



# **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS NO SÉCULO  
XXI**

**1º Ten Art MARCUS PAULO RIBEIRO DE SOUZA**

**RIO DE JANEIRO**

**2013**

MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DECE<sub>x</sub> - DET Mil  
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

1º Ten Art **MARCUS PAULO RIBEIRO DE SOUZA**

EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS NO SÉCULO  
XXI

RIO DE JANEIRO

2013



MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DECE<sub>x</sub> - DET Mil  
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

SOUZA, Marcus Paulo Ribeiro de (Ten Art). *EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS NO SÉCULO XXI*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa *lato sensu* como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Ciências Militares com ênfase na especialização em Artilharia Antiaérea. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: GEORGE **KOPPE** EIRIZ – Cap Art

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: \_\_\_\_\_

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Rio de Janeiro, \_\_\_\_\_ de Outubro de 2013.

\_\_\_\_\_  
GEORGE **KOPPE** EIRIZ – Cap Art  
Presidente/ Orientador

\_\_\_\_\_  
DANIEL RODRIGUES **LOBO VIANNA** – Cap Art  
Membro

\_\_\_\_\_  
VINÍCIUS **GOMES** DE JESUS – 1º Ten Art  
Membro

1º Ten Art **MARCUS PAULO RIBEIRO DE SOUZA**

EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS NO SÉCULO  
XXI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa de pós-graduação *latu sensu* como requisito parcial para a obtenção do certificado em Ciências Militares com ênfase na especialização em Artilharia Antiaérea. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: Cap Art **GEORGE KOPPE EIRIZ**

RIO DE JANEIRO

2013

Dedico este trabalho à minha família, em particular a minha esposa Elziane que sempre esteve ao meu lado e me apoiou em todas as minhas decisões e aos meus companheiros de curso que sempre estiveram ao meu lado.

## LISTA DE ABREVIATURAS

ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
EB	Exército Brasileiro
BDA	<i>Battle Damage Assessment</i> / Avaliação de Danos de Combate
BLOS	<i>Beyond Line of Sight</i> / Além da Linha de Visada
CIA	<i>Central Intelligence Agency</i> /Agência Central de Inteligência
EO	<i>Electro-Optical</i> / Eletro-Óptico
EUA	Estados Unidos da América
FLIR	<i>Forward Looking Infrared</i> / Sensor Infravermelho de Visão Frontal
FT	Força Tarefa
GMTI	<i>Ground Moving Target Indicator</i> / Indicador Terrestre de Alvos Móveis
GPS	<i>Global Positioning System</i> / Sistema de Posicionamento Global
IFF	<i>Identification Friend or Foe</i> / Identificador amigo ou inimigo
IR	Infrared / Infravermelho
Kg	Quilograma
Km	Quilômetro
Km/h	Quilômetro por hora
NCD	Nota de Coordenação de Doutrinária
ONU	Organização das Nações Unidas
ODIN	<i>Observe, Detect, Identify, and Neutralize</i> / Observar, Detectar, Identificar e Neutralizar
PERSAS	<i>Persistent Stare Exploitation and Analysis Sytem</i>
RWR	<i>Radar Warning Receiver</i> / Receptor Alerta Radar
SAR/ RAS	<i>Synthetic Aperture Radar</i> / Radar de Abertura Sintética
SARP	Sistema Aéreo Remotamente Pilotado
SAM	<i>Surface-to-ar-missele</i> / Míssil Terra-Ar
SATCOM	<i>Satellite Communication</i> /Satélite de Comunicações
UAV/ VANT	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i> / Veículo Aéreo Não Tripulado
USAF	<i>United States Air Force</i> / Força Aérea dos Estados Unidos
UCAV	<i>Unmanned Combat Air Vehicle</i> / Veículo de Combate Aéreo Não Tripulado
US ARMY	Exército dos EUA
VIRAT	<i>Video and Image Retrieval and Analysis Tool</i> / Ferramenta de Analysis e Recuperação de Imagens e Vídeo

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Estação de Controle Terrestre	17
Figura 2	- Subsistema de lançamento e recuperação	18
Figura 3	- Subsistema aeronave remotamente pilotada	18
Figura 4	- <i>Sperry Aerial</i> Torpedo	19
Figura 5	- <i>Kettering Aerial</i> Torpedo	19
Figura 6	- DH-82B <i>Queen Bee</i>	20
Figura 7	- V-1 (Arma de Retaliação)	20
Figura 8	- Estação de controle	22
Figura 9	- Tipos de subsistema de lançamento e recuperação	23
Figura 10	- Lançamento de um míssil <i>Hellfire</i> de um <i>Predator</i>	24
Figura 11	- Sensores FLIR STAR ( <i>Staring Array</i> ) SAFIRE ( <i>Shipboard/Airborne Forward-Looking Infrared Equipment</i> )	25
Figura 12	- Imagens produzidas pelo radar multimodos de abertura sintética (SAR)	25
Figura 13	- Foto da ARP inglesa <i>Taranis</i>	26
Figura 14	- ARP do sistema <i>Heron 1</i>	29
Figura 15	- ARP do sistema <i>Hermes 900</i>	29
Figura 16	- ARP do sistema MQ-1 <i>Predator</i>	30
Figura 17	- ARP do sistema <i>Global Hawk</i>	31
Figura 18	- ARP do sistema RQ-170 <i>Sentinel</i>	32
Figura 19	- ARP do sistema <i>Fire Scout</i> testando o lançamento de foguetes não-guiados de 70mm	33
Figura 20	- ARP do sistema <i>Raven</i> sendo lançada a mão por um militar americano	34
Figura 21	- ARP do sistema <i>Mantis</i>	34
Figura 22	- ARP do sistema <i>Yilong</i>	35
Figura 23	- ARP do sistema (em desenvolvimento) <i>Skat</i>	36
Figura 24	- ARP do sistema <i>Eagle 1</i>	37
Figura 25	- ARP do sistema MQ-9 <i>Reaper</i>	39
Figura 26	- Mini-ARP <i>Raven</i> sendo lançada por um militar americano	40
Figura 27	- Alvos sendo acompanhados pelo software <i>Angel Fire</i>	41
Figura 28	- Casulos de câmeras adicionais instalados nas asas da ARP do sistema MQ-1C <i>Gray Eagle</i>	42
Figura 29	- Sistema <i>Sense And Avoid</i>	46
Figura 30	- Avarias na aeronave C-130 caudas pela colisão com um SARP RQ-1 <i>Shadow</i>	47

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Classificação dos VANT.....	16
Tabela 2	- Classificação de ARP no Exército Brasileiro.....	16

## RESUMO

MARCUS, Paulo Ribeiro de Souza. *Evolução dos Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados no Século XXI*. Rio de Janeiro, 2013.

O presente trabalho trata da evolução dos sistemas aéreos remotamente pilotados (SARP) no século XXI. O objetivo dessa pesquisa é descrever o desenvolvimento do SARP no século XXI até os dias atuais, seus reflexos no campo de batalha e fazer uma projeção das possíveis inovações e tendências que poderão ocorrer nos próximos anos. A pesquisa tem caráter bibliográfico e documental, pois é realizada baseada em manuais e documentos referentes ao assunto. Os resultados encontrados foram que, do início do século XXI até os dias atuais, ocorreram significativas evoluções na eletrônica, software e componentes dos SARP, trazendo o conceito de SARP de combate. A sua utilização vem diminuindo a exposição dos soldados nos campos de batalha e, conseqüentemente, diminuindo as baixas em combate. Dessa forma, esses vetores foram muito empregados nas guerras do Afeganistão e Iraque, sendo relevantes para o sucesso das operações realizadas pelos aliados, liderados pelos EUA. Contudo, a crescente robotização do campo de batalha vem aumentando a desumanização dos conflitos como conseqüência do afastamento geográfico entre as forças atacantes. Além disso, a utilização desses sistemas de maneira não regulamentada por algumas nações estão levantando vários debates sobre a ética no seu emprego. A inserção dessas aeronaves no espaço aéreo demonstra uma grande necessidade de coordenação para evitar possíveis colisões, visando manter a harmonia na utilização do espaço aéreo. Conclui-se que os SARP estão trazendo profundas modificações no combate moderno, fazendo com que muitas nações se adestrem no emprego desses vetores e procurem se adequar às novas tendências tecnológicas do cenário mundial.

Palavras-chave: SARP, tendências, evolução, Século XXI.

## **ABSTRACT**

MARCUS, Paulo Ribeiro de Souza. Development of Remotely Piloted Air Systems (SARP) in the 21st Century. Rio de Janeiro, 2013.

The present work deals with the development of remotely piloted air systems (RPAS) in the 21st century. The goal of this research is describe the development of the RPAS in the 21st century until the present days, their reflections on the battlefield and make a projection of possible innovations and trends which could occur in the next few years. The research has a bibliographic and documentary character, as it is performed based on manuals and documents related to the subject. The results were that, from the beginning of the 21st century to the present day, there have been significant developments in electronics, software and materials of SARP, bringing the concept of RPAS. Its use has been decreasing the exposure of soldiers on the battlefield and, consequently, reducing the casualties in combat. Thus these vectors were much employed in the wars in Afghanistan and Iraq being relevant to the success of operations conducted by the allies, led by the United States. However, the increasing battlefield's robotization is increasing the dehumanization of conflicts as a result of geographical remoteness between the forces and the attackers. Furthermore the use of these systems in a manner not governed by some Nations are raising many debates about the ethics in its appliance. The insertion of these aircraft in airspace demonstrates a great need for coordination to avoid possible collisions in order to maintain harmony in the use of airspace. It is concluded that the SARP are bringing profound changes in modern combat, doing that many Nations adestrem in employment of these vectors and try to fit the new technological trends of the world stage.

Keywords: RPAS, trends, evolution, 21st century.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS.....</b>	<b>14</b>
2.1	DEFINIÇÃO.....	14
2.2	COMPOSIÇÃO DO SISTEMA.....	17
<b>3</b>	<b>EVOLUÇÃO DOS SARP ATÉ OS DIAS ATUAIS.....</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>PRINCIPAIS SARP UTILIZADOS ATUALMENTE.....</b>	<b>28</b>
4.1	ISRAEL.....	28
4.1.1	SISTEMA HERON 1.....	28
4.1.2	SISTEMA HERMES.....	29
4.2	ESTADOS UNIDOS.....	30
4.2.1	SISTEMA MQ-1 PREDATOR.....	30
4.2.2	SISTEMA RQ4-A GLOBAL HAWK.....	31
4.2.3	SISTEMA RQ-170 SENTINEL.....	31
4.2.4	SISTEMA RQ-8B FIRE SCOUT.....	32
4.2.5	SISTEMA RQ-11A RAVEN.....	33
4.3	GRÃ-BRETANHA.....	34
4.3.1	SISTEMA MANTIS.....	34
4.4	CHINA.....	34
4.4.1	SISTEMA YILONG.....	35
4.5	RÚSSIA.....	35
4.5.1	SISTEMA SKAT.....	35
4.6	FRANÇA.....	36
4.6.1	SISTEMA EAGLE 1.....	36
<b>5</b>	<b>USO DE SARP NO CONFLITO DO IRAQUE E AFEGANISTÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>NORMATIZAÇÃO DO USO DOS SARP NO CENÁRIO MUNDIAL.....</b>	<b>44</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>47</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As buscas pelas informações no campo de batalha sempre foram de fundamental importância para o cumprimento das missões e para o sucesso em qualquer operação militar. Nas guerras do passado, as informações eram enviadas por mensageiros, que percorriam grandes distâncias a fim de repassar aos comandantes as informações levantadas na vanguarda, de forma a contribuir para que eles tomassem as melhores decisões no campo de batalha.

Nos conflitos modernos, as informações chegam aos comandantes praticamente em tempo real, fazendo com que estes analisem a real situação de suas tropas e das forças inimigas, o que aumenta o dinamismo do combate e a velocidade da evolução das situações.

