autonomia, face a terceiros para proteger os seus bens, para transmitir, receber e tratar dados, incluindo informações militares que poderão ser estratégias para o Estado. Como se constatou ao longo da investigação realizada, a tecnologia espacial é relevante para o poder de um Estado e afeta áreas sensíveis do ponto de vista estratégico, não só no seio das operações militares mas também, por exemplo, na vigilância de espaços de interesse nacional. Pelas características de perspetiva e persistência, a tecnologia espacial, assume na vertente da observação, importância demarcada na capacidade de vigilância de espaços de interesse estratégico.

No primeiro capítulo foi validada a existência de valências da tecnologia espacial aplicável nas atuais operações militares, abrangendo todas as fases que as compõem, nomeadamente planeamento, preparação, execução e avaliação. Procurou-se avaliar o contributo da tecnologia espacial nas operações militares sob a doutrina orientadora no seio da OTAN, o AJP-3.3(A). Avaliaram-se as áreas de missão espacial, das quais foi relevada a área multiplicadora de forças, merecendo maior destaque pelo leque mais vasto de contribuição nas operações militares. No seio dessa área foram destacados os contributos de



comunicações, ISR, aviso precoce de lançamento de misséis, monitorização ambiental e navegação, posição, velocidade e tempo (sincronização).

Ainda no primeiro capítulo, validou-se que na diversidade de finalidades de emprego da tecnologia espacial, existem segmentos exclusivos para fins militares e foram identificados os atores dominantes nesta inovação. Salienta-se contudo a dualidade de aplicação desta tecnologia, podendo ser complexa a distinção de finalidades de aplicação no setor civil, militar ou ambos.

Do primeiro capítulo releva-se ainda o enquadramento dos EUA face ao resto do mundo nesta matéria, demonstrado em números de satélites a sua capacidade assimétrica. A conjugação desta dissimetria de meios, com as suas capacidades e lastros de dependências, eleva a pertinência de avaliação do tema e do impacto que esta posição poderá ter na efetivação das operações militares atuais. Por fim, salientou-se o fosso tecnológico da Europa face aos EUA, resultado da inexistência de políticas concertadas, no sentido de obtenção da paridade tecnológica com o seu parceiro da OTAN, da qual a segurança europeia é dependente.

No segundo capítulo sintetizou-se sob uma matriz *swot*, as potencialidades e vulnerabilidades do emprego da tecnologia espacial em operações militares. Das características dos satélites salienta-se a persistência, pela sua presença constante em órbita, a perspetiva, pela sua posição elevada, e penetração, pela sua ação de sobrevoo sem violação do espaço aéreo, que a juntar ao fato de operarem fora do teatro de operações, sem estarem sujeitos à inerente atrição, permitirá aumentar as potencialidades de emprego em operações militares.

Dentro das potencialidades da tecnologia espacial, no desenrolar das operações militares, a eficiência e eficácia do armamento, suportado pelo apoio na navegação, tem permitido alcançar os objetivos militares de forma precisa. Esta potencialidade, suportada sobretudo pelo GPS, sob controlo dos EUA e operado através do Departamento de Defesa, podendo ser manipulado assume-se como um instrumento dissimétrico. O seu uso é dependente de um ator e a busca pela independência nesta tecnologia, que assume importância estratégica, assume realce para diversos Estados, como provam os investimentos realizados no seio da CE, ESA e EDA, com vista a materializar o sistema *Galileu*. O programa *Galileu* poderá ser perspetivado como uma das preocupações com vista a buscar a paridade no seio da tecnologia espacial, conforme espelham também a referida lista de ações patente no anexo D, no sentido de anular a dissimetria com a potência dominante.



Outra potencialidade proporcionada pela tecnologia espacial no seio das operações militares é a interação de meios, elevando a dinâmica operacional e partilha situacional no domínio físico, permitindo aumentar o poder de combate das forças. Contudo, no atual contexto de complexidade e da dominação material pela necessária interoperabilidade de meios, permite acrescentar uma nova incerteza no domínio da guerra à concepção de Clausewitz, agravado pela introdução das tecnologias, o que acrescenta a dominação material como uma quarta dimensão.

Contudo, do segundo capítulo extraiu-se os benefícios operacionais resultantes do emprego da tecnologia espacial em operações militares. A integração de sistemas e a eficácia e eficiência do emprego de armamento, serão o produto operacional que potenciam o emprego da tecnologia espacial diretamente na vertente da coação militar. De forma indireta, pela necessidade de tratamento fora do âmbito da tecnologia espacial, as informações recolhidas e transmitidas, participam para a superioridade informacional, que a par da consciência situacional estará na base dos conceitos de GCR, NNEC e EBAO.

