



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

O ADVENTO DO SARP DE COMBATE E SEUS REFLEXOS PARA O SISTEMA OPERACIONAL DE DEFESA ANTIAÉREA

1º Ten Art FRIEDRICH LAWRENTZ STREHLAU CENTURION TEIXEIRA

RIO DE JANEIRO

2013

MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DECEx - DET Mil
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

1º Ten Art FRIEDRICH LAWRENTZ STREHLAU CENTURION TEIXEIRA

O ADVENTO DO SARP DE COMBATE E SEUS REFLEXOS PARA O SISTEMA
OPERACIONAL DE DEFESA ANTIAÉREA

RIO DE JANEIRO

2013

1º Ten Art FRIEDRICH LAWRENTZ STREHLAU CENTURION TEIXEIRA

O ADVENTO DO SARP DE COMBATE E SEUS REFLEXOS PARA O SISTEMA
OPERACIONAL DE DEFESA ANTIAÉREA

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 RICARDO LUIZ RIBEIRO

RIO DE JANEIRO

2013



MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
DECE_x - DET Mil
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

CENTURION, Friedrich Lawrentz Strehlau Centurion Teixeira, 1º Ten Art. *O advento do SARP de combate e seus reflexos para o sistema operacional de defesa antiaérea.* Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa *lato sensu* como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Operações Militares. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: **RICARDO LUIZ RIBEIRO** – Cap

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: _____

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Rio de Janeiro, 28 de Outubro de 2013.

RICARDO LUIZ RIBEIRO – Cap
Presidente

ANDERSON MARTINS ROCHA – Cap
Membro

DIOGO EMILÃO PINTO – Cap
Membro

Dedico este trabalho aos meus colegas pelo incentivo constante e o apoio nas horas mais difíceis durante o curso, à minha mãe que sempre me ajuda e ao meu orientador pelo correto e oportuno incentivo às pesquisas necessárias à realização deste trabalho.

RESUMO

CENTURION, Friedrich Lawrentz Strehlau Centurion Teixeira. O advento do SARP de combate e seus reflexos para o sistema operacional de defesa antiaérea. Rio de Janeiro, 2013.

A máquina de voar foi uma invenção humana que serviu para levar o poder de fogo aos campos de batalha de maneira mais rápida e precisa. Primeiro descobriu-se como fazer o homem voar por aviões, depois como fazer aviões voarem sem homens. Quando descoberto que os aviões poderiam ser remotamente pilotados, estes passaram a ser utilizados primeiramente no adestramento para pilotos de aeronaves de combate como alvos aéreos. Depois, passaram a ser vistos como ferramentas para levar o mesmo poder letal de uma aeronave convencional, mas com o advento de não ser pilotada. Em consequência disso, surgiu o SARP, que além de diminuir os riscos aos recursos humanos, é capaz de realizar diversas missões de alto risco como: reconhecimento, observação e ataque contra alvos levantados por ele mesmo, servindo, também, para aumentar o poder combativo dos detentores dessa tecnologia. Observam-se nos recentes grandes conflitos mundiais que os SARP de combate são largamente utilizados para cumprir missões que antes eram executadas por pilotos, apresentando elevado grau de eficiência e economizando meios, além de reduzir os custos gastos nas missões de forma significativa. Em decorrência disso, pretende-se apontar o emprego do SARP de combate e seus reflexos para o sistema operacional defesa antiaérea.

Palavras-chave: SARP de combate. Defesa Antiaérea.

ABSTRACT

CENTURION, Friedrich Lawrentz Strehlau Centurion Teixeira. The advent of combat UAS its consequences for the operational anti-aircraft system. Rio de Janeiro, 2013.

The flying machine, a human invention was used to bring firepower to the battlefield more quickly and accurately. First it was discovered how to make a man fly planes, then how to make airplanes fly without men. When discovered that planes could be remotely piloted, these came to be used primarily in training for pilots of combat aircraft as aerial targets. Later came to be seen as a tool to carry the same lethal power of a conventional aircraft, but with the advent of not being piloted. Consequently came the UAS, which in addition to reducing the risks to human lives, is able to perform various high-risk missions such as reconnaissance, observation and attack targets raised by itself, and also served to increase the fighting power of the holders of this technology. It is noticed, in the recent major world conflicts, that combat UAS are widely used to perform tasks that were previously performed by pilots, with high efficiency saving resources and reducing costs spent on missions significantly. As a result, we intend to point out the use of combat UAS and its consequences for the operational anti-aircraft system.

Keywords: Combat UAS. Anti-aircraft defence.