A velocidade no fluxo das informações foi proporcionado por grandes avanços tecnológicos no campo das comunicações, ocorridos principalmente a partir da Segunda Guerra Mundial. Esses avanços foram empregados em sistema de armas, sistemas de comando e controle e sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (SARP).

O estudo sobre os SARP teve início no século passado e seu emprego tático em conjunto com as tropas terrestres começou nos anos 80 e 90, com destaque para a batalha de Vale do Bekaa, entre Israel e Líbano; na guerra do Golfo, entre os Aliados, liderados pelos Estados Unidos; e mais recentemente na guerra do Afeganistão e na segunda guerra do Iraque (NETO e ALMEIDA, 2009). Nesses conflitos tornaram-se evidentes as vantagens que esses sistemas puderam proporcionar às tropas que os utilizavam, pois possibilitava aos comandantes observarem o campo de batalha em tempo real.

Missões que antes eram executadas por homens passaram a ser realizadas por SARP, os quais apresentavam maior eficiência sem expor as aeronaves e pilotos aos desgastes e riscos desnecessários, além de reduzir os custos nas missões de forma considerável. Atividades de guerra eletrônica também passaram a ser executadas por essas aeronaves, pois seu tamanho reduzido e o perfil de vôo que a baixa altura, dificultam sua detecção por parte do inimigo (BARROZO, 2010).

Nos conflitos mais recentes, os SARP foram empregados em larga escala. Novas tecnologias embarcadas nessas aeronaves possibilitaram que elas utilizassem armas de grande precisão, aumentando o poder de combate das tropas. As plataformas mais recentes possuem grande autonomia a partir de novas formas de energia, proporcionando que as mesmas permaneçam em vôo ininterrupto por vários dias.

Várias nações, ao contemplar a vasta gama de possibilidades dos SARP, iniciaram o

desenvolvimento próprio ou passaram a buscar a aquisição desses sistemas, ou ainda, procuraram o aprimoramento de seus SARP de forma a adaptá-los às suas necessidades, buscando o seu desenvolvimento para a utilização em diversos ambientes operacionais e no cumprimento de missões com elevado grau de risco, que seriam impossíveis de serem executadas por aeronaves tripuladas. A sua utilização, atualmente, é considerada um assunto estratégico entre vários países do mundo por constituírem armas com elevado poder de letalidade seletiva e empregadas em missões de inteligência diuturnamente, seja em períodos de conflito ou de paz (BARROZO, 2010).

Como podemos observar nos parágrafos acima, esses sistemas possibilitam inúmeras aplicações e facilidades no campo de batalha, contudo, sua utilização de forma não regulamentada está levantando várias questões, particularmente de cunho ético. Muitas ações realizadas pelo governo estadunidense empregando os SARP, por exemplo, estão sendo consideradas como violação do direito internacional, pois, na maioria das vezes, o suposto suspeito é abatido sem mesmo ter oportunidade de ser julgado pelos seus atos, além da produção de efeito colateral em outros atores não-combatentes.

Outra questão levantada é a desumanização da guerra. A título de exemplo, um operador desses vetores pode realizar um ataque no Afeganistão a partir de uma estação de controle nos EUA, o que praticamente reduz a zero o envolvimento emocional do soldado com o conflito e fazendo com que a suas decisões sejam tomadas de forma fria, pois a distância do teatro de operações provoca a diminuição do medo pelo combatente. Isso faz com que o mesmo não observe as condicionantes do momento e, de uma certa maneira, nem mesmo se sinta responsável pela morte causada pelo armamento empregado pela aeronave. Por esses motivos, já estão sendo realizados debates sobre a necessidade da regulamentação no campo do Direito Internacional dos Conflitos Armados (DICA) sobre o emprego dos SARP em conflitos no cenário mundial.

Este Trabalho de Conclusão de Curso está dividido de forma a expor as idéias de forma clara e concisa. Os dados e informações colhidos foram baseados em pesquisas bibliográficas e documentais fundamentadas em material colhido na Internet, nos trabalhos realizados por alunos da EsACosAAe em anos anteriores e em manuais do Exército Brasileiro, bem como em palestras e exposições.

O trabalho será estruturado da seguinte maneira: uma introdução que abordará algumas considerações sobre a importância do assunto SARP na atualidade e um desenvolvimento composto por quatro capítulos. No primeiro deles, pretende-se apresentar como ocorreu o desenvolvimento do SARP no século XXI e até os dias atuais; no segundo,

objetiva-se descrever como foi a utilização desses sistemas nos conflitos do Iraque e Afeganistão; no terceiro, pretende-se relatar as mudanças ocorridas no campo de batalha com o crescente advento dos SARP; e, no quarto, pretende-se citar as principais inovações e tendências relacionadas aos SARP que poderão ocorrer em um futuro próximo.

Como conclusão do trabalho, pretende-se responder às seguintes perguntas: como ocorreu o desenvolvimento dos SARP até os dias atuais, particularmente após o início do presente século? Quais os principais SARP estão sendo utilizados atualmente pelas principais Forças Armadas do mundo nos conflitos do século XXI? Quais as principais mudanças ocorridas no campo de batalha moderno a partir do advento dos SARP? Quais as inovações e tendências ocorrerão no desenvolvimento de futuros SARP e suas conseqüências para os conflitos do futuro?

## 2. SISTEMAS AÉREOS REMOTAMENTE PILOTADOS

### 2.1 DEFINIÇÃO

Os Sistemas Aéreos Remotamente Pilotados possuem diversas definições no tempo presente. Os EUA utilizam o termo *Unmanned Aerial Vehicles* – UAV para designar os chamados Veículos Aéreos não Tripulados (VANT). Seguindo a definição AAP-6 (OTAN, 2008) podemos definir os UAV como:

[...] veículos aéreos com motor, que não transportam um operador humano, utilizam forças aerodinâmicas para ter sustentação, podem voar autonomamente ou ser pilotados remotamente, ser abandonados ou recuperados, e podem transportar uma carga letal ou não. Veículos balísticos ou semi-balísticos, mísseis de cruzeiro e projéteis de Artilharia não são considerados veículos aéreos não tripulados. (pág 232)

No Brasil, também podemos encontrar diversas definições nas literaturas referentes ao assunto. Oliveira (2005) resumiu sinteticamente o VANT como uma plataforma de baixo custo operacional que segue um plano de vôo pré-estipulado, ou ainda que seja operada através de um controle remoto em terra e possua a capacidade de executar atividades como: reconhecimento tático, monitoramento, vigilância, mapeamento e ataque, dependendo dos equipamentos instalados.

O país, ao constatar o crescimento do uso desses sistemas, procurou dar sua própria definição para esses vetores aéreos através a Portaria Normativa do n° 606, do Ministério da Defesa, datada de 11 de junho de 2004, que conceitua o VANT da seguinte maneira:

[...] veículo de pequeno porte, construído com material de difícil detecção, pilotado remotamente, usando asas fixas ou rotativas, e empregado para sobrevoar o alvo ou área de interesse com objetivo de fornecer informações por meio de seu sistema de vigilância eletrônica. (DOU, pág 8)

Atualmente verificou-se que o termo VANT é um conceito incompleto que pode ser interpretado apenas em referência à plataforma aérea não tripulada. O sistema como um todo é formado por diversos subsistemas que possibilitam ao vetor aéreo cumprir diversos tipos de missões. Para tanto, o Exército Brasileiro (EB) passou a utilizar o termo Sistema Aéreo Remotamente Pilotado (SARP), o qual engloba todos os subsistemas que dão suporte à Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) para realizar atividades com auto grau de

complexidade. Esse termo foi definido na Nota de Coordenação Doutrinária (NCD) Nº 03/2012 – C Dout Ex, de 20/12/2012:

[...] Os estudos doutrinários conduziram à mudança de nomenclatura, abandonando o conceito de veículo não tripulado e considerando-o um veículo remotamente pilotado, pois ainda que alguns sistemas modernos possam realizar missões automatizadas, existirá sempre a ação de controle externa, onde o homem é o elemento fundamental, dando consistência às operações sob vários pontos de vista, inclusive o jurídico. (pág 3)

Assim, não faz sentido doutrinário o uso isolado da aeronave, mas sim dentro de uma visão sistêmica, onde o veículo é parte integrante. Por este motivo, Centro de Doutrina do Exército concluiu pela mudança de nomenclatura para Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), em substituição ao conceito mais antigo citado no 1º parágrafo. (pág 3)

Analisando o seu emprego no meio militar através do documento citado acima, verificamos que a ARP possui as seguintes características:

[...] Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) se caracteriza por um vetor aéreo não habitado, pilotado à distância para realizar determinada missão. Este vetor será recuperado ao final da missão a fim de recolher os dados de sensores e sistemas instalados e de ser recondicionado em caso de danos, para nova utilização. (pág 6)

Seguindo a conceituação da NCD já mencionada, verificamos que o emprego do vetor aéreo dissociado do sistema completo normalmente não faz qualquer sentido, ficando limitado a pequenas tarefas. Para que ARP possa executar missões mais complexas, a mesma deve estar inserida em um sistema composto de basicamente três subsistemas: o de Comando e Controle, o de Lançamento e Recuperação e o da Aeronave Remotamente Pilotada propriamente dita. Esses subsistemas juntos formam o já mencionado Sistema Remotamente Pilotado (SARP), capaz de realizar diversos tipos de missões como: vigilância de largas frentes, apoio ao reconhecimento, busca de ameaças, apoio de comunicações, apoio de guerra eletrônica, designador iluminador de alvos, sustentação, apoio à manobra. As funções de todos os subsistemas serão abordadas no próximo tópico.

Em relação à classificação dos SARP, podemos encontrar várias classificações nas bibliografias relacionadas ao tema. Internacionalmente a classificação mais utilizada é a que leva em consideração um conjunto de parâmetros, cuja as mais importantes são:

Categorias	Sigla	Alcance (km)	Altitude de voo	Autonomia (horas)	Peso	Em uso
<b>Tático</b>						
Nano		< 1	100	< 1	< 0,025	Sim
Micro		< 10	250	1	< 5	Sim
Mini	Mini	< 10	150 a 300	< 2	< 30	Sim
Alcance aproximado	CR	10 a 30	3.000	2 a 4	150	Sim
Curto alcance	SR	30 a 70	3.000	3 a 6	200	Sim
Médio alcance	MR	70 a 200	5.000	6 a 10	1.250	Sim
Médio alcance e resistência	MRE	> 500	8.000	10 a 18	1.250	Sim
Altitude Baixa e Vôo de Penetração	LADP	> 250	50 a 9.000	0,5 a 1	350	Sim
Altitude baixa e voo de longa duração	LALE	> 500	3.000	> 24	< 30	Sim
Altitude média e voo de longa duração	MALE	> 500	14.000	24 a 48	1.500	Sim
<b>Estratégico</b>						
	HALE	> 2000	20.000	24 a 48	12.000	Sim
<b>Função Especial</b>						
Combate	UCAV	Aprox. 1500	10.000	Aprox. 2	10.000	Sim
Ataque	LETH	300	4.000	3 a 4	250	Sim
Despistador	DEC	0 a 500	5.000	< 4	250	Sim
Estratosférica	STRATO	> 2.000	> 20.000 e < 30.000	> 48	TBD	Não

**Tabela 1 - Classificação dos VANT**

Fonte: UVS International

Para fins de estudo, utilizaremos a classificação de SARP apresentada pelo Exército Brasileiro através da Nota de Coordenação Doutrinária N° 03/2012 – C Dout Ex, de 20/12/2012 que classifica esses vetores dentro dos níveis tático, operacional e estratégico (Tabela 2).