A tecnologia espacial tem sido um instrumento de apoio a ações de caráter expedicionário e tem participado para a agilidade e domínio informacional nos mais recentes conflitos. O conhecimento ou consciência situacional tem participado na massificação de efeitos por troca da anterior visão de massificação de forças, em prol de um planeamento centrado em efeitos, onde a superioridade informacional e tecnológica são determinantes para a eficiência e eficácia de emprego de recursos.

No terceiro capítulo procurou-se identificar alternativas ao emprego da tecnologia espacial, focando as quatro fases que compõem as operações militares. Foi ponderado o emprego de UAV por imperativos legados pela altura de operação, para as comunicações e pela eliminação das limitações do vetor humano. Este meio mostrou-se também potenciador de capacidade operacional, nomeadamente na área de missão ISR.

A inevitável comparação entre satélites e UAV permitiu identificar limitações, que para além dos níveis de autonomia, assentam sobretudo na dependência na tecnologia espacial para o usufruto das capacidades dos próprios UAV. Esta dependência verifica-se aos nível das comunicações, em operação BLOS, no necessário *data link*, vital para operar e para o contato em tempo real, mas também, no apoio de navegação e sincronização para o movimento e interação com os demais sistemas.

Apraz as estimativas futuristas que as plataformas UAV tenderão a aumentar, fato que associado às dependências assinaladas permitirá relevar a importância da tecnologia espacial



nas operações militares, que no âmbito da presente investigação abrangem operações de guerra e não guerra.

As capacidades disponibilizadas por ambas as tecnologias mostram-se de valor acrescido quer ao nível das operações militares, quer para a ação concreta de vigilância dos espaços de interesse. Contudo as dependências registadas mostram-se como um valor dissimétrico dos atores dominantes face aos demais, comprovada que foi a valência multiplicadora de forças.

Concretamente, dissimetria deverá ser perspetivada como a desigualdade de capacidade, do ponto de vista de uma superioridade face ao opositor e será portanto uma assimetria pela supremacia, com "acréscimo de diferencial de poder como objetivo" (Tomé, 2005, p. 4). 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 face aos demais.

A tecnologia espacial possibilita uma elevada capacidade de comunicações e interação de meios que assentes numa estrutura de C2, elevam a dinâmica operacional e partilha situacional. Estes fatores contribuem para preparação e subsequente execução das operações militares e que face ao exposto anteriormente, permitirá aumentar o poder de combate das forças pela sinergia dos recursos.

No campo da navegação o emprego de armamentos de precisão tem aumentado nos últimos conflitos. As alternativas nesta vertente, particularmente o laser, está mais condicionado e dependente das condições meteorológicas e deste modo a navegação via satélite apresenta-se com maior potencial.

Da análise realizada foi possível aferir que os produtos operacionais mais relevantes, resultantes do emprego da tecnologia espacial em operações militares, potenciam as forças apoiadas, podendo ser considerada como um elemento crítico para o sucesso das campanhas. Sinais marcantes desta afirmação são os números que mostram o empenhamento da tecnologia espacial nos mais recentes conflitos. Por outro lado as valências da tecnologia espacial nas áreas de SATCOM, navegação e sincronização mostram-se vitais e sem alternativa no seio das atuais operações militares. A evolução havida ao nível da largura de banda, disponibilizada para as SATCOM, mostra também *per si* a sua importância e o acompanhamento paralelo da evolução das plataformas UAV.

Face ao exposto e em resposta à **QC** da investigação, não sendo passível de contornar as valências da tecnologia espacial nas áreas anteriormente identificadas, por recurso a qualquer outra capacidade, poder-se-á afirmar que as atuais operações militares estão dependentes



desta tecnologia, sinónimo das sociedades sofisticadas, como a nossa, que para funcionarem e sobreviverem com o grau de complexidade inerente à tecnologia vigente, faz emergir vulnerabilidades como esta que assenta numa servidão. A tecnologia espacial, desempenha um papel fundamental para a atual dinâmica operacional, consciência e partilha situacional, conducente à consciência situacional e superioridade de informação. Imbuídos nestes valores assentam os conceitos de GCR e NNEC e EBAO, para os quais as valências de SATCOM, navegação e sincronização, capacidades disponibilizadas pela tecnologia espacial, são fundamentais. Para estas valências não se vislumbraram alternativas edificadas à tecnologia espacial e por conseguinte serão nestas que as operações militares estão dependentes dessa tecnologia.

A análise realizada permitiu verificar que o emprego de UAV para a edificação de capacidades similares à tecnologia espacial, apenas seria concretizável para ISR. Contudo apresentavam vulnerabilidades superiores, nomeadamente ao nível da autonomia e dependências nas SATCOM, navegação e sincronização. As plataformas UAV, nas ações BLOS carecem deste tipo de apoios para o cumprimento das missões, registando-se o seu empenho nos atuais conflitos e as estimativas de crescimento no futuro, sobretudo por representarem soluções de menor risco político e superarem os riscos do vetor humano.