Lista de figuras

Figura 1 –	Ataque por balões não tripulados	14
Figura 2 –	Kettering Bug	15
Figura 3 –	Standart E-1.....	16
Figura 4 –	RP-4	16
Figura 5 –	Aeronave N2C-2	17
Figura 6 –	Aeronave TG-2	17
Figura 7 –	Alvo aéreo KDH-1	17
Figura 8 –	MQM-33	18
Figura 9 –	Ryan Firebee	18
Figura 10 -	DC-130 com 04 Ryan Firebees	19
Figura 11 -	BQM1BR	19
Figura 12 -	ARP Carcará	20
Figura 13 -	SARP Alenia Aermacchi Sky-X	27
Figura 14 -	SARP IAI Harop	28
Figura 15 -	SARP BAE Systems Taranis	30
Figura 16 -	SARP Dassault nEUROn	33
Figura 17 -	SARP General Atomics Avenger (Predator C)	34
Figura 18 -	SARP Naval Northrop Grumman X-47B UCAS-D	36
Figura 19 -	Operador de X-47B UCAS-D	37
Figura 20 -	SARP EADS Barracuda	38
Figura 21 -	SARP MIG Skat	40
Figura 22 -	SARP Boeing Phantom Ray	41
Figura 23 -	KAI K-UCAV	43
Figura 24 -	SARP CAIC1 Anjian (Dark Sword)	44
Figura 25 -	SARP General Atomics MQ-1C Warrior	45
Figura 26 -	SARP General Atomics MQ-9 Reaper	47
Figura 27 -	SARP Northrop Grumman MQ-8B Fire-Scout	49
Figura 28 -	SARP TAI TIHA-B	50
Figura 29 -	SARP ELBIT SYSTEMS HERMES 450	52
Figura 30 -	SARP SAGEM Sperwer B	53

Lista de abreviaturas

A Sen	Área sensível
AAAe	Artilharia Antiaérea
AAe	Antiaéreo
Anv	Aeronave
ARM	Míssil antirradiação
ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
Can	Canhão
CBT	Compania Brasileira de Tratores
CFN	Corpo de Fuzileiros Navais
COAAe	Centro de operações antiaéreas
DAAe	Defesa Antiaérea
EDAAe	Elemento de defesa antiaérea
ELAAe	Equipe de ligação de artilharia antiaérea
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
GE	Guerra eletrônica
HALE	High-altitude long-endurance
ICMC-USP	Instituto de Ciências Matemáticas e Computação da USP
MAV	Micro air vehicles
MB	Marinha do Brasil
NVAF	Força Aérea Norte Vietnamita
Op Ng	Operações de não-guerra
P Sen	Ponto Sensível
PKill	Probabilidade de destruição
RATO	Lançamento assistido por foguete
RPV	Remoted Piloted Vehicle
SARP	Sistema de aeronave remotamente pilotada
SEAD	Supression Enemy Air Defense
SIGINT	Inteligência do sinal
TO	Teatro de operações

UAS	Unmanned Aerial System
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UCAV	Unmanned Combat Aerial Vehicle
US Army	Exército dos EUA
US Navy	Marinha dos EUA
USAF	Força Aérea dos EUA
USP	Universidade de São Paulo
UT	Unidade de tiro
VANT	Veículo aéreo não tripulado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	Histórico do sistema de aeronave remotamente pilotada (SARP)	13
2.1	Evolução dos meios aéreos não tripulados	13
2.2	O Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) nos EUA	15
2.3	O SARP no Brasil	19
3	Os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) de combate	22
3.1	POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO SARP	23
3.1.1	POSSIBILIDADES	23
3.1.2	LIMITAÇÕES	25
3.2	Modelos de SARP de combate da atualidade e em desenvolvimento	26
3.2.1	Alenia Aermacchi Sky-X	26
3.2.2	IAI Harop	28
3.2.3	BAE Systems Taranis	29
3.2.4	Dassault nEUROn	31
3.2.5	General Atomics Avenger (Predator C)	33
3.2.6	X-47B UCAS-D	35
3.2.7	EADS Barracuda	38
3.2.8	MIG Skat	39
3.2.9	Boeing Phantom Ray	41
3.2.10	KAI K-UCAV	42
3.2.11	CAIC1 Anjian (Black Sword)	44
3.2.12	General Atomics MQ-1C Warrior	45
3.2.13	General Atomics MQ-9 Reaper	46
3.2.14	Northrop Grumman MQ-8B Fire-Scout	48
3.2.15	TAI TIHA-B	50

3.2.16	Elbit Systems Hermes 450	51
3.2.17	SAGEM Sperwer B	53
4	EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA	55
4.1	POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DA ARTILHARIA ANTIAÉREA	55
4.1.1	POSSIBILIDADES	55
4.1.2	LIMITAÇÕES	56
4.2	DOCTRINA DE UTILIZAÇÃO DO SARP DE COMBATE	57
4.2.1	Ataque ao solo	57
4.2.2	SEAD	58
4.2.3	Interceptação	59
4.3	A artilharia antiaérea contra o SARP de combate	60
5	CONCLUSÃO	62
6	REFERÊNCIAS	64

1. INTRODUÇÃO

No início do século XX, percebeu-se que os aeromodelos pilotados para auxiliar no adestramento de pilotos de aeronaves de combate poderiam ter seu uso mais explorado, passando a atividades de reconhecimento e missões de alto risco. Desde essa constatação, vários estudos vêm sendo desenvolvidos ao redor do mundo para o desenvolvimento de uma tecnologia de navegação aérea não tripulada capaz de carregar armamentos e inferir danos ao inimigo, caracterizando assim uma missão de combate.