Nível	Classe	Cat	Escalão(ões) e Níveis de Emprego Típico	Alcance de Trans	Altura de média de trabalho	Raio de ação	Missões Típicas
Tático	I	Micro	Pequenas Fr. DOFEsp	< 150 m	< =30 m	50 m	Contrater- ror, GLO, Rec de á- reas confi- nadas.
		0 <sup>3</sup>	Cia/Esqd <sup>4</sup>	10 Km	< = 900 m	9 Km	Rec, Vig, ILDA, GE, DLPDS, DRC <sup>5</sup> , QBNR, DD.
		1	BiaBA/Btl/Rgt /Esqd <sup>6</sup>	20 Km	< = 1500 m	18 Km	
	II	2	Cia <sup>7</sup> /Bda/Btl <sup>8</sup> / Rgt <sup>9</sup>	> =54 Km	< = 3000 m	48 Km	
		3	GBA/DE <sup>10</sup> /FTC	>150 Km <sup>11</sup>	< = 5000 m	150 Km	
Op		4	FTC/TO	Ilimitado (via satélite)	< = 9 Km	Ilimitado	
Estrt	III	5	Etta Mi D	Ilimitado (via satélite)	> 10 Km	Ilimitado	Rec, Vig, ILDA, GE, DLPDS, DRC, QBNR, DD, SA.

**Tabela 2 – Classificação de ARP no Exército Brasileiro**

Fonte: Nota de Coordenação Doutrinária N° 03/2012 – C Dout Ex, de 20/12/2012

## 2.2 COMPOSIÇÃO DO SISTEMA

Apesar de existirem diferentes tipos de SARP, os sistemas estão divididos basicamente em três subsistemas: Subsistema de Comando e Controle, Subsistema de Lançamento e Recuperação, e Subsistema da Aeronave Remotamente Pilotada. Tais subsistemas são descritos por Oliveira (2005) da seguinte forma:

O primeiro subsistema, de Comando e Controle, tem a responsabilidade de controlar o voo da aeronave, a condução do seu lançamento e recuperação, e de interpretar os dados coletados pelos equipamentos a bordo. Para isso, é instalada uma estação em terra ou mar (Figura 1) que possui os equipamentos necessários ao desempenho desse subsistema.



**Figura 1: Estação de Controle Terrestre**

**Fonte:** [www.aereo.jor.br/tag/reaper/](http://www.aereo.jor.br/tag/reaper/)

Já o Subsistema de Lançamento e Recuperação (Figura 2) é responsável pela decolagem e recuperação em segurança da aeronave. O lançamento pode ser realizado de diversas maneiras: por catapultas, através pistas asfaltadas ou improvisadas, com auxílio ou não de foguetes. Todavia, a recuperação pode ser realizada com utilização de rede, paraquedas, gancho de parada ou vertical, colchões de ar e recuperação por aterrissagem convencional.



**Figura 2: Subsistema de lançamento e recuperação**

**Fonte:** Manual MEC-6 (O Veículo Aéreo Não Tripulado, 1ª Ed, 2006)

Por último, o Subsistema Aeronave Remotamente Pilotada (Figura 3), em termos gerais, engloba as próprias plataformas, que podem apresentar diversas características, possibilidades de emprego e tamanhos.

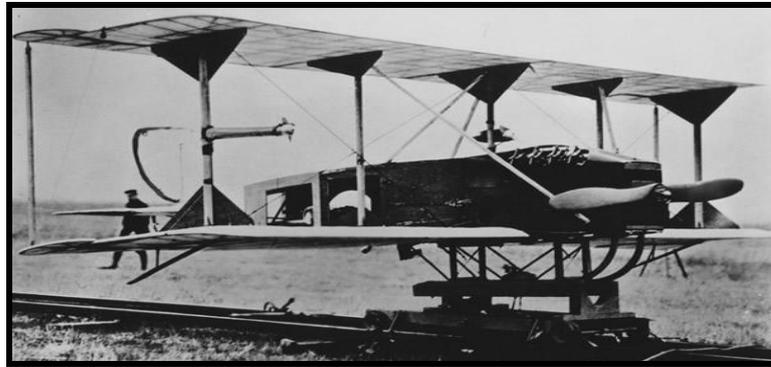


**Figura 3: Subsistema aeronave remotamente pilotada**

**Fonte:** [www.pbrasil.wordpress.com/2010/01/23/vant-mq-1c-warrior-entra-em-operacao/](http://www.pbrasil.wordpress.com/2010/01/23/vant-mq-1c-warrior-entra-em-operacao/)

### 3. EVOLUÇÃO DOS SARP ATÉ OS DIAS ATUAIS

As aeronaves remotamente pilotadas começaram a ser desenvolvidas no início do século XX, durante a 1ª Guerra Mundial. Nesse conflito, os aviões começaram a ser utilizados para fins militares e, a partir de então, se começou a pensar em aeronaves que pudessem voar sem a presença do piloto. Os americanos Peter Cooper Hewitt e Elmer Sperry inventaram o primeiro estabilizador giroscópico automático, que dava estabilidade à aeronave durante o voo (Figura 4), possibilitando o voo não tripulado. Essa tecnologia foi utilizada no avião *Curtiss N-9* da Marinha Americana, transformando-a na primeira aeronave remotamente pilotada. Contudo, não foi utilizada em combate.



**Figura 4: Sperry Aerial Torpedo**

Fonte: <http://1x1.fi/10628>

Anos depois, a empresa General Motors desenvolveu o *Kettering Aerial Torpedo* (Figura 5), que podia transportar até 150 quilogramas de carga útil. O governo dos Estados Unidos encomendou uma grande remessa dessa aeronave com a finalidade de serem utilizadas durante a Primeira Guerra Mundial. No entanto, o conflito terminou antes que fossem empregados.



**Figura 5: Kettering Aerial Torpedo**

Fonte: <http://1x1.fi/10628>

Ao contemplar o desenvolvimento dessas aeronaves por parte dos americanos, os ingleses iniciaram estudos de novas tecnologias que proporcionassem maior desempenho para esses aviões. Eles criaram um dispositivo que possibilitava à aeronave não tripulada retornar ao seu ponto de lançamento, possibilitando sua reutilização em novas missões. Essas aeronaves eram chamadas de *Queen Bee* (Figura 6) e tinham a capacidade de voar até 17000 pés<sup>1</sup> do solo e atingir velocidades de 160 Km/h. Elas foram usadas pela Força Aérea Britânica até 1947.



**Figura 6: DH-82B Queen Bee**

Fonte: <http://1x1.fi/10628>

Durante a 2ª Guerra Mundial, os alemães desenvolveram as chamadas bombas voadoras V-1 (Figura 7), que tinham a capacidade de realizar rotas preprogramadas de até 240 Km de alcance. Essas armas podiam alcançar velocidades de até 750 Km/h e carregar uma ogiva de até 1000 Kg. Muitas foram lançadas contra o território inglês no final da guerra.



**Figura 7: V-1 (Arma de Retaliação)**

Fonte: <http://www.fotosdomundo.com.br/fotos/fotos-de-veiculos-aereos-nao-tripulados-vants.html>

<sup>1</sup> Um pé(ft): 0,33m

Com o final da Segunda Guerra Mundial e o início da Guerra Fria, a corrida armamentista deu origem ao desenvolvimento de vários novos projetos relacionados às aeronaves remotamente pilotadas. Os americanos desenvolveram a primeira ARP com propulsão a jato com a finalidade de realizar missões de inteligência e monitoramento de comunicações em territórios da antiga União Soviética.

Na Guerra da Coreia, os americanos utilizaram esses vetores para realizar reconhecimentos aéreos e para a aquisição de sinais eletrônicos inimigos, proporcionando informações importantes para as tropas terrestres. Os soviéticos, ao perceber o sucesso dos americanos na utilização dessas aeronaves, iniciaram, em sigilo, o desenvolvimento de suas plataformas não tripuladas (Fotos do Mundo, 2013).

Durante a Guerra do Vietnã, os americanos utilizaram muitas ARP para realizar reconhecimentos nos territórios vietnamitas. Foram localizados, através de fotos, sítios de mísseis superfície-ar e de aeródromos inimigos. Além das missões de reconhecimento, as aeronaves também foram utilizadas na avaliação de controle de danos em combate.

Já nos anos 80, novas tecnologias foram embarcadas nas plataformas não tripuladas. Essas novas tecnologias possibilitavam o monitoramento do campo de batalha em tempo real, possibilitando que os comandantes avaliassem a situação de suas tropas e a do inimigo, fazendo com que os combates se tornassem mais dinâmicos. Tal fato confirmou-se na batalha do Vale do Bekaa entre Líbano e Israel, no ano 1982. Neste conflito, Israel pode destruir várias baterias antiaéreas sírias através de informações passadas pelos sensores das aeronaves remotamente pilotadas (NETO e ALMEIDA, 2009).

Nos anos 90, durante a Guerra do Golfo, os americanos mais uma vez utilizaram as aeronaves remotamente pilotadas com a finalidade de realizar missões de guerra eletrônica, reconhecimentos de posições de tropas inimigas e do território iraquiano. Esses vetores foram utilizados em missões de alto risco para as tropas, poupando a vida de diversos soldados no campo de batalha e, conseqüentemente, trazendo a opinião pública americana em apoio ao conflito.

No século XXI, os SARP estão sendo utilizados em larga escala. O seu emprego não se restringe somente às missões de reconhecimento, uma vez que novas tecnologias possibilitam a utilização de armas de alta precisão. Essa nova característica foi utilizada no SARP da empresa *General Atomics*, o MQ-1 *Predator*, considerado o primeiro SARP capaz de realizar missões de ataque. Isso foi possível através da incorporação progressiva de três tecnologias: estabilização automática, navegação autônoma e controle remoto ampliado, diferenciando-se dos SARP mais antigos que tinham que ser constantemente guiados por seus

operadores, normalmente via rádio (RAZA, sem data). Essa nova tecnologia de guiamento possibilitou à ARP ser controlada de distâncias continentais, com o auxílio dos satélites militares (SATCOM)<sup>2</sup>, muito além da linha de visada (BLOS)<sup>3</sup>.

Os novos sistemas de controle e navegação são selecionados conforme o tipo de missão, alcance e dimensões da aeronave. O controle pode ser feito a partir de estações de controle terrestre, marítimas ou até mesmo, dependendo da situação tática, de um simples *laptop*. O sistema de navegação desses vetores geralmente se baseiam em navegação inercial a laser e/ou GPS<sup>4</sup>, associado a enlace de dados que realizam o trâmite das informações entre a ARP e a estação de controle (Figura 8). Uma tecnologia importante utilizada nos novos sistemas é a capacidade das aeronaves retornarem ao ponto de decolagem de maneira autônoma em situação de perda de contato com a estação de controle e transmissão ou pela falha de algum sistema interno que comprometa a continuação da missão.

Atualmente, alguns sistemas podem realizar missões de maneira totalmente autônoma, ou seja, sem a necessidade de um operador. Ações como decolagem, navegação, acionamento de sensores e pouso são realizados automaticamente através de comandos preprogramados nas aeronaves (PLAVETZ, 2009). Exemplo dessas novas tendências são os SARP americanos que operam no Oriente Médio, controlados por estações nos EUA.



**Figura 8 – Estação de controle**

Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:MQ-1\\_Predator\\_controls\\_2007-08-07.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:MQ-1_Predator_controls_2007-08-07.jpg)

O lançamento das aeronaves nos sistemas mais modernos pode ser realizado de diversas formas (Figura 9). A decolagem em pista, atualmente, é o processo mais utilizado

---

<sup>2</sup> SATCOM: Satélite de Comunicações

<sup>3</sup> BLOS: Beyond Line of Sight

<sup>4</sup> GPS: Global Positioning System

pelos ARP de grandes dimensões pelo motivo de manter a integridade do material e por não necessitar de grandes infraestruturas para realizar a decolagem e recuperação do vetor aéreo. Outro processo muito utilizado é o lançamento por catapultas. Esse processo é comumente empregado em situações em que não há pistas para realizar a decolagem da aeronave ou quando a mesma não possui tecnologia embarcada que possibilite a aquisição de velocidades ideais para a decolagem em pista.

