

INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES
CURSO DE PROMOÇÃO A OFICIAL SUPERIOR

2010/2011



TII

O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A FREQUÊNCIA DO CURSO NO IESM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOUTRINA OFICIAL DA FORÇA AÉREA PORTUGUESA.

VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS COMO AGENTES FUNDAMENTAIS NO TEATRO DE OPERAÇÕES DO FUTURO – REQUISITOS E IMPLICAÇÕES.

CARLOS ALBERTO LOPES RAMOS BATALHA
MAJOR ENGAER



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS COMO AGENTES
FUNDAMENTAIS NO TEATRO DE OPERAÇÕES DO
FUTURO – REQUISITOS E IMPLICAÇÕES**

MAJ/ENGAER Carlos Alberto Lopes Ramos Batalha

Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA

Pedrouços 2011



INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES MILITARES

**VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS COMO AGENTES
FUNDAMENTAIS NO TEATRO DE OPERAÇÕES DO
FUTURO – REQUISITOS E IMPLICAÇÕES**

MAJ/ENGAER Carlos Alberto Lopes Ramos Batalha

Trabalho de Investigação Individual do CPOS/FA

Orientador: TCOR/NAV António Eugénio

Pedrouços 2011



Agradecimentos

Os meus agradecimentos são especialmente endereçados às duas pessoas mais importantes na minha vida as quais, durante este período exigente, sempre me apoiaram e deram força para continuar, mesmo que inconscientemente. Obrigado Laura e Sara.

Aos meus pais, Carlos e Carolina, por todo o apoio que me deram durante a minha vida, proporcionando-me ser quem sou hoje.

Ao Major Paulo Santos e ao Tenente João Caetano.

Especial agradecimento ao meu orientador Tenente-Coronel António Eugénio, pela disponibilidade e orientações fornecidas para este trabalho de investigação.



Índice

Introdução	1
1. O instrumento militar e a tecnologia UAS.....	4
a. As tendências da conflitualidade	4
b. Práticas no emprego de UAS	6
c. Ética e aspectos legais.....	7
2. A tecnologia UAS.....	8
a. Constrangimentos.....	8
(1) Constrangimentos operacionais.....	8
(2) Fiabilidade - factores humano e material	10
(3) Adversário	11
b. Projecto.....	12
c. O factor humano na aeronave	13
d. Factores económicos	13
(1) Custos de desenvolvimento	14
(2) Custos de aquisição.....	14
(3) Custos de operação e sustentação	15
3. A contribuição dos UAS para o Poder Aéreo	16
e. As missões do Poder Aéreo e o contributo dos UAS	16
(1) ISTAR.....	17
(2) SEAD	17
(3) Combate Ar-Ar	18
f. Implicações estratégicas para as Potências Regionais e Pequenas Potências.....	19
g. UAS – a “Bala de prata” do Poder Aéreo?	20
Conclusões	23
Bibliografia	28
Anexo A – Modelo de Análise.....	A-1
Anexo B – Corpo de Conceitos.....	B-1
Anexo C – Actividade Operacional e Atrição de UAS (USAF, Aircraft Statistics, 2009).....	C-1
Anexo D – Orçamento da USAF e DoD para aquisição UAV.....	D-1
Anexo E – Categorias de UAV na NATO.....	E-1



Resumo

Os *Unmanned Aircraft Systems* (UAS) configuram-se actualmente como um dos Sistemas de Armas com maior expansão, em termos de aquisição, nos arsenais das principais potências militares.

Apesar do seu alargado emprego nos teatros de operação actuais, é de todo pertinente a avaliação das reais capacidades operacionais e vulnerabilidades destes sistemas no âmbito das missões do Poder Aéreo, comparativamente aos sistemas que actualmente as cumprem. Assim, o presente trabalho de investigação, seguindo o método de investigação científico, assenta na análise da capacidade dos UAS em substituir as aeronaves tripuladas nas missões atribuídas ao Poder Aéreo, tendo por base o modelo de análise definido.

Para enquadrar o âmbito de emprego dos UAS é efectuada uma prospectiva das tendências futuras da conflitualidade e uma aferição do actual emprego destes sistemas e eventuais impactos legais e éticos.

Os UAS, embora incrementadores do espectro de actuação do Poder Aéreo, no sentido em que possibilitam a projecção de poder, sem no entanto projectar a vulnerabilidade humana possuem, eles próprios, vulnerabilidades ao nível da sua dependência em *links* de comando e controlo e dados, que limitam o seu pleno emprego nas missões atribuídas ao Poder Aéreo.

É expectável que, no futuro, se verifique o emprego conjunto de aeronaves tripuladas e não tripuladas, cada uma colmatando as limitações da outra e, no seu conjunto, incrementando as capacidades e espectro de actuação do Poder Aéreo.

Assim, e baseado no trabalho de campo efectuado, puderam ser validadas as hipóteses formuladas, respondendo à questão central que orientou este trabalho de investigação.



Abstract

The Unmanned Aircraft Systems (UAS) is now configured as one of the Weapon Systems with more expansion, in terms of acquisition, in the arsenals of the major military powers.

Despite its wide use in today's area of operations, is at all relevant to assessing the actual operational capabilities and vulnerabilities of these systems within the missions of Airpower, compared to systems that currently accomplish them. Thus, this research work, following the method of scientific research, is based on examining the ability of UAS to replace manned aircraft in the missions assigned to air power, based on the analysis model set.

To frame the scope of employment of UAS, is made a prospective on future trends of conflict and an assessment of the current employment of these systems and possible legal and ethical impacts.

The UAS, although enhancers of the spectrum of performance of Airpower, in the sense that enable the projection of power, without projecting human vulnerability have, themselves, vulnerabilities in terms of its reliance on command, control and data links, that limit their full employment in the missions assigned to Airpower.

It is expected that, in future, there is the combined use of manned and unmanned aircraft, each one tackling the limitations of the other and, taken together, increasing the capacities and spectrum of activity of Airpower.

Accordingly, and based on fieldwork carried out, the hypotheses could be validated, answering the main question that guided this research work.



Palavras-chave

Capacidades Operacionais, Espectro de Actuação, Veículo Aéreo Não Tripulado, UAS, UCAS, UAV, Missão, Sensores, Sistema de Armas, Sistemas, Substituição, Constrangimentos.



Lista de Abreviaturas

AAA	Artilharia Antiaérea
ATO	<i>Air Tasking Order</i>
ATC	<i>Automatic Target Cueing</i>
AWACS	<i>Airborne Warning and Control System</i>
BDA	<i>Battle Damage Assessment</i>
CONOPS	<i>Concept of Operations</i>
CSAR	<i>Combat Search and Rescue</i>
C2	Comando e Controlo
DARPA	<i>Defense Advanced Research Projects Agency</i>
DoD	<i>Department of Defense</i>
EDA	<i>European Defense Agency</i>
EUA	Estados Unidos da América
FA	Força Aérea
FFAA	Forças Armadas
FH	<i>Flight Hours</i>
GPS	<i>Global Position System</i>
HV	Horas de Voo
IA	Interdição Aérea
IADS	<i>Integrated Air Defense System</i>
IMINT	<i>Image Intelligence</i>
ISR	<i>Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i>
ISTAR	<i>Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance</i>
JDAM	<i>Joint Direct Attack Munition</i>
JSTARS	<i>Joint Surveillance Target Attack Radar System</i>
LA	Luta Aérea
LRF/D	<i>Laser Range-Finder/Designator</i>
PNT	Posição Navegação e Tempo
PME	Pequenas e Médias Empresas
RF	Rádio Frequência
RPA	<i>Remotely Piloted Aircraft</i>
SA	Sistema de Armas
SAR	<i>Syntetic Apperture Radar</i>



SEAD	<i>Supression of Enemy Air Defense</i>
TST	<i>Time Sensitive Target</i>
UA	<i>Unmanned Aircraft</i>
UAS	<i>Unmanned Aircraft System</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
UCAS	<i>Unmanned Combat Aircraft System</i>
UE	União Europeia
USAF	<i>United States Air Force</i>



Introdução

“Uma máquina pode fazer o trabalho de 50 homens comuns. Nenhuma máquina pode fazer o trabalho de um homem extraordinário”.

Elbet Hubbard (1911)

Volvido um século sobre a elocução de Hubbard, o mundo assiste a uma "invasão" dos teatros de operações por parte de aeronaves capazes de operar autonomamente, sem piloto e, algumas delas, mortíferas como qualquer outra aeronave tripulada. Estes extraordinários sistemas parecem estar a provar, cada vez mais vinculadamente, que os humanos são prescindíveis nos céus dos modernos teatros de operações, dominados agora por estas aeronaves extraídas de um qualquer filme de James Cameron. Mas será assim a realidade? Conseguirão efectivamente estas máquinas extraordinárias substituir homens extraordinários?

No sentido de responder a tal dúvida, o objectivo central deste trabalho consistirá na identificação do real alcance e potencialidade da introdução de Veículos Aéreos Não Tripulados na execução de missões do Poder Aéreo (PA), anteriormente alocadas a aeronaves tripuladas. Os objectivos específicos da investigação centrar-se-ão na identificação das razões que levam as principais Forças Aéreas (FA's) da NATO a operar estes sistemas, que potencialidades e limitações apresentam, perspectivar o espectro de actuação e, por fim, aferir das implicações da introdução desta tecnologia nas FA de potências regionais e pequenas potências.

Para concretizar os objectivos delineados, delimitou-se a investigação às plataformas de nível estratégico e operacional, respectivamente *High Altitude Long Endurance* (HALE) e *Medium Altitude Long Endurance* (MALE) cujas características podem ser observadas no Anexo E.

O trabalho foi desenvolvido com base no método de investigação em Ciências Sociais proposto por Raymond Quivy e Luc Van Campenhoudt, em que a questão central que norteia esta pesquisa é:

“Tendo em consideração a tendência dos conflitos futuros e a evolução tecnológica, poderão os Veículos Aéreos Não Tripulados substituir as aeronaves tripuladas nas missões atribuídas ao Poder Aéreo?”

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



- Tendo em consideração o ambiente operacional do futuro, como se prospectiva a evolução do emprego de Veículos Aéreos Não Tripulados?

- Quais as vulnerabilidades que limitam a plena exploração das capacidades operacionais dos Veículos Aéreos Não Tripulados?

- Que factores condicionarão o emprego exclusivo de Veículos Aéreos Não Tripulados, nas missões do Poder Aéreo?

O modelo de análise¹ assenta nos conceitos de capacidade operacional, constrangimento e substituição efectiva. O conceito capacidade operacional engloba o conjunto de aptidões, sistemas e equipamentos necessários para o eficaz cumprimento da missão possuindo, conforme o autor definiu, três dimensões: intrínseca, quando referente às aptidões, características e sistemas da plataforma, extrínseca, quando referente às aptidões e características do *payload* do UAS e global, dimensão esta observável a um nível superior, consistindo na soma das capacidades operacionais como um todo. Por constrangimento entende-se qualquer factor que retire liberdade de acção ou limite o sistema de atingir a totalidade dos seus objectivos, tendo sido identificadas três dimensões deste conceito: material, quando o equipamento ou a forma como é operado limita o sistema, humano, quando a causalidade da limitação seja relacionada com os operadores do sistema e formal, quando as limitações tenham cariz nos procedimentos ou legislação. Finalmente a substituição efectiva abrange a capacidade de um sistema em cumprir as funções de um outro, no mínimo, com a mesma pertinência, eficácia e eficiência. No âmbito desta investigação limitou-se a substituição às dimensões económica, relacionada com o custo da capacidade do sistema e operacional, relacionada com a soma das capacidades operacionais.

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

Hipótese 1 (H1) – Os Veículos Aéreos Não Tripulados tenderão a substituir progressivamente as aeronaves tripuladas nos teatros de operações do futuro.

Hipótese 2 (H2) – A falta de autonomia limita o pleno emprego operacional dos Veículos Aéreos Não Tripulados.

Hipótese 3 (H3) – O actual nível tecnológico limitará o emprego exclusivo dos Veículos Aéreos Não Tripulados nas actividades essenciais do Poder Aéreo.

A organização deste trabalho pressupõe 3 capítulos, conforme se descrevem de seguida.

¹ O modelo de análise e corpo de conceitos podem ser vistos com maior detalhe nos anexos A e B.



O primeiro capítulo efectua um enquadramento das tendências da conflitualidade e do emprego actual dos Veículos Aéreos Não Tripulados.

O segundo capítulo elenca as principais características, potencialidades e vulnerabilidades da tecnologia associadas ao Veículos Aéreos Não Tripulados.

O terceiro capítulo abordará o emprego de Veículos Aéreos Não Tripulados em três missões do Poder Aéreo, as quais foram seleccionadas por serem particularmente exigentes, em aspectos distintos, para o elemento humano: *Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance (ISTAR)*, *Supression of Enemy Air Defense (SEAD)* e Combate Ar-Ar. Neste capítulo serão igualmente abordadas as implicações estratégicas para potências regionais e pequenas potências, bem como será dada resposta à questão central.

Por fim será efectuada uma conclusão do trabalho de investigação onde serão efectuadas as recomendações consideradas pertinentes.