Os Estados Unidos da América são os pioneiros no desenvolvimento de tal tecnologia e ao longo do tempo, seguindo uma trilha de sucessos no aperfeiçoamento da tecnologia do sistema de aeronaves remotamente pilotadas, observou-se a crescente utilização destes sistemas em diversos fatos históricos desta era, principalmente após os atentados terroristas de 11 de setembro de 2001 contra as Torres Gêmeas e outros alvos nos Estados Unidos.

No Brasil, não obstante, notando-se a crescente necessidade de se antever ao possível emprego desta tecnologia como ameaça aérea e até mesmo ser possuidor do SARP de combate, o Ministério da Defesa, por meio de legislação específica, elaborou a Estratégia Nacional de Defesa. Tal documento foi o marco inicial da busca pelo referido assunto.

O objetivo principal deste trabalho é responder de que forma o advento dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas de combate pode influenciar no emprego da artilharia antiaérea.

No primeiro capítulo, será visto a criação e o desenvolvimento do sistema de aeronaves remotamente pilotadas, desde a sua utilização inicial como alvo de treinamento para adestramento de pilotos até os dias atuais, em que passou a ser empregada propriamente como aeronave de combate e reconhecimento. E também um breve histórico do desenvolvimento deste sistema no Brasil.

No segundo capítulo serão apresentados alguns modelos de aeronaves remotamente pilotadas existentes na atualidade, com o objetivo principal de mostrar suas características, bem como suas possibilidades e limitações.

No terceiro capítulo apresentar-se-ão as possibilidades e limitações da Artilharia Antiaérea (AA Ae), tendo como referência a AA Ae brasileira, possibilitando os subsídios necessários para a conclusão do assunto em pauta.

E como conclusão, será respondida a questão que foi o objetivo deste trabalho: “De que forma o sistema de aeronaves remotamente pilotadas de combate podem influenciar no emprego da artilharia antiaérea?”

2. Histórico do sistema de aeronave remotamente pilotada (SARP)

Desde a década de 1840, tem-se conhecimento da utilização de veículos aéreos não tripulados para realização de bombardeio, como será visto neste capítulo. Primeiramente, um balão não tripulado foi utilizado com esta missão. Fruto daquele fato, percebeu-se, então, que essa técnica poderia ser amplamente empregada.

Principalmente nos anos em que decorreram as 1ª e 2ª Guerras Mundiais, houve uma maciça utilização de aeronaves remotamente pilotadas para o adestramento de pilotos de caças e, ao longo deste período, o aperfeiçoamento das aeronaves de combate e das aeronaves utilizadas como meio auxiliar de adestramento foi significativo.

No auge da Guerra Fria, enquanto os russos preferiam canalizar seus esforços no desenvolvimento tecnológico de grandes mísseis intercontinentais, os Estados Unidos da América (EUA) foram mais além e, graças à abundância de recursos proveniente do regime capitalista, incentivaram vários projetos da iniciativa privada para o desenvolvimento da tecnologia de aeronaves remotamente pilotadas.

Porém, ao longo do tempo e seguindo os recentes sucessos e perspectivas alcançados pelos norte-americanos, vários países resolveram iniciar seus próprios estudos, embora se possa afirmar que seus estudos tenham sido apenas incipientes comparados aquilo já desenvolvido pelos EUA.

Nesse capítulo será visto como se deu o desenvolvimento do SARP - também conhecido mundialmente por Unmanned Aerial System (UAS) - ao longo do tempo e da história em todo o mundo, com enfoque principal nos EUA que foram, sem dúvidas, os pioneiros da aviação não tripulada.

2.1. Evolução dos meios aéreos não tripulados

A ideia de se realizar ataques com veículos não tripulados se deu em 1849, época em que os austríacos atacaram os italianos em Veneza por meio de balões que utilizavam sistemas rudimentares de pilotagem que lançavam explosivos acionadas por espoleta de tempo, entretanto, tal sistema dependia das condições meteorológicas e não era muito eficiente (RPAV, 2003).



Figura 01—Ataque por balões não tripulados

Fonte: http://www.ctie.monash.edu/hargrave/images/balloonbombs1880_500.jpg

Em 1898, Nikola Tesla inventou o controle remoto, empregando-o primeiramente em um pequeno barco. Mais tarde, Tesla adaptou seu sistema de controle remoto a um aeromodelo. Esses aeromodelos controlados por rádio foram aperfeiçoados e passaram a ser utilizados como alvos aéreos no adestramento dos pilotos de aviões de combate pilotados.

Naquela época, o alvo aéreo era utilizado para simular situações de combate e realmente servia de alvo para ser abatido. Por volta de 1915, Tesla percebeu que as aeronaves controladas remotamente e que eram utilizadas para o treinamento dos pilotos de aeronaves convencionas tinham a possibilidade de serem utilizadas para a defesa dos Estados Unidos da América (EUA). Tal fato ficou explícito quando Elmer Sperry, criador do giroscópio e da tecnologia de pilotagem automática, em 1919, realizou uma demonstração na qual um modelo rudimentar de SARP atacou um navio de guerra alemão capturado (Dempsey, 2010).