Alguns sistemas com aeronaves de tamanho reduzido podem ser lançadas pelo o próprio operador utilizando as mãos, por exemplo os SARP das categorias 0 e 1. Recentemente, as Forças Armadas estadunidenses testaram com sucesso o lançamento de uma ARP (X-47B) através de um navio-aeródromo (NAe), aumentando, dessa maneira, o raio de atuação desses vetores.



**Figura 9 – Tipos de subsistema de lançamento e recuperação**  
 Fonte: Manual MEC-6 (O Veículo Aéreo Não Tripulado, 1ª Ed, 2006)

Os sistemas de armas incorporados a essas aeronaves possibilitam que o operador realize todos os processos para o lançamento do armamento (busca, pontaria e disparo) sem o auxílio de nenhum militar em terra para realizar a designação do alvo, seja ela por laser ou energia eletromagnética. Todo o processo para engajamento do alvo é realizado pelo operador através dos equipamentos do SARP, utilizando designadores alvos laser embarcados ao vetor aéreo. Atualmente, o armamento mais utilizado nos SARP americanos é o míssil AGM<sup>5</sup>-114 *Hellfire* (Figura 10), que pode ser empregado contra alvos de natureza blindada ou contra pessoal, utilizado em diversas missões no Afeganistão e Iraque.

<sup>5</sup> AGM: Air to Ground Missile



**Figura 10: Lançamento de um míssil Hellfire de um Predator**

**Fonte:** [www.presstv.ir/detail/2012/06/26/248130/us-drone-strike-kills-nw-pakistan/](http://www.presstv.ir/detail/2012/06/26/248130/us-drone-strike-kills-nw-pakistan/)

Outra grande inovação dos SARP foi o aumento da sua capacidade de vôo. As novas tecnologias incorporadas às aeronaves possibilitaram o alcance de velocidades superiores a Mach 3, velocidades essas difíceis de serem suportadas por um piloto. Em termos de altitude, os vetores mais modernos podem chegar, utilizando tecnologias de impulsão magnética e jatos de micro-ondas, a altitudes de até 90000 pés (RAZA, sem data). Nessas altitudes, os SARP podem realizar missões de guerra eletrônica, como por exemplo, a realização de sensoriamentos passivos do espectro eletromagnético do país hostil sem que a aeronave seja detectada pelos sensores inimigos.

Os sistemas atuais passaram a empregar diversos tipos de sensores. O sensor multiespectral de sensoriamento remoto possibilita às aeronaves registrar a energia refletida ou emitida de um objeto ou área de interesse em múltiplas bandas. Através de comparação com parâmetros carregados em um banco de dados, é possível identificar um objeto através de sua energia refletida. Câmeras de alta resolução são utilizadas para auxílio a navegação dos pilotos e para registrarem imagens em tempo real para os centros de comando.

São empregadas câmeras de vídeo para luz diurna e baixa luminosidade de longo alcance. Os imageadores (FLIR)<sup>6</sup> (Figura 11) são largamente empregados nas operações, possibilitando ao operador captar qualquer tipo de emissão de calor, o que facilita a busca de alvos à noite ou em condições meteorológicas adversas. Normalmente, esse conjunto de sensores são reunidos nas denominadas torretas FLIR, que consistem em torres giratórias localizadas na região ventral ou frontal das aeronaves.

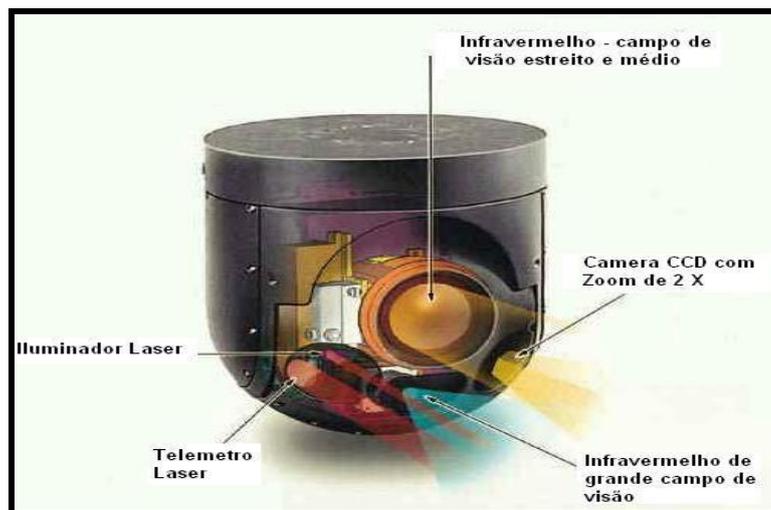
Há outros tipos de sensores empregados em missões específicas, como, por exemplo, detectores de contaminação e radares multímodos de abertura sintética (SAR)<sup>7</sup> que são

<sup>6</sup> FLIR: Forward Looking Infrared

<sup>7</sup> SAR: Synthetic Aperture Radar

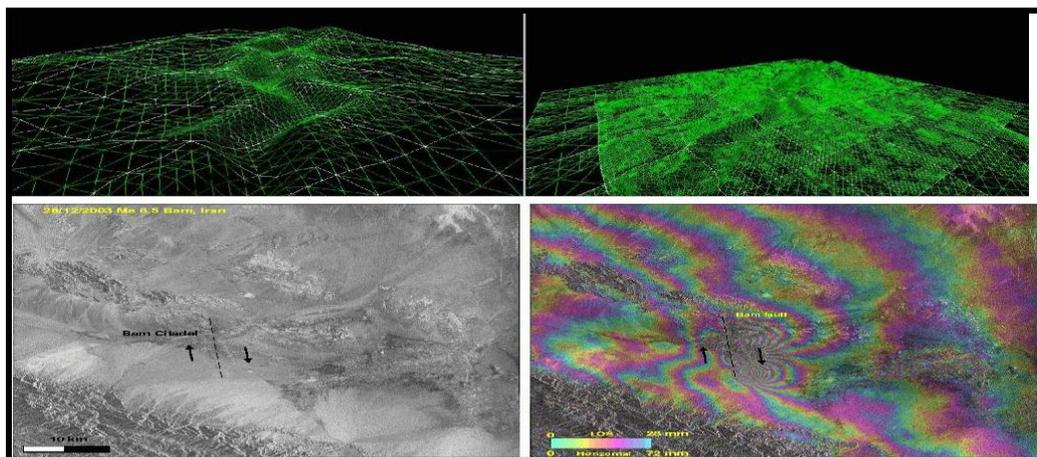
utilizados principalmente para levantamento de imagens de alta resolução da superfície do terreno mesmo na presença de nebulosidade (Figura 12), possibilitando, ainda, na função militar (GMTI)<sup>8</sup>, indicar objetos em movimento no solo.

Alguns sistemas podem ser utilizados juntamente com o conjunto de sensores o transponder IFF<sup>9</sup>, sistemas de contramedidas eletrônicas RWR<sup>10</sup> e interferidores eletrônicos, destinados a causar interferências em radares e equipamentos rádio, entre outros (PLAVETZ, 2009).



**Figura 11: Sensores FLIR STAR (Staring Array) SAFIRE (Shipboard/Airborne Forward-Looking Infrared Equipment).**

Fonte: <http://sistemasdearmas.com.br/ca/p29.html>



**Figura 12: Imagens produzidas pelo radar multimodal de abertura sintética (SAR).**

Fonte: Instrução de SARP (EsACosAAe, 2013)

Em relação aos materiais utilizados nas modernas ARP, podemos citar a fibra de carbono, o Kevlar, as ligas leves de alumínio e de titânio e a fibra de vidro. A combinação

<sup>8</sup> GMTI: Ground Moving Target Indicator

<sup>9</sup> IFF: Identification Friend or Foe

<sup>10</sup> RWR: Radar Warning Receiver

desses materiais com formatos mais compactos, simples e esguios, está resultando em aeronaves muito mais ágeis, duráveis e resistentes aos esforços estruturais de vôo e a danos (PLAVETZ, 2009). Como não poderia deixar de acontecer, a tecnologia *Stealth*<sup>11</sup> passou a equipar esses vetores em resposta a crescente letalidade dos sistemas de defesa antiaérea, possibilitando-lhes apresentar uma menor seção reta radar e dificultando sua detecção pelos radares. O exemplo do emprego dessa tecnologia em ARP está materializada no modelo britânico *Taranis* (Figura 13), apresentado recentemente em uma cerimônia na fábrica da *BAE Systems*, na cidade de *Warton*, na Inglaterra.



**Figura 13: Foto da ARP inglesa Taranis**

**Fonte:** [http://www.viafanzine.jor.br/site\\_vf/pag/2/vants.htm](http://www.viafanzine.jor.br/site_vf/pag/2/vants.htm)

A Força Aérea dos EUA (USAF) utilizou grande parte dessas inovações relacionadas aos SARP nos conflitos do Afeganistão e Iraque. As aeronaves eram utilizadas em missões de reconhecimento, ataque e guerra eletrônica. Em muitas situações, o inimigo era atacado sem mesmo saber de onde vinha o ataque.

É importante destacar que a evolução tecnológica dos equipamentos utilizados nos SARP estão possibilitando empregar esses sistemas em diversos tipos de missões. Atualmente, as tendências relacionadas ao emprego desses equipamentos trazem o conceito de SARP de Combate (UCAV)<sup>12</sup> que são sistemas que possuem as seguintes características, segundo Eiriz (2009):

“Os veículos aéreos não tripulados de combate (UCAV) possuem, de maneira geral, a seguintes características: transportam armamentos de grande precisão (bombas e mísseis guiados a laser), possuem grande autonomia (24 a 48 horas), atingem médio ou longo alcance (superior a 500 quilômetros), voam na média altura (acima de 14000 metros), possuem sistemas de identificação, engajamento e designação de alvos no estado da arte (sensores multiespectrais e hiperspectrais - este último capaz de detectar e classificar alvos sob coberturas vegetais ou indícios de atividade

<sup>11</sup> Stealth: Furtiva

<sup>12</sup> UCAV: Unmanned Combat Arial Vehicle

inimiga mediante a análise da diferença de assinatura térmica na região observada e da faixa de espectro do material). Geralmente empregam a banda C quando voam com o datalink na linha de visada e utilizam a banda Ku ao cumprirem missão com envio de dados além da linha de visada (via satélite).”

Esses novos sistemas, segundo Eiriz (2009), são vocacionados para realizar missões de supressão dos meios de defesa aeroespacial do inimigo visando à obtenção da superioridade aérea. Também são utilizados na primeira fase do combate para destruir alvos estratégicos fortemente defendidos por sistemas de artilharia antiaérea com a finalidade de poupar a vida dos pilotos em missões de alto risco.

Em um futuro próximo, as novas plataformas de combate possuirão sofisticados softwares de busca, seleção, identificação e de ataque múltiplos a alvos terrestres de grande valor estratégico e atuarão em conjunto. Utilizarão tecnologias *stealth* muito avançadas que, quando empregadas juntamente com a velocidade subsônica, tornarão os vetores praticamente invisíveis às defesas antiaéreas inimigas. Utilizarão armamentos de grande precisão a partir do emprego de sofisticados sensores. A aeronave será capaz de realizar manobras evasivas mais arrojadas para despistamento de mísseis através da avançada suíte de eletrônica disponível e terá a sua consciência situacional aumentada a partir de um conjunto de câmeras de alta resolução instaladas na plataforma não tripulada (EIRIZ, 2009).

O desenvolvimento dos UCAV é mantido em sigilo por muitos países pelo fato de serem armas com alta letalidade e por serem projetadas para emprego estratégico. Em um futuro bem próximo, essa nova geração de plataformas não tripuladas terá capacidade de tomar decisões por conta própria, serão empregadas de forma totalmente autônoma e realizarão missões que, na atualidade, somente pilotos muito bem treinados podem executar.