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

De forma a harmonizar a terminologia deste trabalho com aquela da NATO, passar-se-ão a efectuar duas discriminações relativamente aos sistemas aéreos não tripulados, sendo que as mesmas passarão, no seu âmbito, a substituir a sigla UAV. O *Unmanned Aircraft* (UA) denominará a aeronave propriamente dita e o *Unmanned Aircraft System* (UAS) denominará todo o sistema, nomeadamente o veículo, a carga, os operadores humanos, a estação de controlo, os *links* de comunicações e o equipamento de apoio.



1. O instrumento militar e a tecnologia UAS

Em 2000 a USAF investiu 57 milhões de dólares na aquisição de oito UAS. Para 2011 o seu orçamento prevê a aquisição de 52 UAS, num total de 1,820 milhões de dólares, ou seja um incremento de 650% em quantitativos e de 3193% em termos de custos, no espaço de uma década. No final do programa de aquisição a USAF prevê possuir 762 UAS², com um custo total de 18,814 milhões de dólares (USAF, 2011), o que levou mesmo o General John P. Abizaid³ a classificar este apetite das Forças Armadas (FFAA) dos Estados Unidos da América (EUA) por UAS como “insaciável” (Alkire, et al, 2010: 2).

a. As tendências da conflitualidade

Embora o número de conflitos tenha decrescido desde o fim da Guerra Fria, o número de Países neles envolvidos tem aumentado significativamente, sobretudo devido à participação em guerras multilaterais, bem como o número de operações de manutenção de paz, sendo actualmente o dobro daquele nos tempos da Guerra Fria. Contudo, tal redução de conflitos não se reflecte, em termos perceptivos, na opinião pública a qual, fruto da globalização das tecnologias de informação, possui maior susceptibilidade aos mesmos, moldando concepções e juízos (DCDC, 2010: 72).

O teatro de operações do futuro tenderá a ser assimétrico, em ambiente urbano e junto ao litoral, propício para grupos extremistas, criminosos ou insurgentes desenvolverem as suas actividades. Nestes conflitos, os danos colaterais, potenciados pela sua cobertura mediática, farão emergir nas sociedades Ocidentais questões éticas relacionadas com a legitimidade das operações, proporcionalidade no uso da força e o valor da vida humana (DCDC, 2010: 72).

Neste contexto, os maiores desafios dos Estados Ocidentais não se colocarão ao nível tecnológico ou operacional, mas sim ao nível legal e sobretudo político. A tecnologia associada ao armamento, nomeadamente em termos de precisão e identificação de alvos, poderá não ser suficiente para permitir a sua utilização, face à densidade urbanística e difícil discriminação das ameaças, maximizada pela utilização de formas não convencionais de combate, por parte dos adversários, como sejam a utilização de escudos humanos⁴ (Waxman, 2000: ix).

² Referente aos modelos *Predator*, *Global Hawk* e *Reaper* – Anexo D

³ *Commander of U.S. Central Command.*

⁴ Calcula-se que 32% das baixas causadas pelos ataques dos UAS *Predator*, no Paquistão, sejam de não combatentes (Bergen & Tiedmann, 2010).



Os conflitos armados regem-se, juridicamente, pelas noções de *jus ad bellum* e *jus in bello*⁵ e encontram-se devidamente balizados através de legislação internacional. É expectável que, cada vez mais, os Estados se vejam sobre o escrutínio judicial de tribunais internacionais, relativamente às suas acções em conflitos, assim como a lei internacional poderá, de futuro, impor limites à utilização de determinado tipo de equipamento⁶, com inerente impacto nas operações militares⁷ (UK Ministry of Defense, 2001). A crescente dificuldade em discriminar combatentes de não combatentes, obrigará a uma melhor identificação dos alvos, sob pena de exploração dos danos colaterais, pelos adversários e desagregação das Alianças e ou do apoio internacional (DCDC, 2010: 90).

No entanto, embora limitadores, tais constrangimentos legais de *per si* dificilmente inibirão por completo as operações militares. Na realidade, o factor mais limitativo da consecução das operações militares consiste no nível mínimo de apoio de que as mesmas carecem, por parte da comunidade internacional e da opinião pública dos Estados intervenientes, para poderem ser levadas a cabo de forma efectiva, apoio este que pode ser minado caso a legitimidade no conflito seja colocada em causa (Waxman, 2000: xi).

A própria percepção, por parte da opinião pública, do sucesso das operações militares é fundamental para a sua consecução, uma vez que o apoio às mesmas tende a diminuir, na medida em que forem identificados insucessos militares e ou políticos. Os danos colaterais, mas sobretudo as baixas, somente serão aceites pela opinião pública na medida em que sejam considerados proporcionais aos interesses nacionais e objectivos em jogo na campanha militar (UK Ministry of Defense, 2001).

Neste contexto é de particular relevo a importância da protecção da força, nomeadamente quando a operar atrás das linhas inimigas. Tal necessidade, além de limitar por vezes as operações, obriga os Estados Ocidentais a possuírem meios e forças capazes de efectuar a recuperação das tripulações em ambientes hostis⁸.

⁵ O Direito da Guerra é dividido em dois ramos, o *jus ad bellum* e o *jus in bello*. O primeiro refere-se às normas que regulam o direito de recorrer ao uso da força no Direito Internacional. O segundo refere-se às normas que regulam o exercício do uso da força, isto é, quais as armas e métodos de combate permitidos (Waisberg, 2009).

⁶ O Direito Internacional Humanitário proíbe o uso de armas que, pela sua natureza, não discriminem entre civis e combatentes ou causem sofrimentos desnecessários ou ferimentos supérfluos (ex. minas anti-pessoal).

⁷ O AJP-3.4 (p. 1-5) reconhece o impacto deste género de legislação nas NA5CRO e a necessidade do processo de planeamento ter estes constrangimentos em consideração.

⁸ *Combat Search and Rescue* (CSAR).



b. Práticas no emprego de UAS

O primeiro voo não tripulado realizou-se há mais de 2000 anos, na China, quando um homem foi capaz de descolar o primeiro *Remotely Piloted Aircraft* (RPA)... um papagaio comandado a partir de terra através de um cabo (*data link*). O primeiro voo propulsionado mais pesado que o ar, realizou-se a 6 de Maio de 1896⁹, sete anos antes do voo dos irmãos Wright, sendo esta aeronave, na realidade, um UA (Clark, 2000: 6). A preservação dos tripulantes foi sempre uma preocupação ao longo da história aeronáutica, podendo inclusive tornar-se fonte de preocupação política, ao ponto de limitar completamente as missões operacionais, conforme atesta o excerto do relatório do Dr. Harold Brown¹⁰, datado de 1961, após o abate de uma aeronave U-2 sobre a Rússia:

*“A suspensão dos sobrevoos (sobre a Rússia) e operações periféricas das aeronaves U-2 é de natureza política (...) propõe-se o seguinte critério para utilização na selecção de futuros veículos a utilizar para sobrevoos: Não Tripulado. Para aceitação política, diplomática e da opinião pública (...)”*¹¹

O impacto deste incidente na opinião pública foi tal que obrigou os EUA a desenvolverem aeronaves não tripuladas de reconhecimento¹², de forma a evitar tal exposição mediática e diplomática. Nesta contextualidade, a capacidade dos UAS em operar em ambientes perigosos, sem colocar em risco a vida dos tripulantes, adjuvada pelas suas características de ubiquidade¹³, tornou-os fundamentais para comandantes e políticos, diminuindo o risco das missões e aumentando a aceitação e confiança políticas, relativamente ao seu sucesso. Estes argumentos contribuíram de forma decisiva para a sua quase banalização nas operações militares, nomeadamente em missões consideradas demasiado *dull*¹⁴, *dangerous*¹⁵ e *dirty*¹⁶ (D3) para o envolvimento de humanos (JAPCC, 2010: 2).

O facto de os UAS não possuírem tripulante permite, por um lado, o emprego dos meios aéreos em situações em que o risco de perda humana ou os seus limites fisiológicos tornariam a missão impossível de concretizar e, por outro, possibilita ao comandante uma

⁹ “Aerodrome N° 5”, construído por Samuel Langley.

¹⁰ *Director of Defense Research and Engineering*.

¹¹ Citado in SOSA (1998, p. 53).

¹² Ex. AQM-34 *Firebee* e o D-21 da Lockheed.

¹³ Combinação de alcance e persistência, a qual permite contrariar ameaças em espaços geográficos e temporais mais alargados.

¹⁴ Missões onde a tolerância humana pode ser factor limitativo (ex. operações com durações superiores a 24 horas).

¹⁵ Missões com elevado grau de perigosidade operacional para os tripulantes (ex. SEAD).

¹⁶ Missões executadas em ambientes contaminados.



maior flexibilidade operacional, na medida em que, face aos benefícios da missão, poderá facilmente empenhar meios que saberá à partida que poderão não retornar à base.

Tipicamente o *payload* dos UAS insere-se dentro de quatro categorias principais: sensores, relés, armamento e carga, ou numa combinação destes (DoD, 2005: 56). Embora o seu *payload* possa ser bastante diverso, actualmente a missão primária da maioria dos UAS consiste em *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance* (ISR) fornecendo capacidade de *Battle Damage Assessment* (BDA) e monitorização e identificação de alvos e ISTAR que adiciona, às capacidades anteriores, a designação de alvos. Exemplificativo da capacidade de ISTAR destes sistemas, o facto de, na Operação *Iraqi Freedom* e num período inferior a dois meses, um *Global Hawk* ter proporcionado informação relativa a 55% dos *Time Sensitive Targets* (TST) do sistema de defesa aéreo destruídos (Defense Science Board, 2004: iii)

Contudo, o insucesso da tentativa de eliminação de Bin Laden através do ataque com *Tomahawks* aos campos de treinos da *Al-Qaeda*¹⁷, em Agosto de 1998, veio demonstrar a necessidade de diminuir o intervalo temporal entre a identificação dos alvos e a largada do armamento (Gormley, 2003: 416-417) ou seja, garantir a capacidade de *sensor* e *shooter* na mesma plataforma. Dada a flexibilidade dos UAS e a sua construção modular, os EUA rapidamente modificaram alguns *Predator* e iniciaram o seu emprego em missões de reconhecimento armado.

Logo atrás dos EUA, Israel é um dos maiores fabricantes e utilizadores mundiais de UAS, quer em termos de sofisticação dos seus sistemas, quer em termos de conceito de operações, tendo sido precursor na utilização destes sistemas em missões SEAD¹⁸. Consequência deste facto Israel planeia que, em 2030, metade da sua frota de aeronaves de ataque seja baseada em UAS (Ben-David, 2010). A tecnologia UAS não consiste, contudo, numa capacidade exclusiva das grandes potências militares, sendo igualmente operado por pequenas potências e mesmo actores não estatais¹⁹.

c. Ética e aspectos legais

Embora muitos aspectos relacionados com a sequência e procedimento de aquisição de alvos possa vir a ser, do ponto de vista tecnológico, completamente automatizada, os EUA antecipam que durante “um período significativo” de tempo a decisão final de

¹⁷ Operação *Infinite Reach*.

¹⁸ Em 1973, na Guerra de Yom Kippur, Israel utilizou UAS como iludir os sistemas de defesa aérea Sírios e Egípcios (Glade, 2000: 12).

¹⁹ O Hezbollah utiliza UAS iranianos para sobrevoar território de Israel (Defense Industry Daily, 2005).



empregar armas, a partir de um UAS, não possa ser totalmente automática carecendo sempre de decisão humana, pelo menos enquanto todos os aspectos legais relacionados com as regras de empenhamento e segurança não tiverem sido examinados, verificados e resolvidos (DoD, 2009: 10).

A utilização de UAS armados, por parte dos EUA, para eliminar (eventuais) líderes terroristas, fora das zonas de combate²⁰ e pilotados por elementos não militares (CIA), tem levantado diversas questões legais e morais (Wezeman, 2007: 5). Igualmente o facto de os UAS poderem ser operados a partir de países terceiros, relativamente àqueles em conflito, levanta problemas legais, nomeadamente se deverão ser os Governos destes a ter a última palavra no emprego de armamento letal (Gormley, 2003: 417).

No âmbito moral existe igualmente o perigo de perda de consciência dos danos impostos, por parte dos operadores de UAS armados, derivada quer do afastamento da zona de conflito, quer pela própria interface digital, em tudo semelhante a qualquer jogo de simulação.

Noutro âmbito, os sensores dos UAS podem encontrar limitações quando se pretendam utilizar as imagens como prova em tribunal²¹, quer pela sua eventual manipulação, mas também pela sua resolução, como se verificou no Kosovo onde as imagens dos UAS tinham qualidade suficiente para utilização operacional, mas não para sustentar acusações em tribunal (Wezeman, 2007: 5).

2. A tecnologia UAS

Os UAS, no âmbito da sua operação, são geradores de poder fruto das suas capacidades, mas encontram-se igualmente sujeitos a diferentes tipos de constrangimentos os quais, no caso de não serem ultrapassados, passarão a configurar-se como vulnerabilidades, na medida em que serão factores potencialmente limitadores e ou inibidores do cumprimento das missões.

a. Constrangimentos

(1) Constrangimentos operacionais

É fundamental que os UAS sejam capazes de operar em conjunto com os demais sistemas presentes no teatro de operações, sendo necessário que integrem os sistemas: de operações aéreas, de Comando e Controlo (C2) e de tráfego aéreo.

²⁰ Ex. Eliminação em território do Yemen de Qaed Senyan al-Harhi (2002), membro da Al Qaeda, com recurso a um UAS Predator.