As pesquisas e aprimoramentos na área dessas aeronaves não tripuladas prosseguiram, mas somente em 1987 começaram a surgir os primeiros resultados favoráveis na utilização daquelas aeronaves para missões de reconhecimento. Finalmente, em 1991, durante a operação “Tempestade no deserto”, mais de 300 missões de combate foram realizadas na busca de baterias de mísseis Scud (mísseis antiaéreos) e outros alvos compensadores (Dempsey, 2010).

O grande sucesso das aeronaves não tripuladas norte-americanas levaram outros países à busca por essa tecnologia, inclusive o Brasil. Além das aplicações militares, a tecnologia dos SARP é, também, largamente utilizada no campo civil para tarefas de acompanhamento de queimadas, controle policial entre outras aplicações.

Será abordado, ainda neste capítulo, a presença dos SARP nos EUA bem como os primeiros esforços realizados no Brasil para a obtenção desta tecnologia.

2.2. O Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) nos EUA

Em 12 de setembro de 1916, o Hewitt-Sperry Automatic Airplane (modelo de aeronave não tripulada), conhecido como “*flyingbomb*” (bomba voadora), teve seu primeiro voo, demonstrando o conceito de aeronave não tripulada, e demonstrando a capacidade de emprego real em 1919 como foi citado anteriormente. A pretensão inicial era de se criar um torpedo aéreo, que atualmente é conhecido como míssil de cruzeiro.

Ainda durante a 1ª Guerra Mundial (1914-1918), em novembro de 1917, a ideia de desenvolver o torpedo aéreo foi retomada, o que resultou no “*Kettering Bug*”, que teve seu primeiro voo em 1918. Entretanto, a guerra acabou antes mesmo que ele pudesse ser empregado em combate.

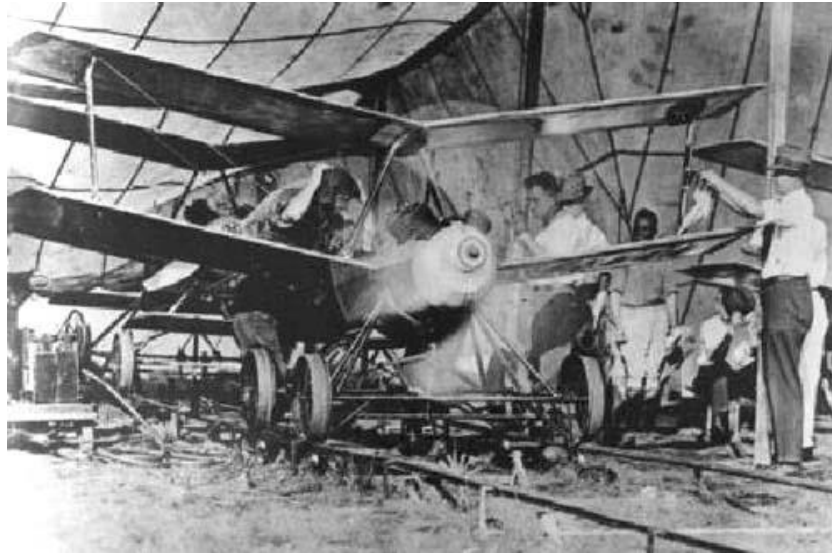


Figura 02 – Kettering Bug

Fonte: http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/images/kettering_bug_1_500.jpg

Com o fim da 1ª Guerra Mundial, três aeronaves do modelo E-1 Standart foram convertidas a rádio controle, que era uma primeira tentativa de se transformar aviões convencionais em aeronaves remotamente pilotadas ou de pilotagem autônoma de acordo com a invenção de Elmer Sperry, criador da tecnologia de piloto automático.

O sucesso das pesquisas do controle a rádio das aeronaves sem pilotos fez com que fosse possível a utilização de aeronaves como alvos aéreos na década de 1930. Enquanto os ingleses se voltavam para o desenvolvimento do míssil de cruzeiro, os americanos se enveredaram para o desenvolvimento dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas e, sendo assim, em 1936 os pesquisadores passaram a chamar os veículos rádio controlados de *drone*.