Para Portugal, a entrevista realizada na DCSI/EMGFA, disseminada no anexo C e englobada na síntese dos programas espaciais europeus, permitiu verificar que no nível tático não há um emprego significativo da tecnologia espacial, restringindo-se apenas para a valência de SATCOM, não existindo inclusive requisitos estabelecidos para o uso dessa capacidade. As necessidades são salvaguardadas com recurso a contratos de prestação de serviços, recorrendo à OTAN ou a parceiros comerciais. Não sendo autónomo nas tecnologias espaciais Portugal possui meios, tais como os submarinos e as aeronaves C-295M e P-3C/CUP+, que poderão ser potenciados de capacidade pelo seu emprego. Também do ponto de vista estratégico de segurança e defesa, seria útil a existência de uma autonomia nesta vertente, para fazer face à vigilância dos espaços de interesse nacionais.

Contributos para o conhecimento

As conclusões alcançadas permitiram uma melhor avaliação quanto à importância da tecnologia espacial no seio das operações militares, identificando as suas valências e as dependências nomeadamente no seio das operações militares e para a vigilância ou monitorização de espaços de interesse estratégico.



Este fato, resultado da evolução da ciência e arte de fazer a guerra, inseridos nos conceitos de GCR, NNEC e EBAO, 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. Este fato é relevante e deverá ser tido em consideração nas estratégias de planeamento militar dos países da OTAN, nomeadamente no que respeita à estratégia genética de edificação de capacidades.

O contributo foco da investigação está relacionado com a dissimetria que os EUA apresentam face aos demais atores, no que respeita à inovação tecnológica, em particular na tecnologia espacial. Este valor acrescido possibilita entre outras plataformas atuais, o emprego de meios furtivos, de menor risco humano e político, nomeadamente UAV. Estas capacidades potenciam a força pelas valências que proporcionam, em todas as fases das operações militares, contudo estabelecem servidões ou dependências que se transformam em vulnerabilidades e que carecem ser reconhecidas e protegidas.

Considerações

Sugere-se que o presente trabalho de investigação seja facultado ao Centro de Investigação de Segurança e Defesa, de forma a contribuir para eventuais estudos a serem desenvolvidos na área específica da edificação de capacidades associadas ao emprego da tecnologia espacial, nomeadamente no seio do batalhão ISTAR do Exército Português.

Adicionalmente considera-se que a temática relativa à edificação de uma capacidade satélite não se esgota neste trabalho devendo, pelo contrário, ser aprofundada nomeadamente no que diz respeito às necessidades e visões particulares dos ramos das FFAA. Neste sentido, sugere-se a submissão de temas de TII referentes a esta temática, no âmbito do Curso de Promoção a Oficial Superior e Curso de Estado-Maior Conjunto e que sirvam como base para investigação, nomeadamente para abordar a temática da interoperabilidade de meios no seio da OTAN, a fragilização da ação conjunta e combinada pela dissimetria de recursos e as considerações de planeamento face às dependências identificadas.

Por fim e considerando a evolução crescente no empenho de satélites comerciais para fins militares, seria interessante avaliar o quadro de atores neste setor de atividade e procurar a relação destes com o escalonamento de poder dos países.



Bibliografia

AGI, 2013. *Iridium 33 - Cosmos 2251 Collision*. [Online] Disponível em: <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*, s.l.: 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*. s.l.:s.n.

army-technology.com, 2012. *Sicral 1 Military Satellite, Italy*. [Online] Disponível em: <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*, s.l.: 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*.

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

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

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

Caldas, J. C., 2010. Space Support in Terrestrial Military Operations. Implications for Emerging Thinking on the Future Airpower. *Nação e Defesa*, pp. 239-258.

Carvalho, J. S., 2009. *Segurança Nacional, serviços de informações e as Forças Armadas*, Lisboa: Faculdade de Letras de 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. *Contexto Internacional*, pp. 48-83.

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

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

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: 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*. Disponível em: <http://astropt.org/blog/2010/12/15/i-congresso-de-seguranca-e-defesa/> [Consult. 8 2 2013].

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)*, s.l.: Deloitte Touche Tohmatsu Limited.

Dias, C., 2006. *O espaço na guerra futura*. [Online] Disponível em: <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. 103-117.

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

DoD, 2009. *Joint Publication 3-14 - Space Operations*. s.l.:s.n.



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.

ESA, C. E. E. e., 2012. *Critical Space Technologies for European Strategic Non-Dependence. Lista of urgent actions for 2012/2013*. [Online]

Disponível em: <http://www.euresearch.ch/fileadmin/documents/PdfDocuments/eNewsletter/>

[European_Non-Dependence_Draft_List_2012-2013_v16_clean.pdf](#) [Consult. 8 Novembro 2012].

ESDA, 2003. *European defence-related space activities and the development of launcher autonomy*. Disponível em: 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: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+REPORT+A7-2011-0431+0+DOC+XML+V0//PT>

[Consult. 30 Dezembro 2012].