²¹ Ex. Típico em missões de apoio à paz.



A dependência dos UAS em *links* para C2 e transmissão de dados, configura-se numa vulnerabilidade pois, caso seja objecto de uma acção de *jamming*²², poderá colocar em causa o cumprimento da missão ou mesmo perda do UA. Contudo, esta vulnerabilidade concretiza-se igualmente no âmbito da fiabilidade do sistema, na medida em que uma falha no processo de recepção ou emissão de dados de voo, poderá significar a perda de controlo do UAS²³, consistindo esta na principal causa de falha dos UAS militares (Frost&Sullivan, 2007: 61).

No que concerne à transmissão de dados, os UAS são bastante mais exigentes do que as aeronaves tripuladas, podendo a largura de banda necessária para o envio de informação chegar às centenas de Mbps²⁴ (DoD, 2005: 50).

No que concerne a C2, os UAS podem operar autonomamente ou pilotadas remotamente, baseando a sua operação nas tecnologias de micro processamento ou de comunicações, respectivamente (ver Gráfico 1).

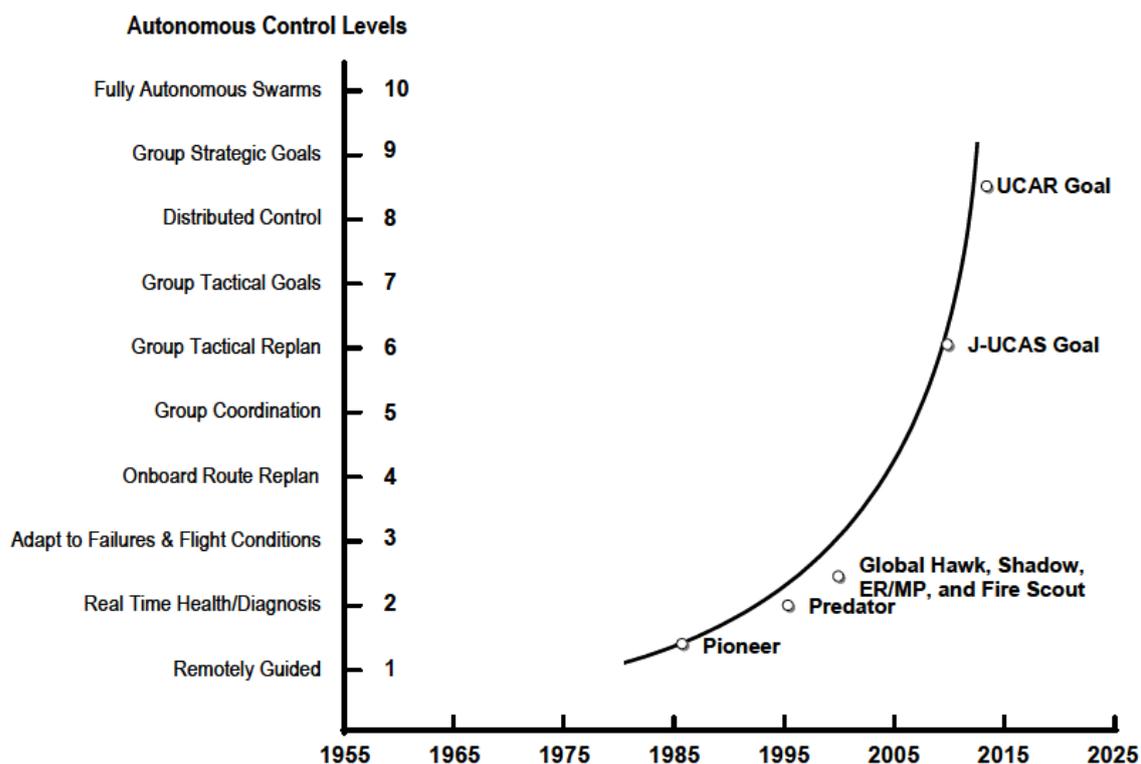


Gráfico 1 - Tendências da autonomia dos UAS (DoD, 2005)

²² Ex. Um *jammer* a emitir com uma potência de 1 megawatt, no feixe principal da antena de recepção do satélite, reduz a capacidade de recepção para 50% e no caso de 5 megawatt para 13% (Alkire, et al, 2010: 29-31).

²³ Ex. Em Agosto de 2010 um *Fire Scout* perdeu o *link* e voou, descontrolado, durante 23 milhas em espaço aéreo restrito de Washington (Butler, 2010).

²⁴ Na operação *Enduring Freedom* os EUA, com uma força equivalente a um décimo daquela utilizada na Operação *Desert Storm*, consumiram oito vezes mais largura de banda de satélites (Klausner, 2002).



A operação autónoma e comportamentalmente semelhante à humana, sobretudo em termos de consciência situacional e operação cooperativa, requer necessariamente uma capacidade de processamento de informação, memória, aprendizagem e raciocínio equivalentes àquelas do cérebro humano. Tais algoritmos de processamento são eventualmente exequíveis de implementação com recurso a sistemas baseados no conhecimento ou sistemas periciais, estes últimos possuindo performances semelhantes aos humanos (Cavaco, 1995: 3). No entanto, tais sistemas encontram-se dependentes do desenvolvimento de super computadores que possam igualar as capacidades humanas e cuja incorporação em UAS não será exequível, face ao seu custo, pelo menos até 2030 (DoD, 2005: 48).

Embora qualquer aeronave militar (tripulada ou não) possua um elevado grau de dependência do *Global Position System* (GPS), os UAS verificam-se mais vulneráveis, relativamente a *jamming* deste sistema, porquanto carecem quase totalmente do mesmo para navegação, ao contrário das aeronaves tripuladas, cujo piloto tenderá a compensar a inexistência de dados GPS com a sua própria consciência situacional. A dependência dos UAS no GPS encontra-se, contudo, inversamente correlacionada com a dependência nos sistemas de comunicações, ou seja, uma menor dependência de GPS, implicará maior dependência de comunicações e vice-versa (Alkire, et al, 2010: 26-27).

Em termos de operação global, o maior constrangimento dos UAS reside na sua actual inadequabilidade em operar em espaço aéreo controlado²⁵. Tal limitação depende de um sistema anti-colisão, eficaz, fiável, leve e com um custo reduzido, que garanta um comportamento, no mínimo, com o mesmo grau de segurança de uma aeronave tripulada, prevendo-se que tal possa ocorrer em 2015 (Frost&Sullivan, 2007: 9-10).

(2) Fiabilidade - factores humano e material

A fiabilidade dos UAS, conforme referido pelo Gabinete do Secretário de Defesa dos EUA, “(...) *é de vital importância uma vez que ela sustenta a sua acessibilidade (uma questão de aquisição), a sua disponibilidade para a missão (uma questão de operações e logística) e sua aceitação no espaço aéreo civil (uma questão de regulamentação).*” Na

²⁵ Ex. Na reunião do G-20, em Toronto, as autoridades aeronáuticas Canadianas, não permitiram a utilização de UAS para vigilância do evento, por tal implicar a sobrevoo de áreas populacionais (Nowak, 2010).



Tabela

1

UAS	Utilizador	Introdução do UAS-2004 (THOMPSON, TVARYANAS, & CONSTABLE, 2005, p. 5-2)	2004-2009 (USAF, 2009)
RQ-1 <i>Predator</i>	USAF	32	7,4
RQ-4 <i>Global Hawk</i>	USAF	81,25	3,79
MQ-9 <i>Reaper</i>	USAF	N/D	15,28
RQ-2 <i>Pioneer</i>	Navy Marines	334	N/D
RQ-5 <i>Hunter</i>	US Army	55	N/D

Tabela 1 encontram-se os índices de acidentes “Class A”²⁶ dos principais UAS dos EUA, dividido em dois períodos distintos²⁷. Comparativamente há que referir que este índice, no caso do F-16, é de três e no das aeronaves comerciais de 0,01 (Defense Science Board, 2004: 18).

UAS	Utilizador	Introdução do UAS-2004 (THOMPSON, TVARYANAS, & CONSTABLE, 2005, p. 5-2)	2004-2009 (USAF, 2009)
RQ-1 <i>Predator</i>	USAF	32	7,4
RQ-4 <i>Global Hawk</i>	USAF	81,25	3,79
MQ-9 <i>Reaper</i>	USAF	N/D	15,28
RQ-2 <i>Pioneer</i>	Navy Marines	334	N/D
RQ-5 <i>Hunter</i>	US Army	55	N/D

Tabela 1 – Acidentes “Class A” por 100.000HV

Embora se denominem *Unmanned*, efectivamente os UAS carecem de tanto (ou mais) capital humano que as suas congéneres tripuladas²⁸, sendo somente o veículo, de facto, não habitado. Consequência disto, estudos efectuados em 2005 verificaram que, em média, 60,2% dos acidentes de UAS envolviam factores humanos e deviam-se a um deficiente *Human System Integration* (HSI), sendo esta taxa menor naqueles com maior grau de autonomia, nomeadamente aterragem automática (Williams, 2004: 2-3).

A maioria dos acidentes de UAS, derivados a factores humanos, verifica-se devido à limitação sensorial dos operadores. Neste âmbito a experiência prévia como piloto verifica-se não ser pré-requisito de desempenho podendo, pelo contrário, consistir num eventual constrangimento uma vez que terão de ser “desaprendidos” certos aspectos de

²⁶ Acidente onde se verifica a perda de aeronave; ou um dano em propriedade igual ou superior a US\$1M; ou ferimentos em pessoal dos quais resultam morte ou incapacidade permanente.

²⁷ Esta divisão verifica-se pertinente, devido à tomada de consciência de diversos problemas relacionados com HSI em 2005 (Thompson, Tvaryanas, & Constable, 2005).

²⁸ Os UAS *Predator/Reaper* necessitam de 168 pessoas para uma *Combat Air Patrol* (Deptula, 2009: 128)



pilotagem, nomeadamente a dependência na visão periférica e aparelho vestibular. Pelo contrário, o número de horas dispendidas pelos operados em jogos de simulação de voo apresenta uma significativa correlação com a performance de aterragem (Thompson, Tvaryanas, & Constable, 2005: 5-20).

(3) Adversário

Os *Integrated Air Defense Systems* (IADS) adversários consistem num elemento de atrição significativo para os actuais UAS.

Country	UAS	Number	Sorties	FH	Combat losses	Op. losses
US	<i>Hunter</i>	18	246	1357	5	3
US	<i>Pioneer</i>	5	16	80	3	1
US	<i>Predator</i>	8	107	992	3	1
UK	<i>Phoenix</i>	27	77	230	2	0
France	<i>Crecerelle</i>	6	43	130	3	0
France	CL-289	16	84	42	2	2
Germany	CL-289	16	170	85	1	3
Total		96	743	2916	19	10

Tabela 2 – UAS na Operação *Allied Force*

Country	UAS	Number	Sorties	FH	Combat losses	Op. losses
US	<i>Hunter</i>	18	246	1357	5	3
US	<i>Pioneer</i>	5	16	80	3	1
US	<i>Predator</i>	8	107	992	3	1
UK	<i>Phoenix</i>	27	77	230	2	0
France	<i>Crecerelle</i>	6	43	130	3	0
France	CL-289	16	84	42	2	2
Germany	CL-289	16	170	85	1	3
Total		96	743	2916	19	10

Na Tabela 2

Tabela 2 (POLMAR, 2001: 465) constam os dados relativos aos UAS na Operação *Allied Force*, onde se verificou um índice de perdas de 995 UAS/100.000HV, o qual realça a inadequabilidade dos actuais UAS em espaço aéreo negado.

A pouca segurança dos *links*, além de consistir numa vulnerabilidade em termos de controlo do UAS, conforme já referido, pode configurar-se numa vulnerabilidade da superioridade informacional, caso os dados transmitidos sejam interceptados²⁹.

²⁹ Insurgentes iraquianos interceptaram os *downlinks* dos *Predator*, adquirindo conhecimento das suas actividades de forma passiva (McCullagh, 2009).



b. Projecto

A remoção do elemento da aeronave possibilita a redução de complexidade, peso e volume, resultantes da remoção de todos os sistemas aviónicos e de sustentação de vida. Igualmente, o facto da perda da aeronave não consistir em risco para a vida dos operadores, permite o desenho da estrutura com factores de segurança inferiores³⁰ àqueles das aeronaves tripuladas³¹ (Chapman II, 2001), bem como a incorporação de tecnologias emergentes e experimentais, impossível de efectuar numa aeronave tripulada, onde a segurança de voo é prioritária e, como tal, todos os sistemas necessitam ser baseados em tecnologia comprovada. Tais factos possibilitam o desenvolvimento de aeronaves mais leves, persistentes, aerodinâmicas, pequenas e furtivas.

Concorrentemente, os avanços tecnológicos ao nível da eficiência dos sistemas de propulsão e das fontes de energia, potenciam a persistência dos veículos (DoD, 2005: 51-52), permitindo a futuras plataformas permanecer em missão durante uma semana³² ou mesmo anos³³.

A redução do peso e dimensões da aeronave possibilitará a instalação de actuadores eléctricos, reduzindo o peso e complexidade do sistema de controlo de voo, ao mesmo tempo que facilita a manutenção e aumenta a fiabilidade (Bookstaber, 2000?: 4).