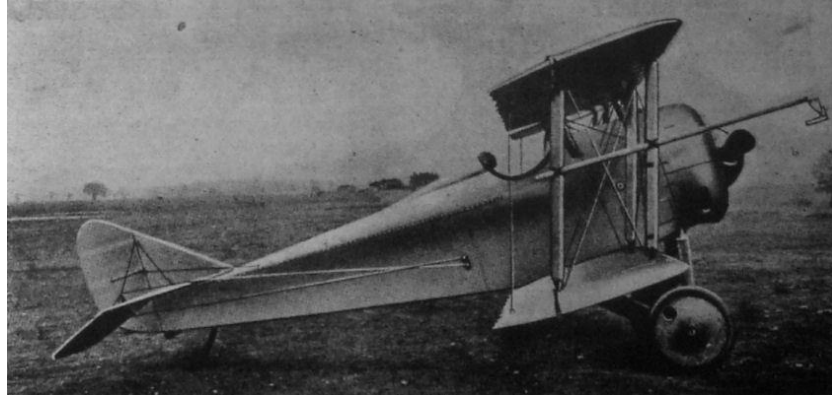


Figura 03 – Standart E-1

Fonte: http://flyingmachines.ru/Images7/04-Others/Janes/Standard_E1-2.jpg

A primeira empresa a produzir *drones* em larga escala foi a Reginald Denny Industries (Medeiros, 2007), que em novembro de 1939 apresentou o modelo RP-4 ao exército norte-americano. Após ganhar o contrato para produção, aquele modelo passou a ser chamado de “*Radioplane OQ-1*”. Essa empresa produziu cerca de 15000 *drones* durante a 2ª Guerra Mundial com o objetivo de serem usadas como alvos aéreos para adestramento dos pilotos.



Figura 04 – RP-4

Fonte: http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/images/muroc_crash_001_B_750.jpg

Dando continuidade às pesquisas, a marinha norte-americana continuou realizando experimentos durante a década de 1930, o que resultou no Curtiss “N2C-2”, em 1937, o qual era controlado a partir de outra aeronave, TG-2 (training glider 2). O TG-2 era uma aeronave pilotada convencional de treinamento para 2 ocupantes, um pilotava o TG-2 e o outro pilotava NSC-2. Em 1941, foi instalada uma câmera de TV RCA no N2C-2 cujas imagens eram vistas pelo piloto que controlava o *drone*, dessa forma, ficou comprovada a possibilidade de se utilizar esse sistema, em desenvolvimento, para missões de reconhecimento.



Figura 05 – Aeronave N2C-2

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1f/Curtiss_N2C-2_Naval_Aviation_Museum.jpg



Figura 06 – Aeronave TG-2

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/38/LNS-1_glider_USMC_Parris_Is_1942.jpg

Com a evolução dos motores de propulsão das aeronaves comuns, o mesmo ocorreu com os *drones*. A empresa McDonnell Aircraft Corporation desenvolveu, em 1941, um modelo de alvo aéreo que possuía propulsão a jato e passou por diversas atualizações até chegar ao modelo “KDH-1”, que logo foi utilizado durante a 2ª Guerra Mundial pela marinha americana a fim de continuar possibilitando o adestramento dos pilotos. Uma vez que as aeronaves pilotadas tinham maior velocidade, era necessário que seus alvos de treinamento também o possuíssem.

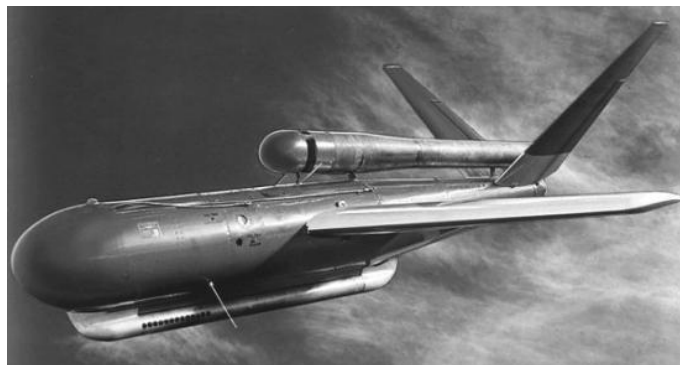


Figura 07 – Alvo aéreo KDH-1

Fonte: <http://www.designation-systems.net/dusrm/app1/td2d-1.jpg>

O primeiro *drone* básico de treinamento convertido para missão de reconhecimento fotográfico aéreo foi o modelo MQM-33, designado RB-71. Basicamente, ele era lançado por catapulta, captava imagens até uma distância de 4 milhas do solo, era controlado por terra e quando seu combustível acabava era lançado o paraquedas para futuramente ser resgatado propiciando ao comandante em nível tático imagens em curto espaço de tempo (POPULAR MACHANICS, 1956).



Figura 08 – MQM-33

Fonte: <http://www.designation-systems.net/dusrm/mqm-33.jpg>

Nessa mesma época, começaram a surgir as primeiras aeronaves de combate capazes de atingir a velocidade sônica e supersônica. Com isso, os alvos aéreos tiveram que acompanhar a evolução. O primeiro modelo capaz de atingir essa velocidade foi o Q-4, mais tarde designado de AQM-35, da Northrop.

Com a evolução tecnológica, os alvos aéreos atingiram tal nível de complexidade que passaram a executar outros tipos de missões. A plataforma Ryan Firebee, por exemplo, foi utilizada em missões de reconhecimento. A versão derivada da Ryan Firebee, o Ryan Firebee Model 147 Lightning Bug foi utilizada pelos americanos para espionar o Vietnã do Norte, a China Comunista e a Coreia do Norte, da década de 1960 ao início da década de 1970.



Figura 09 – Ryan Firebee

Fonte: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/3d/Teledyne-Ryan-Firebee-hatzerim-1.jpg>

Durante a Guerra do Vietnã existia um esquadrão norte-americano de reconhecimento equipado com aeronaves DC-130A Hercules adaptadas para lançar até 4 *drones* de reconhecimento, os quais, após a realização das missões, lançavam paraquedas e eram resgatados por helicópteros.