## 4. PRINCIPAIS SARP UTILIZADOS ATUALMENTE

Várias nações, ao apresentar as inúmeras possibilidades dos SARP, iniciaram o desenvolvimento desses vetores aéreos ou passaram a buscar a aquisição desses sistemas, ou ainda, passaram a aprimorar os seus SARP de forma a adaptá-los às suas necessidades, buscando seu desenvolvimento para a utilização em diversos ambientes operacionais e no cumprimento dos mais variados tipos de missões. Serão apresentados, no presente capítulo, os principais sistemas que estão sendo utilizados na atualidade, destacando as suas principais características, funcionalidades e tecnologias embarcadas.

### 4.1 ISRAEL

País pioneiro no uso dessa tecnologia em conflitos armados, o Estado de Israel possui grande experiência no desenvolvimento dos sensores embarcados nas plataformas e um interesse crescente no uso dos chamados Micro-SARP. Consiste em um dos maiores exportadores desse tipo de equipamento devido à eficiência de seus próprios sistemas empregados nos conflitos no Oriente Médio.

#### 4.1.1 SISTEMA HERON 1

Desenvolvido no início do século XXI pela empresa *Israel Aerospace Industries*, o sistema *Heron* foi utilizado com sucesso em missões de reconhecimento na Faixa de Gaza no conflito entre Israel e o movimento *Hezbollah*. O sistema pertence a classe III (Tabela 2), é dotado de câmeras de vídeo para baixa luminosidade e de sensores infravermelhos. Possui a capacidade de decolar e aterrissar de forma autônoma e de retornar à base automaticamente em caso de eventual perda de contato com o centro de controle.

A recuperação do vetor aéreo é realizada através de pouso em pista pavimentada. A aeronave pode navegar por GPS e utilizar um radar de abertura sintética capaz de detectar objetos em movimento. O sistema *Heron TP* e o SARP israelense de maior alcance, podendo ser empregado em missões estratégicas, automaticamente, por mais de 45 horas a 10 mil metros de altitude, com velocidades de 125 Km/h. O vetor tem a capacidade de transportar uma carga útil de até 1.100 Kg, a qual é composta por uma larga gama de sensores e por armas ar-terra (PLAVETZ, 2009). O sistema *Heron 1* (Figura 14) foi exportado para vários países do mundo, inclusive para o Brasil, devido à sua grande versatilidade e tecnologias embarcadas.



**Figura 14 – ARP do sistema Heron 1**  
Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/IAI\\_Heron](http://en.wikipedia.org/wiki/IAI_Heron)

#### 4.1.2 SISTEMA HERMES

Os SARP da família *Hermes* foram desenvolvidos a partir de 2005 pela empresa israelense *Elbit Systems* para prover o Exército Britânico com um sistema para atuar em quaisquer condições meteorológicas e realizar missões de inteligência, vigilância, busca de alvos e reconhecimento. O sistema é possui diferentes versões, *Hermes* 1500, 900 e 450, possuindo diferentes características e tecnologias embarcadas. A aeronave do modelo *Hermes* 900 (Figura 15) tem a capacidade de transportar carga útil de até 300 Kg e possui autonomia de 40 horas de voo a 5.500 metros de altitude. A aeronave pode transportar vários tipos de sensores eletro-ópticos, infravermelhos, radar multimodo de abertura sintética com função militar, suíte de inteligência de comunicações e inteligência eletrônica com detector direcional (PLAVETZ, 2009). A Força Aérea Brasileira adquiriu o sistema *Hermes* 450 e o emprega juntamente com o sistema *Heron* 1 da Polícia Federal no patrulhamento das fronteiras secas do país.



**Figura 15 – ARP do sistema Hermes 900**  
Fonte: <http://www.basemilitar.com.br/forum/viewtopic.php?f=3&t=1317&start=135>

## 4.2 ESTADOS UNIDOS

Atualmente, os EUA são o país que mais empregam os SARP no mundo, com destaque para os conflitos do Afeganistão e Iraque. A partir da Guerra do Golfo, no início da década de 90, os americanos, cientes das possibilidades que esses sistemas poderiam fornecer no campo de batalha, iniciaram investimentos maciços nesses equipamentos, tornando-os cada vez mais eficientes, o que os possibilitou realizar missões de ataque ao solo.

### 4.2.1 SISTEMA MQ-1 PREDATOR

Desenvolvido a partir de meados da década de 90 pela empresa americana *General Atomics Aeronautical Systems*, o chamado MQ-1 *Predator* (Figura 16) foi considerado o primeiro SARP capaz de realizar missões de ataque no mundo. Inicialmente foi desenvolvido para realizar missões de reconhecimento a média altura. Foi construído com materiais avançados e equipado com motor de 81 HP e está enquadrado dentro da classe III, categoria 4 (Tabela 2). A aeronave é capaz de voar por mais de 20 horas a uma velocidade de 135 Km/h em atitudes de até 7.600 metros. Possui sensores eletro-ópticos para baixa luminosidade, infravermelho, câmera de vídeos colorida para pilotagem, radar de abertura sintética de alta resolução e sistema de navegação por GPS. Pode ser configurado para missões de ataque ao solo com mísseis AGM-114 *Hellfire*. Do sistema *Predator* derivam as versões MQ-1C *Gray Eagle* utilizado pelo *US Army*<sup>13</sup>, o qual possui sistema de pontaria e navegação melhorados e o MQ-9 *Reaper*, utilizado pela USAF, possuidor de um motor mais potente (900 SHP) e capacidade de lançar bombas da família GBU<sup>14</sup>, com guiamento a laser (PLAVETZ, 2009).



**Figura 16 – ARP do sistema MQ-1 Predator**

Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/General\\_Atomics\\_MQ-1\\_Predator](http://en.wikipedia.org/wiki/General_Atomics_MQ-1_Predator)

<sup>13</sup> US Army: Exército dos EUA

<sup>14</sup> GBU: Ground Bomb Unit

#### 4.2.2 SISTEMA RQ4-A GLOBAL HAWK

Desenvolvido no início do século XXI pela empresa americana *Northrop Grumman*, desenvolvedora dos projetos de SARP mais complexos dos EUA. O sistema pertence à classe III, categoria 5 (Tabela 2) e foi utilizado em missões de reconhecimento, inteligência e vigilância nos conflitos do Afeganistão e Iraque. A aeronave (Figura 17) é impulsionada por uma turbina *Allison Rolls Royce AE300 7 H*, que o impulsiona até o alcance de 25.000 quilômetros voando a 19.810 metros de altitude e sem reabastecimento. O vetor não precisa retornar à base de lançamento para fornecer os dados coletados, pois o mesmo é capaz de transmitir via satélite (banda Ku) em tempo real as imagens capturadas pelo radar de abertura sintética, de grande varredura e alta resolução. Esse radar pode detectar, de uma altitude de aproximadamente 20.000 mil metros, utilizando a função militar, alvos movendo-se a 7,5 Km/h.

A navegação do sistema é automática e orientada por GPS e possui equipamentos de Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica (MAGE) capazes de detectar, gravar, analisar e interpretar sinais lançados no espectro eletromagnético (PLAVETZ, 2009).



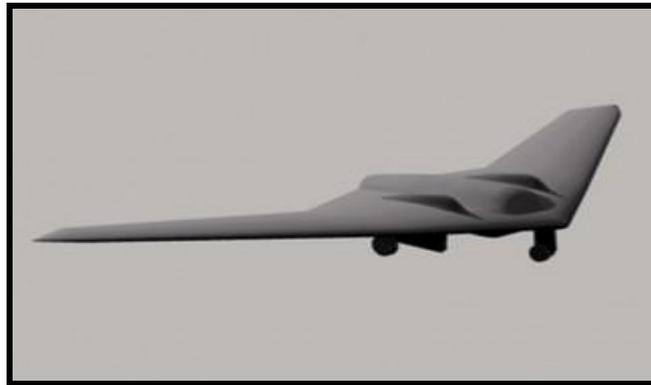
**Figura 17: ARP do sistema Global Hawk**

**Fonte:** [www.fotosdomundo.com.br/fotos/fotos-de-veiculos-aereos-nao-tripulados-vants.html](http://www.fotosdomundo.com.br/fotos/fotos-de-veiculos-aereos-nao-tripulados-vants.html)

#### 4.2.3 SISTEMA RQ-170 SENTINEL

Desenvolvido no final de 2009 pela empresa americana *Lockheed Martin* para operar no Oriente Médio, foi utilizado com sucesso durante a operação de captura e morte de Osama Bin Laden, no Paquistão, em 2011. O sistema pertence a classe III (Tabela 2) e possui a capacidade de operar a altitudes de até 15.000 metros e possui tecnologia *Stealth*, o que proporciona a invisibilidade da aeronave para os radares inimigos.

O vetor (Figura 18) é equipado com sensores eletro-ópticos com infravermelho e radar de varredura eletrônica ativa. O *Sentinel* é equipado com sofisticados sistemas de Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica e Medidas de Ataque Eletrônico, utilizados principalmente em missões estratégicas (PLAVETZ, 2009). Em 2011, durante missões de espionagem no território iraniano, uma aeronave desse modelo caiu e foi capturada pelo regime do Presidente Mahmoud Ahmadinejad. Contudo, a plataforma foi exposta totalmente íntegra pelo Irã, o que demonstra que ARP não deve ter caído. Possivelmente tratou-se de um caso de “captura eletrônica” em que o sistema de navegação da aeronave foi corrompido, permitindo que o governo iraniano controlasse o vetor e o capturasse intacto. Outras fontes afirmam que os EUA erram na programação do pouso da aeronave, o que motivou a escolha do local errado pela aeronave como ponto de destino.



**Figura 18: ARP do sistema RQ-170 Sentinel**  
**Fonte:** [www.realitatea.net/avion-doborat-in-iran\\_892377.html](http://www.realitatea.net/avion-doborat-in-iran_892377.html)

#### 4.2.4 SISTEMA RQ-8B FIRE SCOUT

Desenvolvido no início do século XXI pela empresa americana *Northrop Grumman* e tendo como inovação a utilização de uma plataforma de asas rotativas como ARP, foi projetado com a finalidade de possibilitar ao SARP realizar decolagens e aterrissagens verticais. O sistema pertence a classe II (Tabela 2) e possui a capacidade de transmissão de vídeo em tempo real, coleta de dados, designação de alvos e levantamento de danos de batalha.

O equipamento foi projetado para suprir uma demanda do Corpo de Fuzileiros Navais americanos, os quais necessitavam de um SARP que pudesse operar a partir de um navio-aeródromo. O sistema *Fire Scout* (Figura 19) tem a capacidade de realizar ataques ao solo utilizando foguetes de curto alcance MK66, de 70 mm (PLAVETZ, 2009).



**Figura 19:** ARP do sistema Fire Scout testando o lançamento de foguetes não guiados de 70mm.

Fonte: <http://1x1.fi/10628>

#### 4.2.5 SISTEMA RQ-11A RAVEN

Desenvolvido pela empresa *AeroVironment* por solicitação do *US Army*, o sistema *Raven* (Figura 20) entrou em operação no Afeganistão e Iraque a partir de 2006. A ARP possui 2 Kg de peso, sendo muito utilizada para encontrar e acompanhar o inimigo. A aeronave pode ser desmontada e levada em uma mochila, podendo ser lançada à mão. O sistema pode ser equipado com uma câmera de vídeo colorida diurna ou com uma câmera de baixa luminosidade noturna, além de possuir um apontador laser. O *Raven* tem autonomia de 80 minutos, com raio de ação de 15 Km e capaz de voar num padrão preprogramado por GPS. Sua velocidade máxima é de 90 Km/h a uma altitude entre 150 e 300 metros. O vetor funciona a bateria, sendo bem silencioso e praticamente invisível por ser muito pequeno.