Em termos de manobrabilidade, as actuais aeronaves encontram-se limitadas a acelerações máximas de -3G/+10G pela fisiologia humana. Removendo este elemento da aeronave possibilitará manobras com acelerações até $\pm 20G$, limite a partir do qual o motor tenderá a perder a concentricidade e falhar (Bookstaber, 2000?: 5).

c. O factor humano na aeronave

Embora o ser humano possua limitações, é consensual afirmar que a actual tecnologia ainda não consegue substituir as suas capacidades de captação e análise de informação, sobretudo se esta se verificar ambígua e requerendo julgamento e processos analíticos no processamento. A exploração destas potencialidades na obtenção de uma consciência situacional, impossíveis actualmente de recriar com recurso a inteligência artificial, configura-se assim como a principal vantagem das aeronaves tripuladas. Tal vantagem manter-se-á enquanto se mantiver a superioridade humana na capacidade de pensamento, síntese e processamento de informação nova, complexa, difusa e confusa.

³⁰ A *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA) atribui uma margem de 1,25 para os (Chapman II, 2001).

³¹ Tipicamente 1,5.

³² UAS *Global Observer* (Alkire, et al, 2010: 7)

³³ UAS *Vulture* o qual terá 5 anos de operação ininterrupta com recurso a painéis solares (DARPA).



Contudo, o factor humano penaliza as performances da plataforma, sobretudo em termos de persistência, manobrabilidade e na necessidade de incorporação de sistemas de sustentação de vida (Glade, 2000: 9-10). Paralelamente, a proficiência dos pilotos encontra-se directamente relacionada com o treino e qualificação constantes, processo este que, além de criar bastante inércia na geração de potencial de combate, consome largos recursos financeiros e potencial das aeronaves (DoD, 2002: 60).

d. Factores económicos

Como em qualquer SA, o custo de operação dos UAS é um ponto fundamental da sua aceitabilidade, paralelamente com as capacidades por si garantidas e deverá ter em consideração as seguintes fases do ciclo de vida: desenvolvimento, aquisição, operação e sustentação.

(1) Custos de desenvolvimento

Quando comparados os valores históricos ajustados de desenvolvimento de aeronaves tripuladas e UAS, desde o início do programa até ao seu primeiro voo (Tabela 3), facilmente se infere que o valor é semelhante (DoD, 2002: 59). De facto esta constatação é relativamente óbvia, uma vez que até esta fase a maioria dos custos inerentes ao desenvolvimento de qualquer aeronave se centram na aerodinâmica (e sistema de controlo de voo) e no sistema de propulsão, factores estes independentes do facto da aeronave ser, ou não, tripulada.

Mission/Aircraft	Program Start	First Flight	Interval	Type of Program/ Program Sponsor	Cost to First Flight (\$FY00)
Reconnaissance					
U-2	Dec 54	Aug 55	8 mos	SAP*/CIA	\$243M
RQ-4/Global Hawk	Oct 94	Feb 98	41	ACTD/DARPA	\$205M
Attack/Strike					
F-16	Feb 72	Jan 74	23	DAB*/USAF	\$103M
X-45/UCAV	Apr 98	Mar 01	35	ATD/DARPA	\$102M
Reconnaissance, Penetrating					
SR-71	Aug 59	Apr 62	32	SAP/CIA	\$915M
D-21	Mar 63	Feb 65	23	SAP/USAF	\$174M
Stealth					
XST/Have Blue (F-117)	Apr 76	Dec 77	20	SAP/USAF	\$103M
RQ-3/DarkStar	Jun 94	Mar 96	21	ACTD/DARPA	\$134M

*SAP = Special Access Program; DAB = Defense Acquisition Board (Milestone Process)

Tabela 3 – Custos de desenvolvimento de UAS e aeronaves tripuladas



(2) Custos de aquisição

O custo das plataformas tripuladas pode ser normalizado, através de análise estatística, em função do seu peso vazio, sendo este valor de aproximadamente US\$1,500/lb. Na Tabela 4 verifica-se que tal valor é igualmente aplicável aos UAS, sendo o valor respeitante aos sensores de US\$8,000/lb (DoD, 2005: 56).

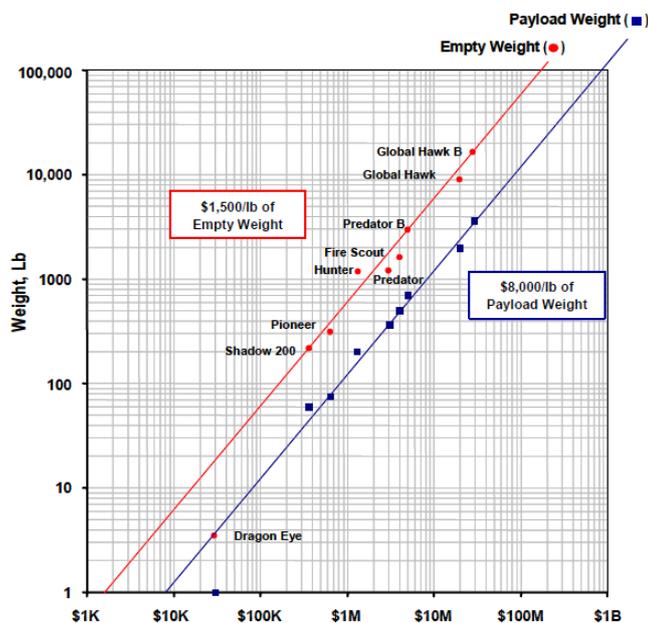


Tabela 4 – Métrica de Capacidades de UAS: Peso vs. Custo

Através da eliminação do *cockpit* e sistemas de sustentação de vida, é possível reduzir 3,000 a 5,000 libras o peso de um UAS, o que equivale a 10 a 15% do peso vazio de uma aeronave tripulada (DoD, 2005: H-1). Conforme se referiu anteriormente, a liberdade de desenho conceptual, concedida pela ausência de tripulação, permite várias reduções dimensionais e de peso, concretizando-se estas em poupanças de custos adicionais da plataforma.

No entanto e tendo em consideração que o custo normalizado da carga é cinco vezes superior ao da plataforma, facilmente se infere que o valor de aquisição estará sobretudo correlacionado com os requisitos do operador em termos de sensores. Neste sentido, caso os requisitos sejam demasiado auspiciosos, o emprego do UAS em ambientes de alto risco ficará comprometido, na medida em que a razão custo/benefício deixará de ser compensatória (Defense Science Board, 2004: vii).

(3) Custos de operação e sustentação

Os custos relacionados com a operação e sustentação de um SA verificam-se ser os mais importantes do seu ciclo de vida, visto equivalerem a metade do valor total (Valerdi,



2005?: 2). Contudo, ao avaliar o custo de qualquer sistema, há que ter em consideração não só os custos directos, mas sobretudo o custo da capacidade. Neste âmbito, o potencial custo por alvo afectado, associado aos UAS, especialmente os *Unmanned Combat Aircraft System* (UCAS), poderá ser altamente remuneratório quando comparado com outros SA, nomeadamente mísseis de cruzeiro. Um UCAS, empregando *Joint Direct Attack Munitions*³⁴ (JDAM), pode obter um grau de eficácia e capacidade *standoff* semelhantes a um *Tomahawk*³⁵ por uma fracção do custo, sobretudo tendo em consideração as plataformas de lançamento deste (navios e submarinos). Adicionalmente o UCAS permite efectuar o imediato BDA e re-ataque, se necessário.

No que concerne às aeronaves de combate, estas consomem 95% da sua vida de serviço em missões de treino, de forma a garantir a proficiência dos pilotos (DoD, 2002: 60). Visto o interface dos UCAS ser completamente digital, verifica-se exequível a elaboração de simuladores, com alto grau de realismo, capazes de manter as qualificações dos operadores. Nesta óptica, tais UCAS não necessitariam de voar permanentemente, apenas sendo empregues em exercícios, crises ou combate e mantidos operacionais através de testes funcionais. Tal ruptura do paradigma de emprego do SA permitiria uma economia até 80% em todo o espectro do ciclo de operação, comparativamente com aeronaves tripuladas (DARPA, 1998: 5).

3. A contribuição dos UAS para o Poder Aéreo

A avaliação da capacidade dos UAS em substituir as aeronaves tripuladas, não tem por base a desadequação destas no cumprimento das missões, mas antes a possibilidade de aumento do espectro de actuação do Poder Aéreo, através da eliminação do risco de baixas, principal vantagem dos UAS sobre as suas congéneres tripuladas.

Neste sentido e tendo em consideração o actual estado de maturação dos UAS, não faz mais sentido tentar encontrar nichos de aplicação para estes sistemas. Ao invés, devem ser avaliadas as razões para a ainda utilização de aeronaves tripuladas em cada actividade essencial do Poder Aéreo e, dessa análise, surgirá a linha de acção mais correcta, ao melhor custo possível para cada missão, determinada pelo balanço das diversas capacidades e dos efeitos pretendidos.

³⁴ Custo unitário de US\$24.000 (Air-Force, 2011: 52)

³⁵ Custo unitário de US\$1,5M (NAVY, 2011: N-11B)



e. As missões do Poder Aéreo e o contributo dos UAS

Neste capítulo será analisada a utilização de UAS (no sentido de substituir as aeronaves tripuladas) em três tipos de missão que, pelo seu cariz, consistem em missões paradigmáticas D3 e, por outro, em actividades essenciais do Poder Aéreo fundamentais para os comandantes: ISTAR, SEAD e Combate Ar-Ar.

(1) ISTAR

No que concerne aos EUA, as missões ISTAR verificam-se fundamentais para concretização do conceito operacional de “*precision engagement*”, expresso no *Joint Vision 2020* (Joint Chiefs of Staff, 2000: 22).

As missões ISTAR podem-se 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: A-2).

Em missões do tipo “*standoff*” a preponderância é dada à sobrevivência da plataforma, onde o risco de perda da mesma ou as sensibilidades políticas obrigam a um emprego dos sistemas a uma distância segura, necessitando o UAS de voar a grande altitude e de possuir sistemas pesados e de grande potência (ex. HALE), de forma a obter o efeito desejado.

As missões de “*overflight*” são realizadas tipicamente para monitorização de fronteiras ou patrulhamento marítimo, operações de apoio à paz ou noutro qualquer ambiente operacional, no qual o adversário não constitui ameaça relevante, sendo comum operar os UAS a altitudes médias e baixas, de forma a garantir uma colecta de dados com boa resolução (e com equipamentos menos dispendiosos). No entanto tal conceito de operações coloca os UAS em situações atmosféricas adversas, nomeadamente em termos de formação de gelo e turbulência (DoD, 2005: A-3).

Os satélites são comumente utilizados em missões em áreas “*denied access*”, sendo contudo sistemas caros, com trajectórias previsíveis e cuja alteração afecta a sua vida de serviço. Neste âmbito de missões, os UAS necessitam possuir boa capacidade de penetração, de preferência de forma furtiva e com elevada performance, de forma a permitir a colecta de informação de forma “desprevenida”, por parte do adversário e a sobrevivência da plataforma.



(2) SEAD

SEAD consiste numa missão fundamental para a obtenção do necessário grau de controlo do ar que possibilite a consecução da campanha das diversas componentes. Os modernos IADS, como sejam o S-400 Russo (Missilethreat.com, 2009?) ou a versão Chinesa HQ-19 (Jane's, 2010), possuem capacidade de detecção e destruição de aeronaves furtivas. Paralelamente existem sistemas que, com a resolução e potências necessárias, poderão comprometer a actual furtividade das aeronaves tripuladas de maiores dimensões, como sejam os *Wake and Vortex Radars* e sistemas electro-ópticos.

Face a estas ameaças, o recurso a UCAS³⁶ para missões SEAD elimina o risco de baixas e perda de aeronaves tripuladas, ao mesmo tempo que as suas menores dimensões e superior capacidade furtiva permitem incrementar as probabilidades de sucesso da missão.

Poder-se-ão considerar dois tipos de SEAD: pre-emptivo e reactivo. Em SEAD pre-emptivo a localização exacta dos elementos que compõem o IADS adversário é conhecida *á priori* e, como tal, toda a missão pode ser pré-programa ou, alternativamente, transmitida durante o voo. Em SEAD reactivo a aeronave terá de possuir capacidade de responder a ameaças imediatas e desconhecidas, durante o decorrer da missão. Nestes casos, a actual incapacidade autónoma de reconhecimento de alvos e a obrigatoriedade de um operador humano analisar a situação e dar a ordem final de largada do armamento poderão constituir, no seu conjunto, um constrangimento³⁷ ao emprego de UCAS nestas missões.

Independentemente do tipo de SEAD, um UCAS necessita de possuir uma eficácia, no mínimo, igual à das aeronaves tripuladas, pois do seu sucesso dependem as forças que lhe seguem (muitas delas tripuladas). Neste âmbito, tais UCAS necessitam possuir, além de baixa detectabilidade e grande manobrabilidade, sensores de ameaças e um sistema seguro e robusto de comunicações, com baixa probabilidade de intercepção e detecção e resistentes a interferências, de forma a aumentar a sua sobrevivência e conseqüente sucesso da missão.