Figura 10 - DC-130A com 04 Ryan Firebees

Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/88/DC-130_mounted_Firebees_DN-SC-85-06043.jpg

Após este breve histórico a respeito do desenvolvimento do sistema de aeronaves remotamente pilotadas dos norte-americanos, ainda não é possível esgotar todo o assunto. No capítulo seguinte serão abordadas outras plataformas que foram desenvolvidas tanto por americanos quanto por outras nacionalidades.

2.3. O SARP no Brasil

A história do SARP no Brasil teve início por volta da década de 1980, quando a extinta Companhia Brasileira de Tratores (CBT) desenvolveu o protótipo do modelo BQM1BR. Esse modelo desenvolvido pelo Brasil era um alvo aéreo dotado de propulsão a jato.



Figura 11 – BQM1BR

Fonte: http://www.aviacaopaulista.com/museu_tam/mt230207_4.jpg

Embora não se fale mais sobre o projeto BQM1BR, existem outros que tiveram início por volta dos anos 2000, podendo-se citar o Gralha Azul da Embravant e o ARARA (Aeronave de Reconhecimento Autônoma e Remotamente Assistida) da AGX Tecnologia junto com o ICMC-USP e a EMBRAPA para agricultura de precisão.

Em 2009, deu-se início ao desenvolvimento do VANT-SAR pela AGX, Aeroalcool e Orbisat. Em 2010, o projeto de aeronave elétrica, o Tiriba, pela AGX junto com o Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia. Nesta mesma época, a empresa SantosLab desenvolveu e vendeu para Marinha do Brasil (MB) o modelo Carcará, que apresentou os quesitos necessários à Força, que era para se ter uma ARP de reconhecimento de curto alcance para emprego nos pelotões do Corpo de Fuzileiros Navais (CFN).

O Carcará alcança 8 km e consegue voar a 3.500 m de altitude, embora tenha sido concebido para voar a 200 metros. Seu motor elétrico garante uma operação silenciosa e discreta com velocidade padrão de 40 km/h e consegue funcionar durante 60 a 95 minutos. Pesando apenas 2 kg, ele pode ser equipado com uma câmara móvel com zoom de 10X ou um sensor de infravermelho.



Figura 12 – ARP Carcará

Fonte: <http://www.uav.com.br/midias/fotos>

Com a Estratégia Nacional de Defesa, a Força Aérea Brasileira ficou responsável pelo desenvolvimento dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas. Em 2012, a Flight Technologies vencedora da licitação, foi a responsável pelo desenvolvimento do projeto de criação do SARP brasileiro, sendo o mesmo gerenciado pelo Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial e com apoio do Ministério da Defesa, do Centro Tecnológico do Exército e do Instituto de Pesquisas da Marinha.


Atualmente, em Santa Maria, a própria FAB é responsável por montar a ARP da AEL, uma subsidiária do grupo israelense Elbit Systems. Com isso o modelo Elbit Hermes 450 utilizado nas fronteiras e nos grandes eventos que ocorrem esse ano e no futuro próximo, já é montado no Brasil. Esse modelo será mais bem explorado no capítulo seguinte.

3 Os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) de combate

O presente capítulo tem por finalidade apresentar os veículos aéreos de combate não tripulados e algumas de suas principais características, tendo em vista que o máximo de informações sobre as ameaças aéreas é de máxima importância para saber se nossos materiais de defesa antiaérea são capazes de se contrapor a elas.

Antes da abordagem sobre os SARP de combate da atualidade, serão citados quais países são detentores dessa nova ferramenta. São possuidores deste sistema, mas não necessariamente em pleno funcionamento, os seguintes países (WIKIPEDIA, 2013):

-  Azerbaijão - Elbit Hermes 450
-  Botswana - Elbit Hermes 450
-  Brasil - Elbit Hermes 450
-  Colômbia - Elbit Hermes 450
-  China - Guizhou WZ-2000, AVIC Wing Loong I, CH-3, CH-4
-  Croácia - Elbit Hermes 450
-  Chipre - Elbit Hermes 450
-  França - EADS Harfang (baseado no IAI Heron), SAGEM Sperwer
-  Alemanha - IAI Heron modificado de Israel
-  Índia - IAI Heron, IAI Harop e IAI Harpy de Israel, DRDO AURA, DRDO Rustom
-  Irã - Karrar, Shahed 129
-  Israel - IAI Heron, IAI Harpy, Elbit Hermes 450, IAI Eitan, IAI Harop
-  Itália - MQ-1 Predator, MQ-9 Reaper dos EUA
-  México - Elbit Hermes 450
-  Coreia do Norte - MQM-107
-  Paquistão - Shahpur (em teste), Falco UAV modificado do modelo italiano para carregar foguetes (em teste), Nescom Burraq (em desenvolvimento)
-  Singapore - Elbit Hermes 450
-  Rússia - IAI Heron de Israel
-  Taiwan – em desenvolvimento de um modelo baseado no U.S. X-47B.
-  Tunísia - TATI Buraq, TATI Jinn (em desenvolvimento)
-  Turquia - TAI Anka, Vestel Karayel
-  Reino Unido - MQ-1 Predator, MQ-9 Reaper dos EUA, Elbit Hermes 450

-  Estados Unidos - MQ-1 Predator, MQ-9 Reaper, Northrop Grumman X-47B, Elbit Hermes 450

Serão tratados nesse capítulo as possibilidades e limitações dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas segundo o manual do Exército Brasileiro.