Eutelsat, 2013. *EUTELSAT*. [Online]

Disponível em: <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: www.au.af.mil/au/awc/awcgate/transformation/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: 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.

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

Höstbeck, L., 2012. *Swedish Military Space Polycy*. [Online] Disponível em: http://www.aaafasso.fr/dossiersaaaf/ACTES_COLLOQ.LIBRES/ActColloq.07/Mil.Space07.NonCompress/16.pdf [Consult. 30 12 2012].

Italiana, A. -. A. S., 2012. *Agenzia Spaziale Italiana*. [Online] Disponível em: <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 Systemns in NATO. *JAPCC*.

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



- Keymer, E., 2012. Spies in the sky. *Jane's Defence Weekly*, Volume 49, pp. 26-32.
- Klinkrad, 2006. *Space debris: Models and risk analysis*. s.l.:s.n.
- Kommersan, 2005. *Russia Looks to Germany for Military Ties*. [Online] Disponível em: 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: http://space.skyrocket.de/doc_sdat/sicral-2.htm [Consult. 5 janeiro 2013].
- McIntosh, C., 2012. *Satellite Communications: The next 10 years...* [Online] Disponível em: <http://www.defenceiq.com/defence-technology/articles/satellite-communications-now-and-later/> [Consult. 04 janeiro 2013].
- MDN, 2003. *Conceito Estratégico Militar*. s.l.:s.n.
- MDN, 2011. *Diretiva Ministerial Orientadora do Ciclo de Planeamento de Defesa Militar*, s.l.: Ministério da Defesa nacional.
- Miguel, N., 2009. Sistema de sistemas: O triunfo da tecnologia?. *Nação e Defesa*, Volume N.º122 - 4ªSérie, pp. 203-217.
- Monjardino, M., 2009. A Europa e a Nova idade Especial. *Semanário Expresso 14 março 2009*.
- NASA, 2009. *The Threat of Orbital Debris and Protecting NASA Space Assets from Satellite Collisions*, s.l.: s.n.
- 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: <http://www.swpc.noaa.gov/NOAAscales/> [Consult. 17 março 2013].
- NSA, N. S. A., 2010. *NATO Glossary of Terms And Definitions*. s.l.:s.n.



OECD, 2012. *The Space Economy ata a Glance 2011*. [Online] Disponível em: www.oecd.org/future/space [Consult. 12 2012].

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

OTAN, 2009. *AJP-3.3(A)*. s.l.:OTAN.

Paikowsky, D., 2008. *Space Technology, Patterns of warfare and Force Build-up: Between a Power and a Small State*. [Online] Disponível em: <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*, s.l.: 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*, Volume XXVII, pp. 94-109.

Picq, A. d., 2005. *Battle Studies*. s.l.:Gutenberg.

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

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

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

Ribeiro, 2003. Guerra centrada em rede: um conceito operacional emergente no século XXI. *PROELIUM - Revista da Academia Militar*, pp. 35-66.

Ribeiro, C., 2008. As operações militares na era da informação e da comunicação. *PROELIUM - Revista da Academia Militar*, pp. 09-39.

Ribeiro, C., 2008. Os novos sistemas C4I para o Exército Português. *PROELIUM - Revista da Academia Militar*, pp. 19-45.



SACT, 2006. *Allied Command Transformation, NATO Network-Enabled Capability (NNEC) - Vision & Concept*, Norfolk: SACT.

Santos, C., 2012. *Emprego do Poder Militar na Atualidade e Cultura Organizacional das Instituições Militares - Reflexões*, s.l.: Simpósio de Excelencia em Gestão e Tecnologia.

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*.

Short, N., 2005. *Military Intelligence Satellites*. [Online] Disponível em: www.fas.org/irp/imint/docs/rst/Intro/Part2_26e.html [Consult. 27 dezembro 2012].

SIED, n.d. *Sistema de Informações Estratégicas de Defesa*. [Online] Disponível em: www.sied.pt [Consult. 9 janeiro 2013].

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

Technology, T. P. O. o. S. a., 2006. *MILITARY USES OF SPACE. Postnote N°273*. [Online] Disponível em: www.parliament.uk%2Fbriefing-papers%2FPOST-PN-239.pdf&ei=1WvcULPqPIPLhAfpuYG4BA&usg=AFQjCNH1fa-7Bpgx9_dqmly wTqdh5 MIktw&sig2=zJ6OjJFLdnffd2 [Consult. Outubro 2012].

The Parliamentary Office of Science and Technology, 2006. *Military Uses Of Space. Postnote N°273*. [Online] Disponível em: www.parliament.uk%2Fbriefing-papers%2FPOST-PN-239.pdf&ei=1WvcULPqPIPLhAfpuYG4BA&usg=Adh5Iktw&sig2=zJ6OjJFd2yNvm=bvd.d2 k [Consult. 10 Outubro 2012].