(3) Combate Ar-Ar

Provavelmente esta consiste na missão mais complexa do Poder Aéreo, porquanto obriga ao processamento de grande quantidade de informação, por parte do piloto, sendo

³⁶ A missão primária do UCAS consiste “num gerador de força para o primeiro dia de guerra, ao completar o *package* de ataque através da realização de SEAD” (DARPA, 1998: 4)

³⁷ A necessidade de largura de banda, bem como a eventual perda de furtividade derivada da emissão, impõem bastantes restrições ao emprego de UCAS em missões SEAD. Adicionalmente o tempo de decisão do operador, para emprego do armamento, constitui uma incógnita a qual poderá verificar-se fatal num ambiente hostil (Pardesi, 2004: 11)



muitas vezes as suas decisões baseadas na intuição, fruto do intenso treino e experiência. Neste âmbito os actuais UAS encontram-se completamente desadequados, quer em termos de sistemas de ataque, quer de sistemas defensivos (passivos e activos).

Tipicamente este tipo de missão requer grande número de saídas³⁸ o que, tendo em consideração a dependência constante de *links*, obrigaria a que os UAS operassem em constante linha de vista ou, alternativamente, à existência de uma constelação de satélites (ou outros sistemas), actualmente inexistente na dimensão requerida³⁹. A eliminação deste constrangimento encontra-se dependente da autonomia dos UAS a qual dificilmente possuirá, a médio prazo, as capacidades humanas em combate Ar-Ar. Mesmo possuindo-as, é improvável que num futuro próximo estes sistemas tenham total autonomia, em termos de emprego de armamento, sendo sempre necessária a autorização humana para o mesmo (Pardesi, 2004:13).

Neste contexto de missão e em termos de projecto, as aeronaves necessitam ser furtivas (para aumentar a sobrevivência antes do encontro) e possuir grande manobrabilidade (para aumentar a sobrevivência durante o combate). Face às limitações referidas, os UCAS poderão ser empregues com diversos sensores activos e como apoio a aeronaves tripuladas, as quais se basearão em sensores passivos, de forma a aumentar a sua furtividade.

Conforme se viu, os UAS possuem bastantes potencialidades de emprego, comprovadas pela enorme disseminação destes sistemas ao nível dos actuais teatros de operações. Contudo tal quantidade de meios deve-se, sobretudo, ao contributo dos EUA e grandes potências, capazes de desenvolvimento e aquisição de tais sistemas. Neste sentido é de todo pertinente aferir da importância dos UAS para potências regionais e pequenas potências, bem como de eventuais políticas de aquisição.

f. Implicações estratégicas para as Potências Regionais e Pequenas Potências

A aquisição de qualquer SA deve ser precedida pelo desenvolvimento do *Concept of Operations* (CONOPS), o qual deverá revelar como integrar horizontalmente as capacidades conjuntas, de forma a criar os efeitos desejados pelo comandante, ou seja a

³⁸ Na Operação *Desert Storm* foram efectuadas cerca de 340 saídas por dia de Luta Aérea (Pardesi, 2004: 12)

³⁹ Um *Global Hawk* consome cinco vezes a largura de banda, utilizada pela totalidade das forças dos EUA, durante a Guerra do Golfo (Klausner, 2002)



definição do "como" combater deve preceder a do "com que meios" combater (Jumper, Deptula, & Adams, 2009: 16).

Os UAS permitirão às potências regionais e pequenas potências incrementar as suas capacidades de projecção de poder, com um custo económico e risco político extremamente baixos. No entanto a curto e médio prazo o investimento desses Estados deve ser direccionado para plataformas de ISTAR, capazes de proporcionar superioridade informacional, fundamental em qualquer conflito e capacidade de vigilância do seu espaço territorial, em tempo de paz. Eventualmente alguns destes equipamentos poderão ser modificados para missões de reconhecimento armado, garantindo aos Estados não só a capacidade em si, mas igualmente maturação de doutrina nesta aérea.

Contudo, a capacidade de ISTAR só se concretizará caso seja correctamente integrada na força e efectuados investimentos paralelos, nomeadamente em comunicações satélite, sob pena de limitar o emprego geográfico dos meios UA. No que concerne à tecnologia UCAS, esta ainda não possui maturidade suficiente, quer em termos de sistemas, quer de conceito de operações, bem como os custos associados a esta são comparáveis ao de caças de quarta geração⁴⁰, pelo que não é aconselhável o investimento nestes sistemas.

Noutra perspectiva, os UAS poderão tornar-se uma verdadeira ameaça na medida em que eventuais adversários poderão utilizar este SA como um meio económico de projecção de força, através da sua modificação em "mísseis de cruzeiro"⁴¹ e incorporação de alto explosivos ou agentes químicos ou biológicos. Tais plataformas poderiam facilmente iludir os actuais IADS⁴² ou, se detectados e em número considerável, saturar os sistemas radar e esgotar os inventários dos dispendiosos mísseis anti-aéreos⁴³.

g. UAS – a “Bala de prata” do Poder Aéreo?

Efectuada a análise bibliográfica, importa agora apresentar os resultados da investigação levada a cabo no âmbito deste trabalho. Assim há que avaliar a implicação e influência de cada um dos conceitos, definidos no modelo de análise, nas hipóteses inicialmente elencadas, de forma a obter resposta à questão central.

⁴⁰ Ex. F-16.

⁴¹ O UAS israelita Harpy efectua missões SEAD de acordo com um conceito de operações de auto-destruição, como se de um míssil de tratasse.

⁴² O AWACS possui filtros para não apresentar alvos a voar a baixa altitude e velocidade, de forma a não sobrecarregar os sistemas. 65% dos UAS movem-se a velocidades inferiores a 160km/h e podem fazê-lo a poucos metros do solo (Gormley, 2003: 411-412).

⁴³ Um *Patriot* custa aproximadamente US\$6M (ARMY Budget Office, 2010: 16)



As futuras operações militares, somente serão passíveis de concretização caso se garantam a sua legitimidade e os sucessos militares, pois destes factores depende o apoio da opinião pública, fundamental para a sua consecução. Contudo, tal apoio poderá ser facilmente minado face à ocorrência de baixas, verificando-se fundamental a ênfase na protecção da força.

Neste âmbito, embora o emprego de UAS possa levantar constrangimentos legais e éticos, a capacidade de projectar poder sem projectar a vulnerabilidade humana tenderá a sobrepor-se aos primeiros. A liberdade em termos de projecto e emprego operacional, proporcionada pela deslocalização do piloto relativamente ao veículo, provoca uma total alteração do paradigma de emprego do Poder Aéreo, o qual se torna meramente uma razão do custo monetário *versus* o benefício operacional, ao mesmo tempo que mantém a racionalidade, capacidade de julgamento e qualidades morais do operador humano. Ao evitar incorrer em risco a vida da tripulação, a atrição das aeronaves concretiza-se menos onerosa, abrindo novos horizontes no cumprimento de missões de alto risco a alvos altamente remuneratórios, expandindo o leque de opções do Poder Aéreo.

Analisando o conceito capacidade operacional, tal como foi definido e os seus indicadores, é possível verificar que estes últimos reforçam o conceito, sobretudo tendo em consideração as emergentes evoluções tecnológicas. A ligação deste conceito à substituição efectiva, ao nível da eficácia e eficiência no cumprimento de missões, leva a concluir que os indicadores de capacidade operacional têm influência directa na substituição, aumentando a mesma, validando desta forma a hipótese H1.

Contudo, ao eliminar o risco de baixas, através da deslocação do operador do sistema, elimina-se igualmente do veículo aéreo o seu elemento mais importante... A inteligência! Tal deslocalização obriga necessariamente a um acréscimo do fluxo de informação, de e para o UA, consistindo esta dependência de *links* num constrangimento a diversos níveis. A simples interrupção do *link* de C2 ou da recepção GPS, seja por simples avaria ou através de uma acção adversária de *jamming*, pode comprometer a consecução da missão ou levar mesmo à perda da aeronave. Uma dependência desta ordem somente será mitigada no caso de o UA ter uma capacidade intrínseca de inteligência artificial semelhante à humana, no domínio do seu emprego operacional, a qual requererá tecnologia ainda inexistente. No entanto, mesmo assumindo a probabilidade de evolução tecnológica no sentido de disponibilizar tais capacidades ao UA, o emprego de força letal dificilmente ficaria ao critério de um sistema lógico e autónomo, carecendo de autorização humana.



Assim sendo e tendo em consideração que os demais constrangimentos levantados no âmbito desta pesquisa podem ser ultrapassados com base na incorporação de tecnologia existente ou emergente, verifica-se validada a hipótese H2.

O combate Ar-Ar configura-se, muito provavelmente, como uma das missões mais complexas e exigentes do Poder Aéreo, requerendo por parte do piloto grande capacidade de processamento de informação. O emprego de UAS neste contexto somente é exequível com recurso ao desenvolvimento paralelo de tecnologias de inteligência artificial no âmbito de sistemas periciais e do próprio *hardware*, actualmente indisponíveis e cuja plena incorporação não se verifica possível antes de 2030.

Neste sentido e apesar do actual nível tecnológico dos UAS, estes ainda não se configuram como uma verdadeira tecnologia fracturante, na medida em que existirão sempre missões onde o emprego de aeronaves tripuladas será necessário, sobretudo face à actual incapacidade de manter uma verdadeira consciência situacional do campo de batalha e, como tal, responder em conformidade às ameaças e alterações constantes do mesmo, na mesma ordem de grandeza do ser humano.

No entanto, no futuro, o rácio entre aeronaves tripuladas e UAS penderá consideravelmente para os segundos, sobretudo tendo em consideração os valores das actuais aeronaves tripuladas⁴⁴, que obrigará os Estados a cortarem nos seus quantitativos e preencherem as lacunas com outras alternativas, economicamente mais vantajosas. Face ao exposto considera-se validada a hipótese H3.

Uma vez testadas as hipóteses, consideram-se agora reunidas as condições de responder à questão central orientadora desta investigação. Assim, tendo em consideração a validação efectuada às hipóteses formuladas, conclui-se que, num futuro previsível (2030), os UAS não irão consistir num substituto por completo das aeronaves tripuladas. Contudo, estes incrementarão o espectro de actuação do Poder Aéreo, nomeadamente no que concerne ao cumprimento de missões D3, onde as limitações e risco humano são removidos da equação, aumentando as opções dos políticos e comandantes

Os UAS não serão assim a “bala de prata” do Poder Aéreo, mas antes uma nova munição no tambor, ao dispor dos comandantes. Estas plataformas operarão em conjunto com aeronaves tripuladas, de forma a adjuvar a força de ambas simultaneamente, cada uma mitigando as limitações da outra.

⁴⁴ De acordo o *Canada's Office of the Parliamentary Budget Office* o valor unitário de JSF poderá ascender a US\$450M (Fulghum, 2011)





Conclusões

Tendo em consideração a tendente proliferação de UAS nos teatros de operação modernos, surgiu a pertinência de avaliar os reais impactos futuros dessa tecnologia no Poder Aéreo, nomeadamente a sua capacidade em substituir as aeronaves tripuladas. Assim esta investigação, desenvolvida com base no método de investigação em Ciências Sociais proposto por Raymond Quivy e Luc Van Campenhoudt, teve como questão orientadora **“Tendo em consideração a tendência dos conflitos futuros e a evolução tecnológica, poderão os Veículos Aéreos Não Tripulados substituir as aeronaves tripuladas nas missões atribuídas ao Poder Aéreo?”**.

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

- Tendo em consideração o ambiente operacional do futuro, como se prospectiva a evolução do emprego de Veículos Aéreos Não Tripulados?

- Quais as vulnerabilidades que limitam a plena exploração das capacidades operacionais dos Veículos Aéreos Não Tripulados?

- Que factores condicionarão o emprego exclusivo de Veículos Aéreos Não Tripulados, nas missões do Poder Aéreo?

Na sequência da construção do modelo de análise foram elaborados os conceitos, suas dimensões e indicadores, tendo sido formuladas as hipóteses a validar:

Hipótese 1 (H1) – Os Veículos Aéreos Não Tripulados tenderão a substituir progressivamente as aeronaves tripuladas nos teatros de operações do futuro.

Hipótese 2 (H2) – A falta de autonomia limita o pleno emprego operacional dos Veículos Aéreos Não Tripulados.

Hipótese 3 (H3) – O actual nível tecnológico limitará o emprego exclusivo dos Veículos Aéreos Não Tripulados nas actividades essenciais do Poder Aéreo.

De forma a concretizar os objectivos delineados, delimitou-se a investigação deste trabalho às plataformas de nível estratégico e operacional, nomeadamente *High Altitude Long Endurance* (HALE) e *Medium Altitude Long Endurance* (MALE).

No primeiro capítulo abordaram-se as futuras tendências da conflitualidade e os aspectos mais relevantes dos teatros de operação do futuro, tendo-se analisado igualmente o actual emprego dos UAS e a vertente ética e legal do mesmo. Neste capítulo, enquadrante do emprego destes sistemas no âmbito militar, existem alguns pontos que se consideram relevantes.



Desde o final da Guerra Fria que o número de países envolvidos em guerras multilaterais tem vindo a aumentar, tal como o número de operações de manutenção de paz. A participação de Estados Ocidentais nestas operações é, cada vez mais, alvo de escrutínio moral, legal e ético, por parte da comunidade internacional e da sua própria opinião pública. Tais factores consistirão num futuro constrangimento às operações e eventual vulnerabilidade, na medida em que os adversários tenderão a explorar a adesão a estes limites legais e éticos, actuando de formas não convencionais e assimétricas.