**Figura 20:** ARP do sistema Raven sendo lançada a mão por um militar americano.

Fonte: [http://www.dialogo-americas.com/pt/articles/rmisa/features/security\\_technology/2010/07/01/feature-03](http://www.dialogo-americas.com/pt/articles/rmisa/features/security_technology/2010/07/01/feature-03)

### 4.3 GRÃ-BRETANHA

A Grã-Bretanha é um país que possui avançado desenvolvimento na área militar. Vem demonstrando interesse pelos SARP desde os conflitos do Afeganistão e do Iraque. Seus projetos de ARP foram impulsionados por influencia norteamericana, que vem obtendo grande sucesso com esses equipamentos.

#### 4.3.1 SISTEMA MANTIS

Desenvolvido a partir de meados do século XXI por um consorcio de empresas britânicas (*Rolls-Royce, QintQ, Selex Galileo, GE Aviation e Meggitt*) por solicitação do Ministério da Defesa da Grã-Bretanha. Foi projetado com base no MQ-1 *Reaper* da *General Atomics*. O sistema (Figura 21) pertence a classe III (Tabela 2) e possui a capacidade de realizar ataques ao solo utilizando bombas GBU-12, guiadas por laser ou através de lançamento de mísseis anticarro *Brimstone*, guiados por radar. Possui um radar montado sob a fuselagem, que trabalha em conjunto com os sensores montados na torre giratória. Pode ser guiado de forma autônoma através de datalink via satélite. A aeronave possui autonomia de voo de 24 horas através do funcionamento de dois motores turboélice *Rolls-Royce* modelo 250 (PLAVETZ, 2009).



**Figura 21: ARP do sistema Mantis**

**Fonte:** <http://defesabrasil.com/forum/viewtopic.php?f=1&t=13640&start=705>

### 4.4 CHINA

Apesar do país ser uma potencia militar em nível mundial, a China está tentando superar o atraso que se encontra em relação ao desenvolvimento dos SARP. O país tenta, como outras nações, desenvolver suas próprias tecnologias para fazer frente aos sistemas utilizados pelos EUA.

#### 4.4.1 SISTEMA YILONG

Desenvolvido a partir de meados do século XXI pelo governo chinês para suprir uma demanda do país em relação aos SARP, o *Yilong* (Figura 22) possui muitas semelhanças com o RQ-1 *Predator* norte americano. O sistema pertence a classe II (Tabela 2), dotado de motor de 100 HP, capaz de imprimir uma velocidade de até 240 Km/h ao vetor, e capaz de atingir altitudes de 5.000 metros e voar cerca de 20 horas seguidas. Não foram difundidas informações relacionadas aos sensores embarcados ao vetor, contudo, pode-se afirmar que o mesmo tem capacidade de realizar ataques e possui uma torre giratória sob a aeronave.

A China possui outros projetos relacionados aos SARP, com destaque para o UCAV *Anjian*, em desenvolvimento pela empresa chinesa *Shenyang Aircraft*, que pretende dar aos chineses, nos próximos anos, uma elevada capacidade de combate (PLAVETZ, 2009).



**Figura 22: ARP do sistema Yilong**

Fonte: [http://en.rian.ru/military\\_news/20121114/177450890.html](http://en.rian.ru/military_news/20121114/177450890.html)

#### 4.5 RÚSSIA

Tal qual a China, apesar de ser uma potencia militar, as atividades no setor de SARP dentro da Rússia ainda é relativamente incipiente se comparada com os EUA. O país está desenvolvendo alguns projetos nessa área, porém poucas informações sobre os projetos são divulgadas.

##### 4.5.1 SISTEMA SKAT

Em desenvolvimento pela empresa russa *OKB Mig*, o sistema *Skat* (Figura 23) será um UCAV com semelhanças com o SARP americano X-45A. A plataforma está sendo projetada com tecnologia *Stealth*, envergadura de 11,5 metros e um comprimento de 10,25 metros. A aeronave terá um peso aproximado de 10 toneladas, podendo voar a uma velocidade de 800 Km/h a uma altitude de 12.000 metros. O *Skat* poderá realizar missões a dois mil quilômetros

de sua estação de controle transportando até 2.000 Kg de armas e empregará armamentos inteligentes (PLAVETZ, 2009).



**Figura 23: ARP do sistema Skat em desenvolvimento**  
 Fonte <http://www.defesaareanaval.com.br/?p=16230>

## 4.6 FRANÇA

País com forte desenvolvimento tecnológico no campo militar, possui pouca projeção mundial no desenvolvimento de SARP. Para suprir suas necessidades em tempos de crise financeira, a França está participando, juntamente com outros países europeus, do desenvolvimento do sistema *Neuron*, que se trata de um demonstrador de tecnologia que irá incorporar e testar conceitos da futura aeronave de combate não tripulada da União Européia.

### 4.6.1 SISTEMA EAGLE 1

Desenvolvido pela empresa francesa *EADS*, o *Eagle 1* (Figura 24) projetado com a finalidade de suprir a Força Aérea da França com um sistema que realizasse missões de inteligência, reconhecimento e apoio as comunicações. O equipamento é da classe III (Tabela 2) e tem a capacidade de permanecer voando por 24 horas sem reabastecimento entre 4.500 e 7.600 metros de altitude. O SARP está equipado com um completo sistema eletro-óptico de visualização, designadores de alvos laser e de radar de abertura sintética com função para indicar alvos móveis (MTI). Sua navegação é realizada por GPS e a transmissão de dados é realizada via datalink por satélite. Os procedimentos de decolagem e aterrissagem são realizados automaticamente e sem necessidade de interferência do operador. O *Eagle 1* foi utilizado no Afeganistão operando juntamente com outros SARP da Força de Coalizão (PLAVETZ, 2009).



**Figura 24: ARP do sistema Eagle 1**

**Fonte:** <http://defense-update.com/products/e/eagle-UAV.htm>

## 5. USO DE SARP NOS CONFLITOS DO IRAQUE E AFGANISTÃO

Os conflitos do Afeganistão e do Iraque constituíram em operações militares lideradas pelos EUA sob o discurso da necessidade de combater as atividades terroristas vinculadas à rede Al-Qaeda e para capturar armas de destruição em massa de posse do governo iraquiano. Nesses conflitos, o uso dos SARP foram relevantes para o sucesso das operações, uma vez que esses sistemas podiam realizar reconhecimentos diuturnos e executar missões de ataque ao solo. A duração desses conflitos fez o uso dos vetores aéreos remotamente pilotados crescer exponencialmente, resultando em melhorias das técnicas de emprego e nos hardwares e softwares em embarcados as aeronaves.

Na Segunda Guerra do Iraque, iniciada em 2003 pelo então presidente americano George W. Bush, os SARP foram utilizados em larga escala. No início da invasão, os SARP MQ-1 *Predator* eram utilizados principalmente como “iscas” para que as defesas antiaéreas iraquianas revelassem suas posições, de modo que, posteriormente, fosse realizado o ataque pelos meios aéreos.

Em uma segunda fase das operações, os SARP iniciaram a busca por sítios de mísseis, principalmente os sistemas russos *Scuds*, que podiam ser lançados de qualquer posição. Porém, durante o conflito, verificou-se a necessidade de reconhecimentos que fossem realizados de forma contínua. Para isso, foi colocado em serviço o sistema *Global Hawk*, que tinha a capacidade de prover cobertura de 24 horas em apoio às caçadas aos mísseis *Scuds*; de acompanhar as forças iraquianas desdobradas no terreno e nas cidades e de realizar atividades de MAGE de comunicações e não-comunicações na região de operações (JESUS, 2011).

Os americanos, ao perceber as possibilidades desses sistemas, resolveram equipar o MQ-1 *Predator* com mísseis AGM-114 *Hellfire*, cuja finalidade era realizar ataques ao solo em proveito das operações. Esse fato foi vinculado na mídia pela rede de televisão CNN:

“Pela segunda vez em uma semana, a Força Aérea dos EUA utilizou um VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), nesta ocasião foi utilizado o VANT Predator, para ajudar a destruir uma unidade de radar móvel iraquianas, segundo um funcionário do Pentágono. O Predator disparou um míssil Hellfire na unidade de radar na segunda-feira após as forças iraquianas mudarem o sistema que os militares iraquianos usavam para controlar os mísseis terra-ar abaixo do paralelo 32, o limite norte da zona de exclusão aérea do sul” (JESUS, 2011).

Em junho de 2005, foi divulgado pelo Pentágono que o sistema *Predator* havia participado de mais de 242 ataques, disparado 59 mísseis *Hellfire* e voado em 2.073 missões

por mais de 33.833 horas. No entanto, verificou-se que houve uma elevada taxa de perda desses vetores em combate, principalmente por falhas de equipamentos, erro do operador ou mau tempo.

Os números relacionados ao sistema *Global Hawk* também são significativos, pois o mesmo ajudou a localizar e identificar mais de 300 blindados, 13 posições de mísseis SAM<sup>15</sup>, mais de 50 lançadores desses tipos de mísseis, cerca de 300 containeres de mísseis SAM e mais de 70 transportadores de mísseis SAM.

No decorrer do conflito o sistema MQ-9 *Reaper* também passou a operar no Oriente Médio. O mesmo foi projetado para realizar missões de ataque, podendo lançar as bombas guiadas GBU-12 *Paveway II*, GBU-38 *JDAM*, GBU-49 *Enhanced Paveway II* e os já mencionados mísseis *Hellfire*. Os SARP *Reaper* também foram empregados em missões de apoio aéreo aproximando e controle aéreo avançado com foco principal no controle do tráfego aéreo dessas missões (CASTRO, 2012).



**Figura 25: ARP do sistema MQ-9 Reaper**  
**Fonte:** <http://www.defesaareanaval.com.br/?p=19501>

Durante o conflito do Iraque e do Afeganistão, os sistemas *Reaper* e *Predator* passaram a ser equipados com novos tipos de mísseis, tendo em vista que o míssil *Hellfire* estava custando muito caro e causava muitos danos colaterais em alguns alvos. Passaram então a ser empregadas bombas menores como a GBU-44/B *Viper Strike*, de 20 Kg, guiada a laser; e a *Griffin*, também de 20 Kg; e o míssil *Spike*, de 2,4 Kg, desenvolvido pela marinha americana. A utilização de bombas e mísseis menores pelas ARP permitiu aumentar a autonomia de vôo das aeronaves, possibilitando às mesmas realizarem missões de maior autonomia durante os conflitos (CASTRO, 2012).

<sup>15</sup> SAM: Surface-to-air-missile

Nessas operações, os SARP também foram utilizados em conjunto com as tropas em terra, fornecendo imagens das posições inimigas em tempo real e identificando possíveis viaturas (caminhões, caminhonetes e carros) empregadas no transporte de tropas insurgentes, munições e armamentos.

A mini-ARP RQ-11 *Raven* (Figura 26) foi muito empregada nos níveis pelotão e companhia, permitindo aos comandantes dessas frações observar além de colinas e construções, realizar o reconhecimento aproximado e vigilância. O mesmo também foi utilizado em apoio aos ataques aéreos, voando antes e após as missões com o intuito de coletar informações para os planejamentos e depois dos ataques para realizar a avaliação de danos. Muitos insurgentes capturados diziam que odiavam as mini-ARP porque ficou difícil se esconder ou fugir delas.

Outra missão atribuída aos SARP foi a vigilância das estradas onde passavam os comboios aliados. Durante os conflitos, houve um aumento dos ataques com explosivos improvisados contra os comboios. Com isso, os americanos passaram a empregar o programa do *US Army* chamado *Constant Hank*, que realizava análises de imagens e padrões de busca. O software realizava a comparação de imagens tiradas dos locais de passagem dos comboios em momentos diferentes e, caso notasse alguma mudança, informava ao operador. O *Constant Hank* permitiu a detecção de várias bombas, diminuindo bastante os ataques e emboscadas aos comboios (CASTRO, 2012).