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

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

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



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

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

Vicente, J., 2007. Operações Baseadas em Efeitos: o Paradigma da Guerra do sec. XXI. *Nação e Defesa*, pp. 231-256.

Vicente, J., 2007. *Operações em Rede contributos para o seu estudo*. [Online] Disponível em: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apjp/2007/2tri07/vicente.html> [Consult. 10 dec 2012].

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

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

Vogt, C., 2002. *Guerra e Ciencia - Satélites são poderosas ferramentas de estratégia militar*. [Online] Disponível em: www.comciencia.br/reportagens/guerra/guerra04.htm [Consult. 18 12 2012].

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

Entrevista

Entrevista realizada na Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação³⁴ do Estado Maior General das Forças Armadas (DCSI/EMGFA).

³⁴ Divisão de Comunicações e Sistemas de Informação (DCSI) do Estado Maior General das Forças Armadas, tem por missão prestar apoio de estado-maior nas áreas de planeamento, direção e controlo dos sistemas de informação e tecnologias de informação e comunicação inerentes ao comando e controlo nas Forças Armadas.



Anexo A - Corpo de conceitos

Tabela nº10 – 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 intentas, 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.
Capacidade	<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 ou efeitos que é necessário atingir, englobando componentes da doutrina, organização, treino, material, liderança, pessoal, infraestruturas, interoperabilidade, entre outras." (MDN, 2011, p. 4).
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.
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">• Entender-se-á como a 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">• Ou <i>Network Centric Warfare</i> (NCW) 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: “standoff” (sem violação do espaço aéreo), “overflight” (sobrevoo da área em questão sem franca ameaça) e “denied access” (semelhante ao overflight, 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).
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).
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).
Vantagem	<ul style="list-style-type: none">• Situação ou posição que corresponde a um benefício (operacional) em relação a algo (adaptado de: Priberam, 2013).



Anexo B - Base concetual

Tabela nº11 – Base concetual

Questão central (QC)	Questões Derivadas	Hipóteses	Conceitos	Variável	Indicador
De que forma as operações militares são dependentes da tecnologia espacial?	QD1 - Existirá uma estratégia militar associada à estratégia espacial?	H1 - As operações militares empregam tecnologia espacial.	Capacidade espacial	Tecnologia	Tipo de tecnologia
		H2 - Existe tecnologia espacial exclusiva para fins militares	Tecnologia espacial	Satélites	Nº Satélites
				Emprego	% Militar
	QD2 - Que benefícios operacionais, pelo emprego das tecnologias espaciais, serão espetáveis para as operações militares?	H3 - Há benefícios operacionais que decorrem da aplicação da tecnologia espacial nas operações militares.	Vantagem	Potencialidades	Tipos de potencialidades
			Desvantagem	Vulnerabilidades	Tipos de vulnerabilidades
	QD3 - Em que medida a preparação e conduta de operações militares é condicionada pela tecnologia espacial ?	H4 - Existem alternativas ao emprego da tecnologia espacial nas operações militares	Alternativa	Tecnologia	Tipo de tecnologia



Anexo C - Síntese aos programas espaciais (França, Alemanha, Itália, Espanha, Reino Unido, Bélgica, Grécia, OTAN e Portugal).

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, bem como de Portugal.

(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 *Electronic Intelligence* (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 *Italy's 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*.

(2) Alemanha

A Alemanha possui tecnologia espacial que lhe concede capacidades SATCOM militares e vigilância (UCS, 2012).

Destacar-se-ia as parcerias desenvolvidas entre este ator e a Rússia no desenvolvimento de tecnologia espacial, nomeadamente para o lançamento dos cinco satélites *SAR-Lupe*, para ações de vigilância (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).

(3) Itália

Para além das capacidades com finalidade de SATCOM militares, patentes na constelação de dois satélites do programa *Italy's 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) (army-technology.com, 2012). Possui também, em parceria com outros atores, capacidades para reconhecimento/observação.

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

(4) Espanha

Espanha possui tecnologia espacial que lhe concede capacidades SATCOM. 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.

(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. No passado dia 20 de dezembro 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 é esperado 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 parceria com a França, Itália e Espanha, no âmbito do programa *Helios*, que permitirá obter capacidades para reconhecimento/observação.



(7) OTAN

No seio da OTAN e conforme já referido em cada um dos atores gestores, existe partilha de programas no contexto da *smart defense*, nomeadamente o *UK's Skynet*, *France's Syracuse* e *Italy's Sicral*, para permitir aos seus membros dispor da capacidade satélite, contornando a necessidade de investimentos vultuosos na sustentação do segmento espacial. Este acordo é referenciado como *OTAN SATCOM POST 2000*, que estabelece as bases com que a capacidade satélite é disponibilizada para as operações que decorram no âmbito da aliança (Anwar, 2012).