A consecução das operações militares, sobretudo naquelas onde somente interesses nacionais periféricos se encontram em jogo, somente será possível caso se garantam a sua legitimidade e os sucessos militares, pois destes factores depende o apoio da opinião pública. Tal apoio poderá, contudo, ser facilmente minado face à ocorrência de danos colaterais e sobretudo baixas, verificando-se imprescindível a consecução da missão com um *focus* na protecção da força.

Neste âmbito, a operação de UAS verifica-se especialmente útil, porquanto permite a consecução de missões do tipo D3, sem que se incorra em risco para as tripulações. Cumulativamente, a ausência de tripulantes, possibilita o emprego destes meios em missões politicamente sensíveis, bem como liberta a plataforma das limitações fisiológicas humanas, aumentando o seu espectro de actuação em diversos vectores.

Embora a operação de UAS não levante de *per si* questões legais de remonta, para lá daquelas aplicáveis igualmente a aeronaves tripuladas, o emprego de força letal a partir destas já apresenta várias preocupações de âmbito ético, moral e legal.

A tendente automatização no emprego de força letal terá necessariamente de possuir, no seu ciclo de decisão, um elemento humano, porquanto dificilmente tal decisão será deixada ao arbítrio de qualquer sistema lógico, incapaz de avaliar todas as variáveis em jogo num teatro de operações cada vez mais complexo e onde a distinção entre combatentes e não combatentes tende, cada vez mais, a esbater-se.

O próprio interface dos operadores, em tudo semelhante a um simulador e a sua deslocalização física da zona de combate, pode criar um sentimento de perda de consciência dos danos que estão a impôr, levantando questões morais e éticas.

No segundo capítulo foram analisadas as principais capacidades dos UAS, enquanto geradoras de poder e os eventuais constrangimentos, os quais se poderão afigurar como vulnerabilidades do sistema, na medida em que não poderem ser eliminados ou mitigados.



Em termos de vulnerabilidades, aquela que se afigura mais relevante é, efectivamente, consequência da principal vantagem dos UAS... a falta de autonomia e consequente dependência de *links* para C2 e envio de dados. Embora a deslocalização do piloto possibilite o incremento de diversas capacidades da plataforma e, acima de tudo, a eliminação do risco humano aquando do emprego dos meios, ela elimina igualmente a “autonomia” à aeronave, porquanto obrigará a um fluxo de informação, de e para o UA, de forma a permitir ao operador em terra a aquisição da consciência situacional, tomada de decisão em conformidade e posterior envio de instruções para o veículo. Esta dependência do UA, relativamente a *links* de dados e C2, a qual poderá variar consoante o diferente grau de automatismos presente na aeronave, constitui-se como um constrangimento a diversos níveis. Se, por um lado, o UA poderá ficar vulnerável a *jamming*, por outro obriga a que as FFAA possuam robustas capacidades de comunicações, de forma a lidar com as enormes larguras de banda requeridas por estes sistemas.

No que concerne à operação dos UAS em espaço aéreo controlado, verifica-se crucial a incorporação de um sistema anti-colisão fiável, de forma a permitir uma operação segura, fundamental para a aceitação destes sistemas por parte das autoridades aeronáuticas.

Tal aceitação passa igualmente pelo aumento da fiabilidade do sistema, o qual tem repercussões a outros níveis, como sendo na própria probabilidade de sucesso das missões. Efectivamente, a fiabilidade dos UAS encontra-se centrada principalmente na correcta integração do factor humano no sistema, porquanto a maioria dos acidentes tem como causa factores humanos.

A actual tecnologia UAS verifica-se, na sua maioria, inadequada para operação em espaço aéreo negado, virtude de não possuírem quaisquer sistemas defensivos nem as suas performances serem adequadas às ameaças existentes.

Se por um lado a remoção do elemento humano acarreta a perda de "inteligência" no veículo aéreo, por outro liberta a aeronave de todas as limitações fisiológicas intrínsecas ao ser humano. Sem a imposição destes limites, o projecto da aeronave pode ser orientado somente tendo em consideração as limitações impostas pela tecnologia, proporcionando a oportunidade de desenvolvimento de aeronaves mais manobráveis, leves, persistentes, aerodinâmicas, pequenas e furtivas.

No plano estritamente económico, os custos de aquisição, sustentação e operação dos UAS podem-se verificar bastante diminutos, quando comparados com aqueles de



aeronaves tripuladas. Contudo, mesmo com custos inferiores, os mesmos são consideravelmente elevados pelo que estes sistemas terão necessariamente de ser empregues de acordo com uma política de atrição e nunca de mera dispensabilidade, ou seja, a perda do UAS apenas se considerará viável em missões altamente remuneratórias ou onde exista um risco inaceitável de perda de uma aeronave tripulada.

No terceiro capítulo abordou-se o eventual contributo e emprego de UAS em três missões do Poder Aéreo, paradigmáticas do tipo D3: ISTAR, SEAD e combate Ar-Ar. Adicionalmente abordaram-se algumas implicações estratégicas para potências regionais e pequenas potências, bem como se deu resposta à questão central.

Há a salientar que a análise de emprego de UAS nas missões referidas, não teve como pressuposto uma eventual desadequação das aeronaves tripuladas na sua consecução, mas somente a avaliação da possibilidade de incremento das opções dos comandantes, ao poderem empregar meios sem ter em consideração o risco de baixas.

As capacidades operacionais dos UAS, nomeadamente a sua persistência, configuram-lhes excelentes características como plataformas de ISTAR, não sendo portanto de estranhar que esta consista efectivamente na principal missão da grande maioria dos actuais UAS.

SEAD consiste, muito provavelmente, na missão em que o benefício da utilização de UAS se torna mais evidente, tendo em consideração o facto de ser aquela com maior grau de perigosidade para a tripulação das aeronaves. Neste âmbito de emprego, as capacidades operacionais dos UCAS torná-los-á, a médio prazo, no meio de eleição para a execução de SEAD, sobretudo pre-emptivo.

Em termos de combate Ar-Ar, os requisitos que tais UAS carecem, ao nível de capacidades de inteligência artificial, cuja tecnologia passível de incorporação ainda se encontra numa fase embrionária, impossibilitam o seu emprego de forma exclusiva. Contudo, é previsível que se verifique o emprego de *packages* de UCAS e aeronaves tripuladas, sobretudo tendo em consideração o escalar vertiginoso dos custos de aquisição dos novos SA tripulados de quinta geração, como sendo o F-35.

Em termos estratégicos, as potências regionais e pequenas potências, deverão orientar as suas aquisições para sistemas de ISTAR, devidamente enquadrados num CONOPS holístico, capaz de integrar correctamente esta capacidade no conjunto da força.

Da análise dos resultados e o teste às hipóteses, foi possível aferir que a crescente intolerância da opinião pública, face a baixas, obrigará as FFAA a adoptar medidas



concretas de protecção da força e que, nesse âmbito, se verificará um cada vez maior emprego de UAS nos teatros de operações. Por outro lado, a deslocação do piloto, geradora de força na vertente de mitigação de baixas, verifica-se originária da maior vulnerabilidade dos UAS: a dependência de *links* de C2 e dados. Tal vulnerabilidade, não sendo passível de contornar num futuro previsível, impossibilita o emprego exclusivo dos UAS no âmbito das missões atribuídas ao Poder Aéreo.

Face às conclusões expostas neste trabalho de investigação e tal como em 1911 Elbet Hubbard advogava, “*nenhuma máquina pode fazer o trabalho de um homem extraordinário*”... Ainda que tal máquina se afigure extraordinária aos olhos de então e de hoje.



Bibliografia

AIR FORCE. (2011). *Aircraft Procurement Air Force - FY2012 budget estimates*. Department of Defense.

AIR FORCE. (2011). *Procurement of Ammunition, Air Force*. Department of Defense.

ALKIRE, B., et al (2010). *Applications for Navy Unmanned Aircraft Systems*. Santa Monica: RAND.

ARMY BUDGET OFFICE. (2010). *US Army FY2011 President's Budget Highlights*. Assistant Secretary of the Army.

BARDARESCO, F. *Thales - Wake Vortex X-band radar monitoring* [Em linha]. Wakenet3-Europe, 2008? [Referência de 25 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em:

http://www.wakenet.eu/fileadmin/user_upload/WS1/Topic2/WN3E_WS1_Topic2_5_Barbaresco.pdf

BBC-News. *Russia 'shot down Georgia drone'* [Em linha]. BBC News, 2008 [Referência de 06 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/2/hi/europe/7358761.stm>

BEN-DAVID, A. *Israel to Turn from Fighters to UAS* [Em linha]. Aviation Week, 2010 [Referência de 25 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_generic.jsp?channel=&id=news/awst/2010/09/06/AW_09_06_2010_p26-251746.xml&headline=null&prev=10

BERGEN, P., & TIEDEMANN, K. *The Hidden War* [Em linha]. Foreign policy, 2010 [Referência de 06 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: http://www.foreignpolicy.com/articles/2010/12/21/the_hidden_war?page=0,5

BERGEN, P., TIEDEMANN, K. *The Year of the Drone* [Em linha]. New America Foundation, 2011. [Referência de 06 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://counterterrorism.newamerica.net/drones>

BERGEN, P., TIEDMANN, K. *The Year of the Drone - An Analysis of U.S. Drone Strikes in Pakistan, 2004-2010* [Em linha]. New America Foundation, 2010 [Referência de 06 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://counterterrorism.newamerica.net/sites/newamerica.net/files/policydocs/bergentiedemann2.pdf>



BONE, E., BOLKCOM, C. (2003). *Unmanned Aerial Vehicles: Background and Issues for Congress*. Teste: Congressional Research Service.

BOOKSTABER, D. *Unmanned Combat Aerial Vehicles: What men can do in aircraft and why machines can do it better* [Em linha]. Air and Space Power Journal, 2000? [Referência de 26 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/cc/ucav.pdf>

BUTLER, A. *No Scouting for Fire Scout* [Em linha]. Aviation Week, 2010 [Referência de 24 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.aviationweek.com/aw/blogs/defense/index.jsp?plckController=Blog&plckBlogPage=BlogViewPost&newspaperUserId=27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7&plckPostId=Blog:27ec4a53-dcc8-42d0-bd3a-01329aef79a7Post:fb277d1a-116d-4e23-8266-8c20d30f51cf&plckScr>

BUTLER, A., FULGHUM, D. A. *USAF Not Ready To Retire The U-2* [Em linha]. Aviation Week, 2008 [Referência de 22 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_channel.jsp?channel=defense&id=news/U2082608.xml

CAVACO, I. *Sistemas Periciais* [Em linha]. Instituto Superior de Engenharia do Porto, 1995 [Referência de 24 de Abril de 2011]. Disponível na internet em: http://www.dem.isep.ipp.pt/docentes/jab/files/Doc_ES.pdf

CHAPMAN II, C. R. *Unmanned Combat Aerial Vehicles: Dawn of a new age?* [Em linha] Aerospace Power Journal 2001 [Referência de 26 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/apj/apj02/sum02/chapman.html>

CHEATER, J. C. (2007). *Accelerating the kill chain via future unmanned aircraft*. Montgomery: Center for Strategy and Technology - Air War College .

CLARK, R. M. (2000). *Uninhabited Combat Aerial Vehicles - Airpower by the People, For the People, But Not with the People*. Montgomery: Air University Press.

CLAUSEWITZ, C. v. (1873). *On War*. (N. Trübner, Produtor) [Em linha]. The Clausewitz Homepage, 1873 [Referência de 17 de Novembro de 2010]. Disponível na internet em:

<http://www.clausewitz.com/readings/OnWar1873/TOC.htm>

CONVENÇÕES DE GENEBRA (s.d.). *Direito Internacional Humanitário - Protocolo I Adicional às Convenções de Genebra* [Em linha]. Gabinete de Documentação



e Direito Comparado [Referência de 08 de Dezembro de 2010]. Disponível na internet em: <http://www.gddc.pt/direitos-humanos/textos-internacionais-dh/tidhuniversais/dih-prot-I-conv-genebra-12-08-1949.html>

CORDESMAN, A. H. (2000). *The lessons and non-lessons of the air and missile campaign in Kosovo*. London: Praeger.

CURRY, R.. *AAI Shadow: DRA Sense and Avoid Demo Works* [Em linha]. UAS Vision, 2011 [Referência de 09 de Março de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.uasvision.com/archives/1588>

CURRY, R. *Annual Worldwide UAS Market will double to \$11.3 Billion in ten years* [Em linha]. UAS Vision, 2011 [Referência de 09 de Março de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.uasvision.com/archives/1628>

CURRY, R. *Northrop Grumman Gets \$26M for BAMS 'Sense & Avoid' System* [Em linha]. UAS Vision, 2011 [Referência de 24 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.uasvision.com/archives/1307#more-1307>

DARPA. (1998). *Unmanned Combat Air Vehicle Advanced Technology Demonstration*. Arlington: DARPA.

DARPA. *Vulture Program* [Em linha]. Defense Advanced Research Projects Agency, s.d. [Referência de 20 de Dezembro de 2010]. Disponível na internet em: http://www.darpa.mil/news_images/vulture-02.html

DCDC. (2009). *Future Air and Space Operational Concept 2009*. Wiltshire: Development, Concepts and Doctrine Centre.