**Figura 26: Mini-ARP Raven sendo lançada por um Militar americano**

Fonte: <http://www.forte.jor.br/tag/vant/>

Outra atividade em que os SARP foram utilizados foi no apoio às missões realizadas pela Força-Tarefa ODIN<sup>16</sup>. Essa Força Tarefa (FT) foi empregada no Iraque com a finalidade

---

<sup>16</sup> ODIN: Observe, Detect, Identify, and Neutralize

de encontrar explosivos improvisados e os insurgentes que os preparavam. Os vetores aéreos não tripulados foram muito importantes na realização dessas atividades, pois realizaram a coleta de informações, a análise de imagens e padrões de busca. A FT ODIN iniciou suas atividades em 2006 e foi responsável pela morte de cerca de 3 mil insurgentes, sendo empregada, mais tarde, também no Afeganistão.

Durante o conflito do Iraque, verificou-se a necessidade de realizar melhorias nos hardwares e softwares usados nos SARP que realizavam missões de vigilância. Foram desenvolvidos pelo Departamento de Defesa dos EUA dois programas (VIRAT e PERSAS) para análise de padrões em vídeo digital que emprega a técnica de “*pattern matching*” (combinação de padrão). Esses programas detectavam movimentos que eram de difícil percepção por parte do operador, forneciam o alerta e indicações de padrões de movimento através de comparação com informações contidas em um banco de dados.

A diferença entre os programas é que o VIRAT (*Video and Image Retrieval and Analysis Tool*) realiza a vigilância de pequenas áreas e o PERSAS (*Persistent Stare Exploitation and Analysis System*) realiza coleta de dados em grandes regiões.

O Exército americano também desenvolveu um software chamado AURORA, que tinha a finalidade de realizar o reconhecimento automático de alvos e indicava itens de interesse para os operadores, alertando para o local ser verificado visualmente. Outro programa desenvolvido pelos EUA foi o *Angel Fire* (Figura 27) que indicava os alvos móveis nos vídeos, permitindo ao operador focar a imagem para ver com mais detalhes o local para onde os alvos estavam se deslocando (CASTRO, 2012).



**Figura 27: Alvos sendo acompanhados pelo software Angel Fire**

Fonte: Revista Forças de Defesa

Melhorias também foram implantadas nos sensores embarcados na ARP. A Força Aérea americana desenvolveu o sistema *Triclops*, que consiste em um par de casulos multicâmeras levados nas asas do SARP *Reaper* (Figura 28). Os casulos permitem cobrir um raio de até 4 Km, aumentando o raio de vigilância da ARP de um quarteirão para uma cidade, diminuindo o número de ARP necessárias para realizar a vigilância de uma determinada região. O sistema também permite integrar todas as câmeras para realizar a vigilância de uma mesma área produzindo imagens tridimensionais.

O *US Army* desenvolveu, em 2011, um programa, que como o *Triclops*, consiste em um par de casulos nas asas da ARP MQ-1C *Gray Eagle* (outra versão do sistema *Predator*), que possibilita às tropas em terra operar as câmeras nas asas da aeronave com o intuito de fornecer imagens em tempo real. Esses novos sensores permitiram as tropas encontrar explosivos implantados e ver rebeldes correndo do local, sem perder o acompanhamento do alvo (CASTRO, 2012).



**Figura 28:** Casulos de câmeras adicionais instalados nas asas da ARP do sistema MQ-1C *Gray Eagle*  
**Fonte:** Revista Forças de Defesa

Já no conflito no Afeganistão, os SARP foram utilizados principalmente na caçada aos integrantes da rede terrorista Al-Qaeda. A grande dificuldade dos aliados era identificar um membro do *Talibã* meio à população das áreas urbanas. Para solucionar esse problema, foi utilizado um programa que realizava a análise de padrão de vida de uma determinada região. O software analisava o padrão de comportamento dos moradores, o tráfego de veículos da área e observava e identificava mudanças nos padrões, informado o operador. Caso fosse identificada alguma mudança de padrão, agentes eram enviados ao local para confirmar as análises do programa para que, posteriormente, fosse realizado um ataque com armas guiadas ou tropas (CASTRO, 2012).

As ARP também foram empregadas em missões de reconhecimento nas regiões montanhosas do Afeganistão, de difícil acesso para as tropas a pé. O *Global Hawk* foi empregado para localizar cavernas que eram utilizadas como abrigos pelos terroristas, para, posteriormente, serem bombardeadas pela Força Aérea americana. O MQ-1 *Predator* foi utilizado para realizar ataques a possíveis integrantes da Al-Qaeda através de informações repassadas pelas agências de inteligência americanas. Os SARP de ataque *Predator* e *Reaper* eram empregados em reconhecimentos armados, possibilitando o engajamento de integrante da Al-Qaeda caso fossem encontrados durante os patrulhamentos das possíveis regiões ou rotas utilizadas pelos terroristas.

No ano de 2011, o uso dos sistemas *Global Hawk* e RQ-170 *Sentinel* foram decisivos para a missão que resultou na morte de Osama Bin Laden. Os vetores foram utilizados durante meses para o levantamento de informações referentes à rotina do terrorista na casa em que estava refugiado na cidade de *Abbottabad*, no Paquistão. As ARP eram utilizadas para fornecer imagens e vídeos de alta resolução do local onde se encontrava Bin Laden. Para não serem detectadas, realizavam vôos a grandes altitudes sobre a região. Os dados levantados foram muito importantes no planejamento da operação realizada por tropas americanas que culminou na morte do terrorista. Durante a ação, o sistema *Sentinel* foi utilizado para fornecer imagens em tempo real para que o presidente americano pudesse acompanhar a execução da missão.

Como podemos observar nesse capítulos, nos conflitos do Iraque e Afeganistão, o emprego dos SARP mudou a forma de combater das tropas americanas. Durante as duas guerras, a experiência mostrou que os vetores aéreos remotamente pilotados são muito úteis para manter a consciência situacional, diminuir a carga dos soldados e a exposição ao fogo direto do inimigo. Como um meio de observação, permitiu aos comandantes mover suas tropas mais rapidamente e confiantes que não sofreriam emboscadas e sempre sabendo o local onde o inimigo se encontra.

Os vídeos em tempo real, tanto durante o dia ou à noite deixou o inimigo em desvantagem, pois permitiu as tropas aliadas vê-los sem serem vistos. Todos esses fatores, combinados com a capacidade dos SARP de realizar missões de ataque, utilizando armas de precisão, facilitaram o sucesso das operações dos aliados, colocando as tropas em posição de vantagem sobre seu oponente (CASTRO, 2012).

## 6. NORMATIZAÇÃO DO USO DOS SARP NO CENÁRIO MUNDIAL

O surgimento dos Sistemas Remotamente Pilotados está causando alterações revolucionárias na organização para o combate, reduzindo drasticamente o intervalo de tempo entre a detecção e a destruição do alvo. No capítulo 1, pudemos observar as inúmeras possibilidades dos SARP que podem realizar desde simples missões de reconhecimento até missões de ataque, o que os tornam armas com alto potencial bélico. Contudo, seu uso de maneira indiscriminada por alguns países estão levantado vários debates no cenário mundial sobre a ética no emprego desses equipamentos.

Segundo informações divulgadas na mídia, milhares de pessoas já foram mortas, vítimas de ataques realizados por SARP, principalmente no Oriente Médio. A maior parte das vítimas foram mortas sem julgamento ou chance de defesa ou até mesmo foram executadas, sendo inocentes. Segundo artigo publicado no site Democracia & Política (2013, autor desconhecido), a “Fundação Nova America” contabilizou 350 ataques desde 2004 com número de mortos entre 1.963 e 3.293, incluindo de 261 a 305 civis. Segundo o senador americano Lindsey Graham, o número de mortes causadas por SARP americanos gira em torno de 4.700 pessoas, incluindo inocentes.

Essas informações fizeram que a Organização das Nações Unidas (ONU) iniciasse vários debates e investigações sobre o uso dessas armas, com foco principal nas chamadas "execuções extrajudiciais", realizadas principalmente pelo governo americano em países como o Iraque, Afeganistão, Iêmen e Somália. Em 24 de dezembro de 2012, foi iniciado o Projeto “*Naming The Dead*” (“Dando Nomes Aos Mortos”), para investigar as causas de tantas mortes, principalmente de civis com a finalidade de dar mais transparência no uso desses vetores. Ainda segundo a ONU, cinquenta e um países já possuem essa tecnologia e há preocupação de que outras nações resolvam empregar os SARP como armas além de suas fronteiras, tal como fazem os EUA.

Várias nações, ao perceber o uso indiscriminado dos vetores aéreos não tripulados por parte dos EUA, estão questionando esses atos sobre a ótica do direito internacional, assim como pudemos observar nas declarações dadas pelo governo alemão que diz ser deplorável as ações realizadas pelo governo do Presidente Barack Obama. Segundo Peter Rudolf, do Instituto Alemão de Relações Internacionais e de Segurança (SWP), o presidente dos EUA decide sobre a morte de pessoas classificadas como ameaças, mas, na realidade, não estão sendo mortos apenas os indivíduos-alvo, e sim grupos inteiros que se encaixam num determinado perfil de comportamento.

A justificativa do governo americano é que em ambiente de guerra irregular, a grande dificuldade de distinguir os combatentes dos não-combatentes é que atualmente, consideram-se suspeitos todos os homens aptos para o serviço militar. Outra ação da Casa Branca muito criticada é que, na maioria das situações, somente após a realização dos ataques, é que se verifica se os alvos eram ou não inocentes, o que causa muitas discussões sobre a legalidade do uso dos SARP. E, ainda segundo Peter Rudolf, essas ações do governo americano são apoiadas na chamada guerra contra o terrorismo, que, do ponto de vista do jurídico, estão totalmente desalinhadas com o que prescreve as normas do DICA.

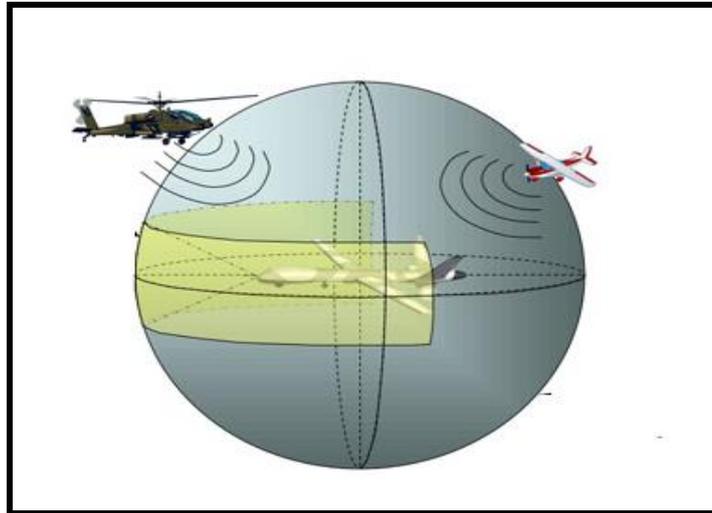
Outra questão importante relativa ao uso dos SARP é a desumanização da guerra. A sua utilização interna vem diminuindo a exposição dos soldados nos campos de batalha e, conseqüentemente, diminuindo as baixas em combate. Contudo, a crescente robotização do campo de batalha vem aumentando a desumanização dos conflitos como conseqüência do afastamento geográfico entre as forças atacantes. Esse fato está trazendo algumas conseqüências no combate moderno, tal como a redução do envolvimento emocional dos soldados com a situações de conflito, fato esse causado pela distância do teatro de operações, o que provoca a diminuição do medo, e faz com que o combatente não observe as condicionantes do momento e, de uma certa maneira, nem mesmo se sinta responsável pela morte causada pelo armamento empregado pelo SARP que ele se encontra controlando.