(8) Portugal³⁵

Portugal presentemente não possui qualquer satélite operacional³⁶. A sua política espacial está centrada na ação da ESA. De acordo com entrevista realizada na DCSI/EMGFA, as necessidades nacionais ao nível da tecnologia espacial são apenas para o estabelecimento de SATCOM, na vertente operacional e de bem-estar ou lazer³⁷. Estas necessidades são salvaguardadas com recurso à OTAN ou a contratos de prestação de serviços com parceiros comerciais. De acordo com informações recolhidas, os custos de acesso a satélites comerciais³⁸ será economicamente vantajoso para períodos mais longos, quando comparado com o acesso a satélites militares, que sendo mais oneroso³⁹, apenas é empregue para curtas utilizações ou para apoiar missões em locais remotos ou com cobertura de satélite comercial baixa ou inexistente, fatos que justificam *per si* o usual emprego de satélites comerciais.

Não sendo autónomo, Portugal para usar as capacidades dos satélites militares, tem um acordo de governo com o Reino Unido para uma ligação de 256kBps, capacidade anual mínimo fixada na constelação *UK's Skynet*, com um custo aproximado anual de 100 mil €. Ainda inserida nas SATCOM há a salientar as ligações ponto a ponto, empregues pela FND nos seus destacamentos, na banda *ku*⁴⁰, suportadas pela EUTELSAT⁴¹, para uma largura de banda de 512 kBps, que em 2011 atingiu os custos de 250 mil €. Para missões de curto prazo

³⁵ As informações patentes resultam de entrevista realizada na DCSI/EMGFA.

³⁶ Em setembro de 1993, Portugal lançou o PoSAT-1, sendo o primeiro e único satélite português no espaço, que já se encontra inoperacional desde 2006.

³⁷ Nas SATCOM de bem estar ou lazer entender-se-ão as ligações para usos pessoais (telefone ou internet), nomeadamente aplicadas para os militares inseridos nas Forças Nacionais Destacadas (FND).

³⁸ O valor despendido por Portugal, em 2011, para as missões no Afeganistão em que se adquiriu o serviço de SATCOM a 128Kbps durante 90 dias por aproximadamente 150.000€.

³⁹ De acordo com a fonte poderá representar 4 vezes mais.

⁴⁰ O Apêndice A possui a informação mais relevante quanto a frequências e bandas empregues nas SATCOM.

⁴¹ Empresa Francesa que possui 29 satélites geoestacionários, capazes de alcançar dois terços da população mundial. Esta entidade é o principal operador de satélites Europeu e o terceiro maior mundial (Eutelsat, 2013).



e como *backup* para a maioria das outras missões, as SATCOM são suportadas sobretudo pela INMARSAT⁴².

De acordo com informação prestada na entrevista realizada, as FFAA nacionais não usam as SATCOM para comunicações táticas e móveis de uma forma sistemática, não tendo redes constituídas que operem sobre essa capacidade. Os meios navais apoiam-se num *link* satélite quer para *rear-link* quer como meio operacional, recorrendo sobretudo ao uso do satélite militar⁴³. Nos submarinos as comunicações assumem uma importância vital para garantir a valência de meio furtivo, pois a comunicação alternativa à ligação satélite, que sendo muito direcionada é de difícil deteção, será a comunicação por onda longa que é facilmente detetável. Por seu turno os meios aéreos apenas recorreram a essa capacidade como meio expedito para comunicar, embora algumas aeronaves estejam equipadas com terminais satélite, tal como C-295M e P-3C/CUP+. No caso concreto do F-16 MLU, este possui navegação satélite, com acesso à rede de GPS, no entanto, não possui qualquer tipo de sistema de comunicações satélite.

A dependência do uso da tecnologia espacial face a atores exteriores e a referência aos custos envolvidos, será importante para sensibilizar nesta temática sobretudo pelas restrições orçamentais atuais. No que respeita aos Arquipélagos da Madeira e dos Açores, estes possuem uma cobertura residual de satélites comerciais, que para o seu uso será necessário empregar antenas de maior dimensão ou de maior potência de emissão que as FFAA não possuem. Contudo, a cobertura por satélites militares é boa mas, como foi anteriormente identificado, é mais onerosa, o que retrai a sua utilização.

No que respeita às FND, a opção para as comunicações assenta primariamente em procurar suporte em redes fixas ou de internet locais, sendo a opção de ligação por satélite efetuada apenas como último recurso⁴⁴.

Face ao exposto anteriormente e reforçando o fato de Portugal nesta matéria ser dependente de atores externos, identifica-se como dificuldade o emprego das valências da tecnologia espacial na vigilância e no apoio a operações militares nos espaços de interesse nacional.

⁴² Consórcio internacional que possui 11 satélites geoestacionários operacionais. A área de intervenção é sobretudo nas áreas marítimas. O uso mais frequente é para dar cobertura às unidades navais.

⁴³ Em mar a disponibilidade de satélites comerciais é residual.