DCDC. (2010). *Strategic Trends Programme - Global Strategic Trends out to 2040*. [SI]: Development, Concepts and Doctrine Centre - UK Ministry of Defense.

DEFENSE INDUSTRY DAILY. *DARPA's Vulture: What Goes Up, Needn't Come Down* [Em linha]. Defense Industry Daily, 2010 [Referência de 20 de Dezembro de 2010]. Disponível na internet em: <http://www.defenseindustrydaily.com/DARPA-s-Vulture-What-Goes-Up-Neednt-Come-Down-04852/#extreme-uav-autonomy>

DEFENSE INDUSTRY DAILY. *Hezbollah Mirsad-1 UAV Penetrates Israeli Air Defenses* [Em linha]. Defense Industry Daily, 2005 [Referência de 10 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.defenseindustrydaily.com/hezbollah-mirsad1-uav-penetrates-israeli-air-defenses-0386/>



DEFENSE SCIENCE BOARD. (2004). *Unmanned Aerial Vehicles and Uninhabited Combat Aerial Vehicles*. Washington: Office of the Under Secretary of Defense for Acquisition, Technology and Logistics.

DEPTULA, L. D. (2009). *Remotely piloted aircraft in the United States Air Force. Adiestramento, Gestion y empleo operativo de uas* (pp. 125-138). MADRID: EJÉRCITO DEL AIRE.

DoD. (2009). *FY2009-2034 Unmanned Systems Integrated Roadmap*. Department of Defense.

DoD. (2010). *Joint Publication 1-20 "Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms"*. Washington: Department of Defense.

DoD. (2010). *Military and Security Developments Involving the People's Republic of China*. Department of Defense.

DoD. (2001). *Unmanned Aerial Vehicles Roadmap 2000*. Washington: Department of Defense.

DoD. (2002). *Unmanned Aerial Vehicles Roadmap 2002*. Washington: Department of Defense.

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

DoD. (2007). *Unmanned Systems Roadmap 2007*. Washington: Department of Defense.

DREW, J. G. (2005). *Unmanned Aerial Vehicle: End-to-End Support Considerations*. Santa Monica: RAND.

FROST&SULLIVAN. (2007). *Study Analysing the current activities in the field of UAVs*. Brussels: European Commission.

FULGHUM, D. A. *Canada Expects Much Higher JSF Unit Costs* [Em linha]. Aviation Week, 2011 [Referência de 12 de Março de 2011]. Disponível na internet em: http://www.aviationweek.com/aw/generic/story_channel.jsp?channel=defense&id=news/awx/2011/03/10/awx_03_10_2011_p0-295042.xml

GARCIA, F. P. *War in the XXI Century [1]* [Em linha]. Jornal de Defesa, 2007 [Referência de 15 de Novembro de 2010]. Disponível na internet em: http://www.jornaldefesa.com.pt/conteudos/view_txt.asp?id=527



GDDC. (2010?). Gabinete de Documentação e Direito Comparado, 2010?. [Referência de 04 de Dezembro de 2010]. Disponível na internet em: <http://www.gddc.pt/default.asp>

GLADE, D. (2000). *Unmanned Aerial Vehicles: Implications for military operations*. Montgomery: Air War College.

GORMLEY, D. M. (2003). New developments in unmanned air vehicles and land-attack cruise missiles. In SIPRI, *SIPRI Yearbook 2003* (pp. 409-432). Stockolm: Stockolm International Peace Research Institute.

Gray, C. S. (1999). *Modern Strategy*. New York: Oxford University Press Inc.

JANE'S. *HQ-19 (S-400) (China), Defensive weapons* [Em linha]. Jane's, 2010. [Referência de 25 de Fevereiro de 2010]. Disponível na internet em: <http://www.janes.com/articles/Janes-Strategic-Weapon-Systems/HQ-19-S-400-China.html>

JAPCC. (2010). *Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO*. Kalkar: Joint Air Power Competence Center.

JOINT AIR POWER COMPETENCE CENTRE. (2005). *Strategic concept*. Kalkar: JAPCC.

JOINT CHIEFS OF STAFF. (2000). *Joint Vision 2020*. Washington DC: US Government Printing Office.

JONES, C. A. (1997). *Unmanned Aerial Vehicles: an assessment of historical operations and future possibilities*. Air Command and Staff College.

JUMPER, J. P., DEPTULA, D. A., ADAMS, H. B. (2009). Integrating CONOPS into the Acquisition Process. *Joint Force Quarterly*, pp. 66-68.

KLAUSNER, L. C.. *Command and Control of Air and Space Forces Requires Significant Attention to Bandwidth* [Em linha]. Air and Space Power Journal, 2002. [Referência de 02 de Março de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.airpower.au.af.mil/airchronicles/apj/apj02/win02/klausner.html>

LAMBETH, B. S. (2001). *NATO's Air War for Kosovo: A Strategic and Operational Assessment*. Santa Monica: RAND.

MATHER, B. C. *Pilotless Warriors Soar To Success* [Em linha]. CBS NEWS Tech, 2003 [Referência de 21 de Março de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.cbsnews.com/stories/2003/04/25/tech/main551126.shtml>



MCCULLAGH, D. *U.S. was Warned of Predator Drone Hacking* [Em linha]. CBS News, 2009 [Referência de 20 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: http://www.cbsnews.com/8301-504383_162-5988978-504383.html

MISSILETHREAT.COM. *S-400 (SA-20 Triumph)* [Em linha]. Missilethreat.com, 2009. [Referência de 25 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em : http://www.missilethreat.com/missiledefensesystems/id.52/system_detail.asp

MORGADO, J. A., & SOUSA, J. B. (2009). *O Programa de Investigação e Tecnologia em Veículos Aéreos Autónomos Não-Tripulados da Academia da Força Aérea*. Lisboa: Instituto da Defesa Nacional.

NARDULLI [et al.], B. R. (2002). *Disjointed War: Military Operations over Kosovo, 1999*. Santa Monica: RAND.

NATIONAL INTELLIGENCE COUNCIL. (2008). *Global Trends 2025: A Transformed World*. Washington: Office of the Director of National Intelligence - USA.

NATO. (2009). *AJP-3.3(A) Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations*. Brussels: NATO.

NATO. (2010?). *AJP-3.4(A) Allied Joint Doctrine for Non-Article 5 Crisis Response Operations (Ratification Draft)*. Brussels: NATO.

NATO. (2010). *NATO's New Strategic Concept*. Obtido em 12 de Dezembro de 2010, de NATO: <http://www.nato.int/lisbon2010/strategic-concept-2010-eng.pdf>

NATO. (2009). *Multiple Futures Project*. Norfolk: Allied Command Transformation.

NAVY. (2011). *Weapons procurement, NAVY - Fiscal Year 2012 Budget estimates*. Department of Defense .

NOWAK, P. *No robot eyes in the skies over G20* [Em linha]. CBC News, 2010. [Referência de 24 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.cbc.ca/news/technology/story/2010/06/24/g20-uav-robot-surveillance.html>

NSA. (2010). *AAP-6(2010) - NATO glossary of terms and definitions*. Brussels: NATO.

PARDESI, M. S. (2004). *UAVs/UCAVs - Missions, challenges and strategic implications for small and medium powers*. Singapore: The Institute of Defense and Strategic Studies.

PINTO, R. *Areias betuminosas* [Em linha]. www.wikienergia.pt, 2010 [Referência de 29 de Novembro de 2010]. Disponível na internet em: http://www.wikienergia.pt/~edp/index.php?title=Areias_betuminosas



POLMAR, N. (2001). *Naval Institute Guide to the Ships and Aircraft of the U.S. Fleet* (17ª ed.). Annapolis: Naval Institute Press.

QUIVY, R., & CAMPENHOUDT, L. V. (1998). *Manual de investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva.

REED, J. *DoD Begins New F-35 Cost Estimate* [Em linha]. Defense News, 2010. [Referência de 18 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: <http://www.defensenews.com/story.php?i=4571454>

ROXBOROUGH, I. (Outono de 2002). From Revolution to Transformation: The State of the Field. *Joint Force Quarterly* , pp. 68-75.

SINGER, P. W. *A Revolution Once More: Unmanned Systems and the Middle East* [Em linha]. Brookings, 2011. [Referência de 10 de Fevereiro de 2011]. Disponível na internet em: http://www.brookings.edu/articles/2009/11_robotic_revolution_singer.aspx

SOSA, A. J. (1998). *Unmanned Aerial Vehicle: Promises and Potential*. Carlisle: U.S. Army War College.

THE DEVELOPMENT, CONCEPTS AND DOCTRINE CENTRE (2009). *Future Air and Space Operational Concept 2009*. Swindow, UK: DCDC.

THEVENOT, R., D'AUNDIFFRET, A. (1997). *The role of Unmanned Tactical Aircraft in the battlefield surveillance*. Greece: Advisory Group for Aerospace Research and Development.

THOMPSON, M. C. (2000). F-16 UCAVs - A Bridge to the Future of Air Combat? *Aerospace Power Journal* , 22-36.

THOMPSON, W. T., TVARYANAS, A. P., CONSTABLE, S. H. (2005). *The U.S. Military Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Experience: Evidence-Based Human Systems Integration Lessons Learned*. NATO.

TURNER, J. *Energy-Efficient Systems Eliminate Icing Danger for UAVs* [Em linha]. NASA, 2010 [Referência de 14 de Janeiro de 2011]. Disponível na internet em: http://www.sti.nasa.gov/tto/Spinoff2010/ps_2.html

UK MINISTRY OF DEFENSE. *The Future Strategic Context for Defense* [Em linha]. Ministry of Defense, 2001. [Referência de 25 de Novembro de 2010]. Disponível na internet em: http://www.mod.uk/NR/rdonlyres/7CC94DFB-839A-4029-8BDD-5E87AF5CDF45/0/future_strategic_context.pdf



USAF. *Aircraft Statistics* [Em linha]. Air Force Safety Center, 2009. [Referência de 17 de Dezembro de 2010]. Disponível na internet em: <http://www.afsc.af.mil/organizations/aviation/aircraftstatistics/index.asp>

USAF. (2005). *The U.S. Air Force Remotely Piloted Aircraft and Unmanned Aerial Vehicle Strategic Vision*. USAF.

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

USAF. (2011). *US Air Force*. Obtido em 17 de Dezembro de 2010, de Air Force Financial Management & Comptroller: <http://www.saffm.hq.af.mil/index.asp>

VALERDI, R. (2005?). *Cost Metrics for Unmanned Aerial Vehicles*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.

WAISBERG, T. *O Papel do Direito Internacional na Guerra entre Israel e o Hamas: inter armas silent leges? [em linha]*. Jornal de Defesa, 2009. [Referência de 04 de Dezembro de 2010]. Disponível na internet em: http://www.jornaldefesa.com.pt/conteudos/view_txt.asp?id=664

WALLIO, R. (1980). *MEAN ZONAL WINDS - Experimenting with Seasonal Predictions for High Altitude Balloon Flights*. Obtido em 12 de Janeiro de 2011, de <http://showcase.netins.net/web/wallio/MZW.html>

WAXMAN, M. C. (2000). *International Law and the Politics of Urban Air Operations*. Santa Monica: RAND.

WEZEMAN, S. (2007). *UAVs and UCAVs: developments in the European Union*. Brussels: European Parliament.

WIKIPEDIA. (24 de Janeiro de 2011). *AGM-86 ALCM*. Obtido em 19 de Fevereiro de 2011, de Wikipedia: http://en.wikipedia.org/wiki/AGM-86_ALCM

WILLIAMS, K. W. (2004). *A summary of unmanned aircraft accident/incident data: human factors implications*. Oklahoma City: Federal Aviation Administration.

YARGER, H. R. (2006). *Strategic theory for the 21st century: the little book on big strategy*. [S.I.]: Department of the Army.

ZALMAY, Khalilzad, I. O. (2003). *Sources of Conflict in the 21st Century - Regional Futures and U.S. Strategy*. Santa Monica: RAND.



Anexo A – Modelo de Análise

Tabela A5- Quadro síntese do Modelo de Análise

Conceito	Dimensão	Indicadores
Capacidade Operacional	Intrínseca	Furtividade
		Persistência
		Velocidade
		<i>All Weather</i>
		Manobrabilidade
		<i>Links C2</i>
		<i>Unmanned</i>
	Extrínseca	Sensores
		Armamento
		<i>Data links</i>
Global	Pertinência	
Constrangimento	Material	Fiabilidade
		<i>Links de C2 e dados</i>
		Autonomia
		Auto-protecção
		Custos económicos
	Humano	Atrição
		Fisiologia
	Formal	Legislação
		Ética
Substituição efectiva	Operacional	Grau de eficácia no cumprimento missão
		Grau de eficiência no cumprimento da missão
	Económica	Custo monetário da capacidade



Anexo B – Corpo de Conceitos

Autonomia – Grau de capacidade de um sistema em operar e reagir ao ambiente operacional de forma coerente e isolada face ao seu exterior.

Espectro de actuação - Conjunto de operações que podem ser executadas num quadro de missões de âmbito militar

Aeronave Furtiva – Aeronave que incorpora tecnologia específica no sentido de evitar a sua detecção, através da implementação de métodos de diminuição da sua assinatura radar, bem como de redução da sua visibilidade nas gamas do infravermelho, visual, acústico e espectro electromagnético.