3.1 POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DO SARP

Toda invenção é criada para atender a um determinado propósito, no entanto, durante seu desenvolvimento, observa-se que ela possui aspectos positivos e negativos, também conhecidos como possibilidades e limitações.

Cada sistema de aeronaves remotamente pilotadas tem suas características aplicadas diretamente ao tipo de missão que desempenhará, no caso dos SARP de combate é essencial que se observe a carga útil do armamento transportável, e isso fará com que sua aerodinâmica e dimensões sejam compatíveis para sua missão. O MEC – 06 (Manual de “VANT”), cita as seguintes vantagens dos SARP em relação às aeronaves tripuladas:

- Menor quantidade de equipamentos a bordo reduz a dimensão e o peso dos VANTs, o que permite a instalação de sensores e de tecnologia no “estado da arte”;
- Maior manobrabilidade (capacidade de suportar mais G's);
- Menor gasto por parte das Forças Armadas (alto custo de formação de um piloto);
- Sem piloto, a aeronave pode ter um desenho mais eficiente à sua missão;
- Maior capacidade de sobrevivência, já que o pequeno porte reduz bastante a reflexão dos sinais de radar;
- Equipamento de fácil operação e de tecnologia avançada;
- Proporciona economia de meios para a obtenção de informes sobre o inimigo;
- Dificuldade de engajamento por parte do inimigo;
- Volume relativamente pequeno para o seu manuseio.

3.1.1 POSSIBILIDADES

O SARP é uma excelente ferramenta de reconhecimento, informações, vigilância, busca de alvos e ataque, permitindo a força que o possui a capacidade de atacar o inimigo no momento e no local preciso, com o volume de fogo e força de combate adequado. Os SARP podem entrar em território inimigo, localizar alvos na zona de combate inacessíveis a outros sistemas de coleta de informações, fornecendo dados fiéis e em tempo real ao comandante para que este possa intervir de forma adequada no combate, tendo também a capacidade de realizar ataques a estes alvos surgindo assim como um elemento surpresa no combate. O SARP possibilita o conhecimento atualizado do terreno, como vias principais de acesso, acidentes capitais, ponto de decisão para a batalha e objetivos militares importantes. O comandante poderá, também, monitorar as atividades do inimigo, possibilitando a

manutenção do contato e a suposição de suas prováveis intenções.

Na etapa de planejamento, as informações obtidas por meio de SARP permitem ao comandante elaborar sua estratégia em virtude de ter facilitada a escolha das linhas de ação a serem tomadas por ter conhecimento antecipado das regiões mais fortalecidas do inimigo e também suas fraquezas.

Por não necessitar de pilotos a bordo, os SARP economizam peso e espaço e não tem a necessidade de repouso da tripulação, necessitando apenas do rodízio dos operadores para garantir o apoio contínuo, fatores que aumentam imensamente a sua autonomia em relação a uma aeronave tripulada. Por esse mesmo motivo, pode operar em áreas biológicas e quimicamente contaminadas e pode também se aproximar dos alvos sem ser detectada pelos radares por possuir pequenas dimensões, conseqüentemente uma pequena seção reta-radar, que é a área equivalente à energia de RF refletida por um objeto iluminado por radar. Tal fato permite uma aproximação maior dos objetivos e redução das perdas, entretanto, isto não significa que o SARP seja invisível aos sensores inimigos.

A capacidade de chegar mais próximo ao objetivo reflete diretamente no tipo de armamento ou equipamentos que serão empregados durante as missões. Quanto mais longe estiver o objetivo mais complexo serão as ferramentas que o SARP utilizará, isso implica na influência da aerodinâmica da aeronave não tripulada, na autonomia, nos sensores empregados e nos armamentos.

Uma missão características do SARP é ser empregado como plataforma de GE e atuar no campo das comunicações e das não-comunicações quando empregando os sensores e equipamentos adequados. As Medidas de Ataque Eletrônico (MAE), Medidas de Apoio a Guerra Eletrônica (MAGE) e as Medidas de Proteção Eletrônica (MPE) contribuem para impedir ou reduzir o emprego eficiente do espectro eletromagnético pelo oponente e assegurar a sua utilização segura da tropa apoiada.

Além das possibilidades já citadas, o SARP é capaz, dentre outras ações, de: gerar imagens de vídeo ou fotografias de alta resolução em tempo real; informar as coordenadas de um alvo qualquer ou de sua própria posição em tempo real; realizar filmagens noturnas em tempo real; alterar o seu plano de vôo durante a missão; ser pilotado remotamente; operar em condições atmosféricas adversas; reprogramar o emprego de seus sensores durante a missão; identificar a presença e origem de emissões de RF por onde sobrevoe; identificar a presença de agentes químicos por onde sobrevoe; designar um alvo terrestre qualquer em tempo real; e decolar e pousar em espaços exíguos.