⁴⁴ Alguns dos casos identificados durante a entrevista na DCSI/EMGFA:

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



Inserida na estrutura de usufruto da tecnologia espacial no seio das FFAA portuguesas, nomeadamente para a banda X, onde para além dos 13 terminais existentes, há a salientar a estação terrestre nacional sita na Fonte da Telha que presentemente faz parte das infraestruturas no inventário OTAN, mas que será cedida à *host nation* resultado da atual reorganização da estrutura da organização. Desta estação terrestre os sinais satélite são transmitidos pelos *links* terrestres para os Ramos.

Conforme referido, no nível tático móvel há um uso ainda incipiente de SATCOM, e não existem requisitos estabelecidos para o uso tático dessa capacidade. Contudo será de salientar o emprego de telefones satélite de banda estreita apenas para voz, ou voz e dados.

Salienta-se ainda, que com a chegada dos dois novos submarinos, os custos das SATCOM estão a aumentar de forma significativa devido à baixa eficiência dos terminais embarcados, que exige maior potência de emissão com custos acrescidos por este fato. Reforça-se a importância das SATCOM nos submarinos para a manutenção da sua furtividade.

No âmbito da estratégia genética e operacional do Sistema de Forças Nacional e do Dispositivo de Forças, conforme espelha o Conceito Estratégico Militar (CEM) que data de 2003, é possível enquadrar a necessidade de emprego da tecnologia espacial nomeadamente das valências de SATCOM e navegação, com os níveis de ambição definidos para as FFAA. De seguida efetuar-se-á uma breve abordagem a esta relação, identificando dentro dos níveis de ambição dos Ramos os que necessitam das valências da tecnologia espacial anteriormente referidas.

Marinha

Dos níveis de ambição identificados para a Marinha poder-se-ão destacar os seguintes:

- "Constituir uma força tarefa capaz de projetar e manter uma unidade anfíbia de escalão batalhão em qualquer local do Espaço Estratégico de Interesse Nacional, para todo o espectro de missões" (MDN, 2003).

- "Assegurar o controlo e a vigilância dos espaços marítimos sob responsabilidade nacional e o cumprimento das missões de interesse público, decorrentes de acordos internacionais e do Sistema de Autoridade Marítima" (MDN, 2003).

Ambas as ambições carecem de terminais satélite, para comunicações e navegação.

Exército

Dos níveis de ambição identificados para o Exército poder-se-á destacar a seguinte:

- "Capacidade para, quando necessário, comandar e controlar o empenhamento integrado de todos os meios militares da componente terrestre no teatro de operações



nacional" (MDN, 2003). Salientar-se-ia esta ação pelas componentes de comando, controlo (comunicações e tecnologias de informação) e meios de informações, vigilância e reconhecimento (ISR) a empenhar para o seu cumprimento.

Ainda no seio do Exército, decorrente das Diretivas N°90/CEME/2007, N°02/CEME/09 e Diretiva N°29/CEME/10 e dos objetivos do Plano de Médio e Longo Prazo do Exército (PMLP) enumerados para o período 2007-2011, salienta-se a concretização da criação do elemento de guerra de informação, como estrutura de comando e controlo, com meios de resposta de carácter operacional e a constituição do Batalhão ISTAR.

Força Aérea

Dos níveis de ambição identificados para a Força Aérea poder-se-á destacar a seguinte:

- "Patrulhar o Espaço Estratégico de Interesse Nacional Permanente" (MDN, 2003). Salienta-se a possibilidade da utilização da aeronave P-3C/CUP+, equipadas com terminais satélite, para envio de dados.

Dos níveis de ambição identificados anteriormente poder-se-á destacar que as ambições apresentadas refletem necessidades para as quais o recurso à tecnologia, nomeadamente a espacial, será vital para o cumprimento da missão, salientando as comunicações (SATCOM) e navegação, bem como ISR, denotando uma dependência operacional.



Anexo D - Compilação de ações urgentes, para o período de 2012-2013, listada pela Comissão Europeia, ESA e EDA

Tabela nº12 – Compilação de ações urgentes, para o período de 2012-2013, listada pela Comissão Europeia, ESA e EDA Fonte: (ESA, 2012).