Human System Integration (HSI) – *“Revolução cultural sociotécnica, que visa a plena integração de pessoas, tecnologia e organizações para a consecução de objectivos comuns”* (THOMPSON, TVARYANAS, & CONSTABLE, 2005, pp. 5-10)

Unmanned Aircraft (UA) - Aeronave que não possui a bordo um operador humano e é capaz de voar sob controlo remoto ou autonomamente, quando pré-programada. Um UA é recuperável podendo, no entanto, ser descartável quando necessário e o qual possui capacidade de carga, letal ou não. O UA inclui a aeronave e todo o equipamento a bordo (meio de propulsão, aviónicos, combustível, sistema de navegação e comunicação) (JAPCC, 2010, p. 5).

Unmanned Aircraft System (UAS) - Sistema composto por seis elementos: o veículo aéreo, carga, operadores humanos, estação de controlo, *links* de comunicações e equipamento de apoio.

Unmanned Combat Aircraft System (UCAS) - subconjunto dos UAS, especialmente concebidos como aeronave de ataque e caracterizados pela sua alta performance, furtividade e capacidade de emprego de armamento diversificado.

SEAD - *“actividade que neutraliza, degrada temporariamente ou destrói as defesas aéreas inimigas, através de meios destrutivos e/ou disruptivos”* (NSA, 2010, pp. 2-S-15).

Superioridade Informacional – Vantagem operacional decorrente da capacidade de adquirir, processar e disseminar um fluxo contínuo e ininterrupto de informação, ao mesmo tempo que tal capacidade é negada ao adversário (DoD, 2010, p. 225).





Anexo C – Actividade Operacional e Atrição de UAS (USAF, Aircraft Statistics, 2009)

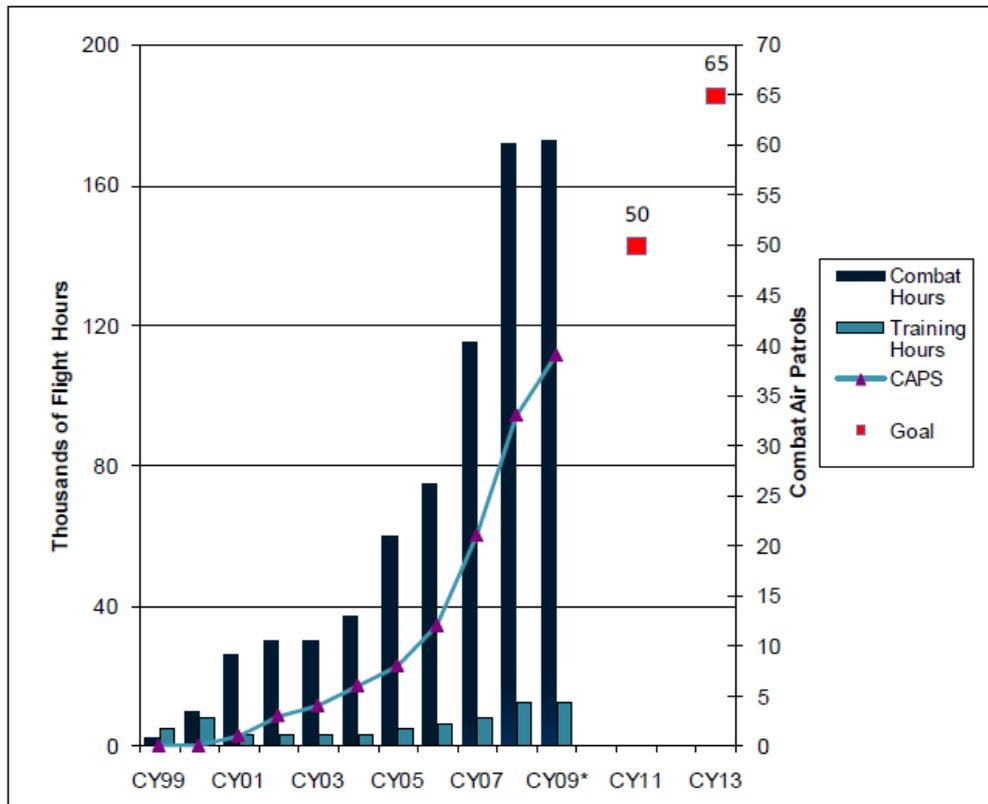


Gráfico C1- Utilização operacional dos UAS MQ-1B (Predator) e MQ-9A (Reaper)

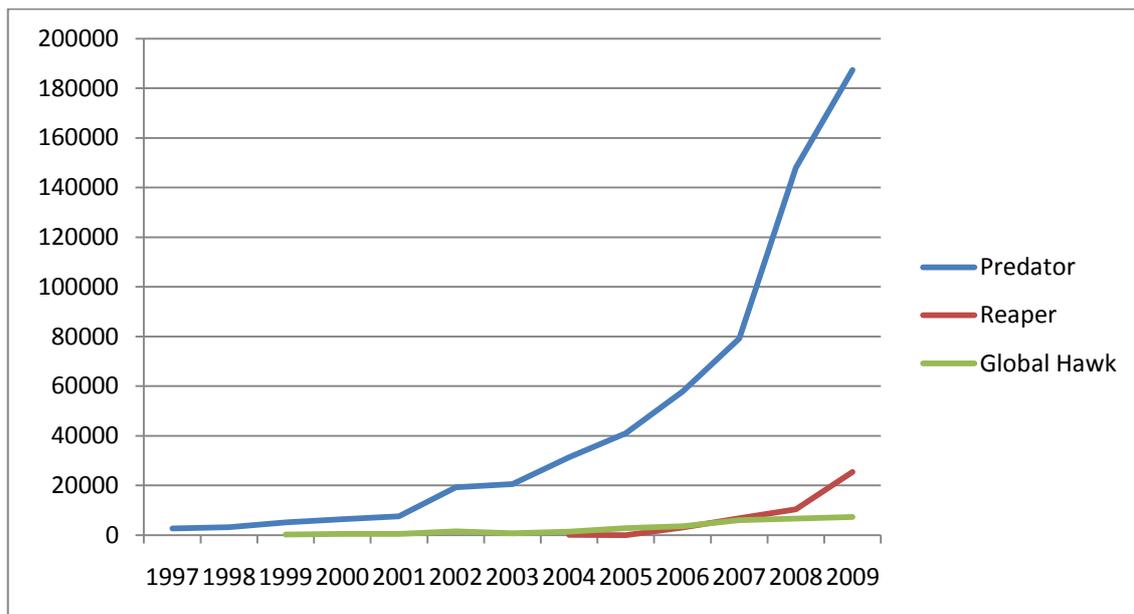


Gráfico C2- Horas de voo anuais dos UAS Predator, Reaper e Global Hawk



RQ001 UAS MISHAP HISTORY								
YEAR	CLASS A		CLASS B		DESTROY		HOURS *	Cum HOURS
	#	RATE	#	RATE	A/C	RATE		
FY97	2	75.27	0	0.00	2	75.27	2657	2657
FY98	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3258	5915
FY99	2	38.95	0	0.00	2	38.95	5135	11050
FY00	1	15.56	1	15.56	1	15.56	6426	17476
FY01	3	39.62	1	13.21	3	39.62	7571	25047
FY02	5	25.89	0	0.00	4	20.71	19313	44360
FY03	2	9.75	0	0.00	2	9.75	20507	64867
FY04	4	12.75	0	0.00	3	9.56	31383	96250
FY05	6	14.63	1	2.44	5	12.19	41024	137274
FY06	4	6.92	0	0.00	2	3.46	57798	195072
FY07	5	6.31	0	0.00	3	3.79	79177	274249
FY08	10	6.76	3	2.03	4	2.70	148001	422250
FY09	13	6.94	4	2.13	9	4.80	187393	609643
5 YR AVG	7.6	7.40	1.6	1.56	4.6	4.48	102678.6	
10 YR AVG	10.6	8.85	2.0	1.67	7.2	6.01	119718.6	
LIFETIME	57	9.35	10	1.64	40	6.56	609,643	

UPDATED 04-DEC-09

Tabela C1 – Historial de acidentes do UAS Predator

RQ004 UAV MISHAP HISTORY								
YEAR	CLASS A		CLASS B		DESTROY		HOURS	CUM HOURS
	#	RATE	#	RATE	A/C	RATE		
FY99	1	375.94	0	0	1	375.94	266	266
FY00	1	221.73	0	0	0	0.00	451	717
FY01	0	0.00	0	0.00	0	0.00	486	1203
FY02	2	127.71	0	0.00	2	127.71	1566	2769
FY03	0	0.00	0	0.00	0	0.00	779	3548
FY04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	1375	4923
FY05	0	0.00	1	34.99	0	0.00	2858	7781
FY06	0	0.00	0	0.00	0	0.00	3568	11349
FY07	0	0.00	0	0.00	0	0.00	5972	17321
FY08	0	0.00	0	0.00	0	0.00	6634	23955
FY09	1	13.75	0	0.00	0	0.00	7274	31229
5 YR AVG	0.2	3.80	0.2	3.80	0.0	0.00	5261.2	
10 YR AVG	0.4	6.46	0.1	1.61	0.2	3.23	6192.6	
LIFETIME	5	16.01	1	3.20	3	9.61	31229	

UPDATED 04-DEC-09

Tabela C1 – Historial de acidentes do UAS Global Hawk



Q-9 UAS MISHAP HISTORY								
YEAR	CLASS A		CLASS B		DESTROY		HOURS *	Cum
	#	RATE	#	RATE	A/C	RATE		HOURS
FY04	0	0.00	0	0.00	0	0.00	71	71
FY05	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	71
FY06	1	32.02	0	0.00	0	0.00	3123	3194
FY07	1	14.58	0	0.00	0	0.00	6857	10051
FY08	2	19.27	0	0.00	0	0.00	10378	20429
FY09	3	11.82	0	0.00	1	3.94	25391	45820
5 YR AVG	1.4	15.30	0.0	0.00	0.0	0.00	9149.8	
LIFETIME	7	15.28	0	0.00	1	2.18	45,820	

UPDATED 04-DEC-09

Tabela C1 – Historial de acidentes do UAS Reaper



Anexo D – Orçamento da USAF e DoD para aquisição UAV

O seguinte quadro representa os custos de aquisição (e perspectiva orçamental para 2011) de UAVs, por parte da USAF. Os valores apresentados referem-se a **Milhões de US\$**.

		ANO			
		2000	2005	2011	Total em 2015
R/MQ-1 Predator	Custo (\$M)	57	146	0	2,647
	Qt	8	9	0	300
R/MQ-4 Global Hawk	Custo (\$M)	0	359	740	5,551
	Qt	0	4	4	61
MQ-9 Reaper	Custo (\$M)	0	0	1,080	7,286
	Qt	0	0	48	341
Totais	Custo (\$M)	57	505	1,820	15,484
	Qt	8	13	52	702

Fonte: Air Force Financial Management & Comptroller

O gráfico D1 mostra a evolução do orçamento do DoD dos EUA para aquisição de UAS (DoD, 2005)

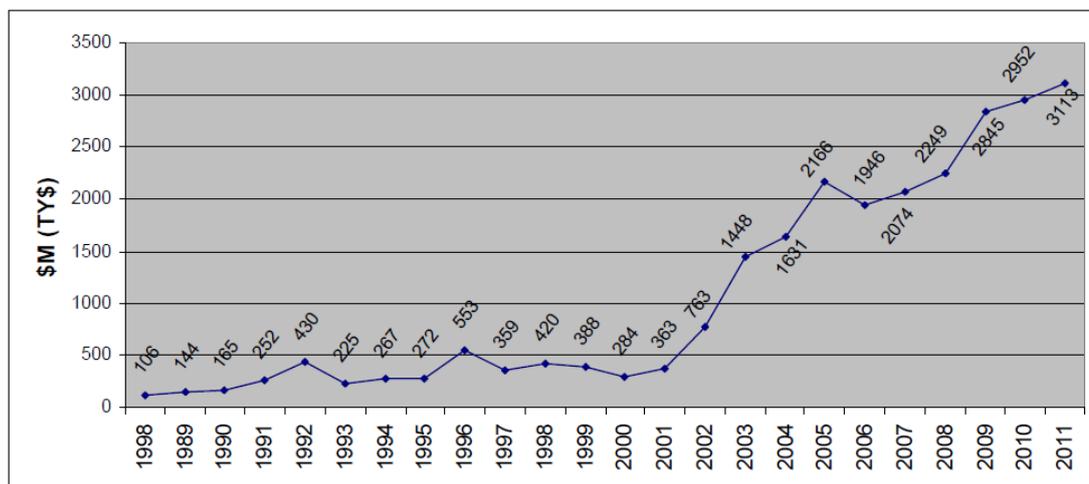


Gráfico D1



Anexo E – Categorias de UAV na NATO

As determinações das categorias de UAV, no âmbito da NATO, encontram-se sumarizadas na tabela D3 e derivam do peso máximo à descolagem e tecto de serviço das aeronaves. No caso de ocorrer um conflito em termos de classificação, prevalece a respectiva ao seu peso máximo à descolagem (ex. Caso um UAV pese 15Kg e opere a 6000 ft *Above Ground Level* (AGL), este considerar-se-á Classe I) (JAPCC, 2010, p. 9)

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

Tabela E1 ⁴⁵

⁴⁵ Fonte (JAPCC, 2010, p. 9)