Contudo outros estudos ainda apontam que os operadores dos vetores aéreos remotamente pilotados também sofrem dos mesmos problemas psicológicos causados pelos efeitos da guerra, assim como ocorre com os soldados que atuam diretamente no local de conflito (FITZSIMMONS, 2013).

Por fim, devemos destacar a importância da coordenação do espaço aéreo. Os SARP possuem uma problemática devido ao fato da inexistência de piloto na aeronave, o que dificulta muito a sua inserção em ambientes que necessitam de grande coordenação do espaço aéreo. Além disso, essas aeronaves podem ter dimensões semelhantes às aeronaves comerciais, desta forma, para a segurança estar garantida, é imprescindível a utilização de sistemas que proporcionem a mesma credibilidade reputada às aeronaves tripuladas, com finalidade de evitar acidentes aéreos. Portanto, a utilização dos SARP juntamente com outros vetores aéreos, sejam eles civis ou militares, necessitará de regulamentações e coordenação para que a o espaço aéreo continue sendo utilizado de maneira segura.

Dessa maneira, alguns SARP já estão testando sistemas que visam facilitar e dar segurança na coordenação do espaço aéreo. A tecnologia *sense and avoid* (ver e evitar) (Figura 29) é a principal segurança para a inserção das plataformas não tripuladas no espaço

aéreo mundial. Trata-se de um sistema com a finalidade de evitar colisões aéreas. Este sistema está sendo testado e vem apresentando resultados satisfatórios. O sistema utiliza sondas acústicas e um processador de sinal digital da placa acústica para identificar outras aeronaves em torno da ARP e, caso seja necessário, realiza o desvio do vetor, evitando colisões.



**Figura 29 – Sistema Sense And Avoid**

Fonte: [http://www.sara.com/ISR/UAV\\_payloads/PANCAS.html](http://www.sara.com/ISR/UAV_payloads/PANCAS.html)

Em 2011, ocorreu, no Afeganistão, uma colisão entre um SARP RQ-7 *Shadow*, operado pelos Fuzileiros Navais americanos, e uma aeronave de transporte C-130 Hércules (Figura 30), da Força Aérea Americana. Na ocasião, as avarias no C-130 foram tão significativas que obrigaram a tripulação a realizar um pouso de emergência, demonstrando mais uma vez a importância da coordenação do espaço aéreo em situações em que os SARP também estão sendo empregados (PICARDO, 2012).



**Figura 30 – Avarias na aeronave C-130 caudas pela colisão com um SARP RQ-1 Shadow**

Fonte: <http://www.aereo.jor.br/2011/08/17/resultado-do-choque-entre-um-c-130-e-um-vant-rq-7/>

## 7. CONCLUSÃO

A pesquisa teve como objetivos verificar a evolução do SARP no Século XXI e até os dias atuais, apresentar os principais modelos de SARP utilizados nos principais combates do Século XXI e fazer uma projeção das principais inovações e tendências que estão sendo aplicadas nos SARP no tempo presente.

O trabalho foi balizado pelas seguintes questões de estudo: apresentar como ocorreu o desenvolvimento do SARP até os dias atuais, particularmente após o início do presente século; verificar quais os principais SARP estão sendo utilizados atualmente pelas principais Forças Armadas do mundo nos conflitos do século XXI; verificar as principais mudanças ocorridas no campo de batalha moderno a partir do advento dos SARP e apresentar as inovações e tendências ocorrerão no desenvolvimento de futuros SARP e suas conseqüências nos conflitos do futuro.

Durante o estudo, foi apresentada a evolução do SARP no século XXI, constatando que esses equipamentos estão sendo desenvolvidos desde o início do século passado. O seu emprego em operações militares remete à guerra do Vietnã, com destaque para a batalha do Vale do Bekaa entre Líbano e Israel, no ano 1982. Contudo, o seu emprego de forma mais expressiva ocorreu a partir das guerras do Afeganistão e Iraque. Nesses conflitos ocorreram grandes evoluções tecnológicas desses vetores, fazendo com que os mesmos passassem a realizar missões de ataque, utilizando inicialmente os mísseis *Hellfire*.

Também ocorreram muitas inovações nos sensores embarcados das aeronaves, que passaram a utilizar sensores multi-espectrais, câmeras de alta resolução, imageadores (FLIR), transponder IFF, radares multímodos de abertura sintética (SAR), sistemas de contramedidas eletrônicas RWR e interferidores eletrônicos.

O uso de satélites militares possibilitou empregar as ARP a distâncias continentais da estação de controle e o desenvolvimento de sofisticados softwares permitiu que esses sistemas realizassem várias ações de forma autônoma, com destaque para o pouso e a decolagem.

Os materiais utilizados para a construção das aeronaves permitiu formatos mais compactos, simples e esguios, resultando em vetores muito mais ágeis, duráveis e resistentes aos esforços estruturais de vôo e a danos, com destaque para a tecnologia *Stealth* que passou a equipar as ARP, possibilitando uma menor seção reta radar e dificultando sua detecção pelos radares.

Foi constatado que a principal tendência para esses sistemas será o advento do chamado SARP de combate, que será empregado em nível estratégico, sendo vocacionados

para missões de supressão dos meios de defesa aeroespacial do inimigo e visando à obtenção da superioridade aérea.

As novas plataformas de combate possuirão sofisticados softwares de busca, seleção, identificação e de ataque múltiplos a alvos terrestres de grande valor estratégico e atuarão em conjunto. Utilizarão tecnologias *stealth* muito avançadas que, quando empregadas juntamente com a velocidade subsônica tornarão os vetores praticamente invisíveis às defesas antiaéreas inimigas. Utilizarão armamentos de grande precisão a partir do emprego de sofisticados sensores.

As aeronaves terão a capacidade de realizar manobras evasivas mais arrojadas para despistamento de mísseis e fuga e através de sensores no estado da arte terão a sua consciência situacional aumentada a partir de um conjunto de câmeras de alta resolução instaladas na plataforma não tripulada.

Atualmente verificamos que vários SARP estão sendo utilizados pelo mundo, com destaque para os sistemas israelenses *Heron 1* e família *Hermes*, os sistemas americanos MQ-1 *Predator*, RQ4-A *Global Hawk*, RQ-170 *Sentinel*, RQ-8B *Fire Scout* e RQ-11A *Raven*, o sistema britânico *Mantis*, o sistema chinês *Yilong*, o sistema russo em desenvolvimento, *Skat*, e o sistema francês *Eagle 1*.

Nos conflitos do Afeganistão e Iraque, constatou-se a importância dos SARP para as ações das Forças Armadas estadunidenses nesses locais. O sistema *Predator* foi muito empregado nos dois países, com destaque para as missões de ataque utilizando os mísseis *Hellfire* realizadas a partir do ano de 2003. Outros sistemas também foram largamente empregados como *Global Hawk*, *Sentinel*, *Reaper* e *Raven*.

Várias inovações ocorreram nos SARP no decorrer das duas guerras e uma delas foi a substituição dos mísseis *Hellfire* (muito caros e causavam muitos danos colaterais em alguns alvos). Passou-se então a empregar bombas menores como a GBU-44/B *Viper Strike*, a *Griffin* e o míssil *Spike*.

Novos softwares utilizados pelos vetores, tais como o VIRAT e o PERSAS, que permitiram as tropas em terra realizar suas missões com mais segurança, podendo identificar possíveis bombas nos itinerários dos comboios e encontrar os insurgentes que armavam os artefatos. Os novos sensores desenvolvidos no decorrer dos conflitos permitiram às tropas aliadas ampliar o raio de ação nas missões de vigilância, diminuindo a quantidade de aeronaves utilizadas nas operações.

No último capítulo, pudemos constatar a importância da criação de uma legislação para a utilização dos SARP, uma vez que esses equipamentos estão sendo utilizados de forma

indiscriminada por algumas nações, levantando alguns questionamentos sobre a ética no uso desses vetores. Essa questão está causando uma crescente robotização da guerra e por consequência, a desumanização dos conflitos, devido, principalmente, ao afastamento entre o soldado e a região de litígio. Outra questão importante é a necessidade da criação de uma legislação que facilite a inserção dos SARP no espaço aéreo juntamente com outras aeronaves, de modo a evitar colisões entre esses equipamentos e aeronaves civis e militares.

## 8. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Isnard Edson Sampaio de; MIRANDA NETO, Arlindo Bastos. **A análise do emprego veículo não tripulado (VANT) nas ações e operações PM.** Universidade do Estado da Bahia/Academia da Polícia Militar, Salvador, 2009.

BARROZO, Carlos Henrique de Lima. **O Emprego do VANT no Brasil em Comparação com Outros Países da América do Sul** - Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2010.

BORNE, Thiago. **A Game of Drones: Robôs, Ciberespaço e Segurança no Século XXI.** Disponível em: < <http://mundorama.net/2013/06/28/a-game-of-drones-robos-ciberespaco-e-seguranca-no-seculo-xxi-por-thiago-borne/> >. Acesso em: 12 jun 2013.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro, **Nota de Coordenação Doutrinária nº 03/2012 – C Dout Ex**, Brasília, 20 dez 2012.

BRASIL. Portaria Normativa n. 606/MD, de 11 de junho de 2004. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 jun.2004. número 112, seção 1, p.8.

BRATHWAITE, João Antônio Nogueira. **O emprego do VANT Categoria 1 no Reconhecimento da Cabeça de Ponte Pela Brigada de Infantaria Leve (Aeromóvel)** - Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2012.

CASTRO, Moraes Castro. As ARP em Ação. **Revista Forças de Defesa**, n.5, p. 14-21, 2012.

EIRIZ, George Koppe. **O VANT de combate: um novo ator no combate.** Aeroespacial. Disponível em: < <http://www.esacosaae.ensino.eb.br/ArtigosCientificos%202009/O%20VANT%20de%20combate.pdf> >. Acesso em: 15 jul 2013.

FITZSIMMONS, Scott. “Killing in High-Definition: Combat Stress Among Operators of Remotely Piloted Aircraft”. **International Studies Association Annual Convention 2013**, San Francisco, California, Estados Unidos da America.

FOTOS DO MUNDO, **Veículos Aéreos Não Tripulados.** Disponível em: < <http://www.fotosdomundo.com.br/fotos/fotos-de-veiculos-aereos-nao-tripulados-vants.html> >. Acesso em: 3 maio 2013.

JESUS, Vinicius Gomes de. **Ensinamentos Adquiridos Sobre a Ameaça Aérea e os Sistemas de Defesa Antiaéreos Utilizados Durante a Invasão do Iraque (Segunda Guerra do Golfo – 2003)** - Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2011.

MILESKI, André M. Uma história de alta tecnologia. **Revista Tecnologia e Defesa**, a.20, n.92, p. 42-61, 2007.

MANUAL MEC-6. **O Veículo Aéreo Não Tripulado**, 1ª Ed: Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2012.

OLIVEIRA, Flavio Araripe de. CTA e o Projeto VANT. In: 1º Seminário Internacional de Vant. São José dos Campos, 2005. Palestra proferida no Centro Tecnológico da Aeronáutica em 11 jun 2005.

PICARDO, Daniel de França. **Coordenação do Espaço Aéreo Brasileiro com Vôo de VANT** - Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea, Rio de Janeiro, 2012.

PLAVETZ, Ivan. Revolução nos céus e na guerra: UAVs. **Revista Tecnologia e Defesa**, a.22, n.103, p. 56-64, 2009.

ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DO ATLÂNTICO NORTE. AAP-6: **Glossary of terms and definitions. Bruxelas**. Bélgica, 2008.

RAZA, Salvador. **VANT: Passaporte para a Modernidade da Defesa**. Disponível em: <[www.institutoliberal.org.br/conteudo/download.asp?cdc=3800](http://www.institutoliberal.org.br/conteudo/download.asp?cdc=3800)>. Acesso em: 2 maio 2013.