Identificação da Ação	Detalhe da Ação	Domínio de aplicação
Ação Nº1	Qualificação no espaço de atuadores não explosivos de baixo choque	Missões de Telecomunicações, Ciência, Navegação e Exploração
Ação Nº2	Avançados sistemas de controlo térmico	Missões de elevada potência e calor, em especial envolvendo equipamentos de telecomunicações de duplo uso
Ação Nº3	Fluxo propulsor e componentes de distribuição para propulsão química	Todas as missões com ênfase para as de Telecomunicações e Ciência
Ação Nº4	Materiais avançados e tecnologia de material para câmaras de combustão	Para todas as missões
Ação Nº5	Alternativa à hidrazina na Europa	Para todas as missões
Ação Nº6	<i>Fibre Optical Gyro</i> (FOG) baseado em Unidade de Medida Inercial	Missões de Telecomunicações, Ciência, Exploração e potencialmente de Navegação
Ação Nº7	Amplificação de potência: materiais (TWT)	Aplicação genérica
Ação Nº8	Nave ferramenta de análise de carga	Para todas as missões
Ação Nº9	Relação custo-benefício de alta qualidade Ge-substratos para multi - Células solares de junção	Para todas as missões
Ação Nº10	Core DSP para computadores	Missões de Telecomunicações e Ciência



Ação Nº11	ASICS para processamento de sinal misto	Missões de Telecomunicações, Ciência Observação
Ação Nº12	Alta Capacidade <i>Field Programmable Gate Array</i> (FPGA)	Para todas as missões
Ação Nº13	Componentes passivos	Para todas as missões
Ação Nº14	Componentes ativos discretos	Para todas as missões
Ação Nº15	Componentes Fotônicos	Para todas as missões
Ação Nº16	Componentes espaciais qualificados e de nitreto de gálio	Para todas as missões
Ação Nº17	Assemblagem de placas de circuitos impressos de alta densidade (até 1000 pinos e além)	Para todas as missões

Nota: De acordo com informação obtida junto da ESA, a execução das ações está a decorrer dentro do planeamento, estando prevista a conclusão das ações até final de 2013.



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:

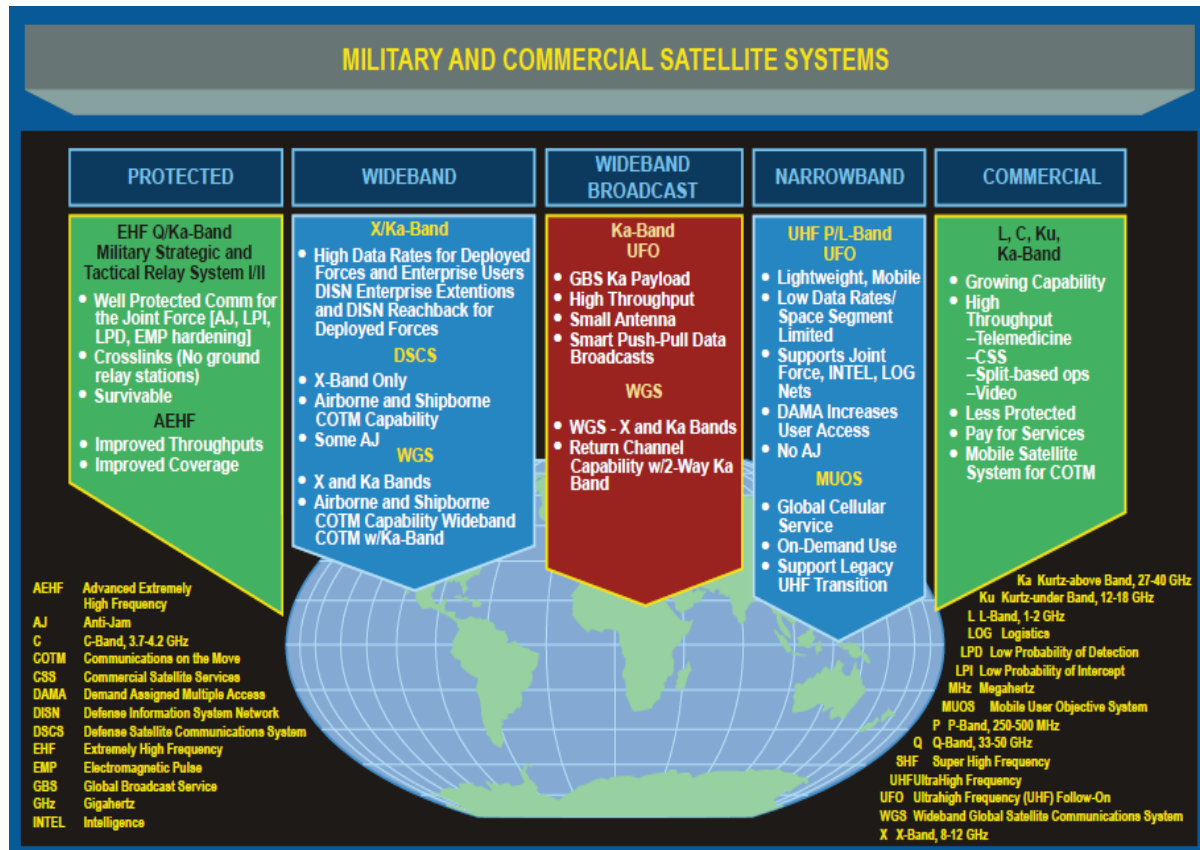


Figura nº11 – Sistemas satélite por cada banda de comunicações

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