São elencadas pelo MEC – 06 (Manual de “VANT”) as seguintes possibilidades para o

SARP, conhecido na época como VANT:

O VANT possui diversas aplicações doutrinárias, tais como: Reconhecimento (inclusive armado), Vigilância, Busca de Alvos, Inteligência, Guerra Eletrônica (GE), Comando e Controle, Ataque, Avaliação Tática de Danos, SEAD (Supressão de Defesa Aérea Inimiga), REVO, Guerra Psicológica e Retransmissão de Comunicações.

Um VANT é capaz, dentre outras ações, de:

- gerar imagens de vídeo ou fotografias de alta resolução em tempo real;
- informar as coordenadas de um alvo qualquer ou de sua própria posição em tempo real;
- realizar filmagens diurnas/noturnas em tempo real;
- alterar o seu plano de vôo durante a missão;
- operar em condições atmosféricas adversas;
- reprogramar o emprego de seus sensores durante a missão;
- identificar a presença e origem de emissões de RF por onde sobrevoe;
- identificar a presença de agentes químicos por onde sobrevoe;
- designar um alvo terrestre qualquer em tempo real;
- decolar e pousar em espaços exíguos.

Entre os diversos componentes que um VANT pode transportar, destacam-se:

- Dispositivos Infravermelhos (FLIR);
- Equipamentos de GE;
- Radar de Abertura Sintética (SAR);
- Sensores Químicos;
- Designador Laser de Alvos;
- DGPS;
- Sensores Eletro-ópticos;
- Radares com indicador de alvos terrestres móveis (GMTI).

Os VANTs possuem também inúmeras aplicações civis, tais como:

- Levantamento meteorológico;
- Detecção de incêndios;
- Policiamento urbano;
- Aplicações em geologia e oceanografia;
- Busca e auxílio a resgates.

3.1.2 LIMITAÇÕES

Mesmo com todas as possibilidades descritas anteriormente, o sistema ainda apresenta algumas vulnerabilidades que não foram superadas. Algumas de suas limitações são a sua capacidade limitada de sobrevivência em caso de avaria, a tecnologia existente de comunicação de dados, a carência atual de recursos humanos especializados, dificuldade de atuação em condições meteorológicas muito adversas e o apoio logístico complexo necessário ao seu funcionamento.

Apesar de a maioria dos SARP serem relativamente pequenos e voarem a velocidades reduzidas, o que permite o aumento de seu tempo de permanência sobre o alvo, eles não são invisíveis aos olhos do inimigo. Enquanto uma aeronave de observação tripulada pode variar sua velocidade para fugir da exposição ao fogo antiaéreo do inimigo, o SARP não possui este recurso, e uma vez atingido, não possui a bordo sistemas de guiamento redundantes que permitam a sobrevivência e o retorno do veículo avariado. Levando-se em conta que para realizar um ataque com armamentos uma aeronave convencional tenha que reduzir sua

velocidade à, aproximadamente, 250m/s, o mesmo ocorre com o SARP de combate, ficando, no momento do ataque, exposto à defesa antiaérea. Soma-se a isto o fato de que à medida que os SARP aumentam a sua notoriedade, maiores esforços são despendidos para anulá-los.

A utilização do SAPR em todos os tipos de condições meteorológicas, principalmente, as adversas, é outra importante vulnerabilidade. Verifica-se que as condições climáticas podem influenciar no subsistema de controle remoto e também, durante o voo, na orientação da aeronave, que pode ser prejudicada com desvios de rota nas rajadas de vento mais fortes do que as suportadas em condições ideais.

Quanto à carência de recursos humanos, tal vulnerabilidade será eliminada gradativamente à medida que os SARP se tornarem de uso constante nas forças armadas, ou até mesmo nas forças policiais dos diversos países, possibilitando o intercâmbio de experiências. A partir daí passarão a existir recursos humanos em boa quantidade.

Sobre logística, a necessidade para a manutenção dos SARP ainda é complexa e pouco conhecida. Como visto anteriormente, várias empresas brasileiras tem realizado suas pesquisas nesta área, desta forma, a carência de recursos humanos a partir da utilização em larga escala dos SARP também será solucionada.

São elencadas pelo MEC – 06 (Manual de “VANT”) as seguintes limitações para o SARP:

- Falta de consciência operacional;
- Falta de pessoal especializado;
- Manutenção especializada e constante;
- Vulnerável à AAAe de baixa altura;
- Suscetível de sofrer interferência eletrônica;
- Necessidade de logística muito bem planejada.

3.2 Modelos de SARP de combate da atualidade e em desenvolvimento

3.2.1 Alenia Aermacchi Sky-X

O Alenia Aermacchi Sky-X foi um projeto de SARP da empresa italiana Alenia Aeronautica, criado com o propósito de servir de pesquisa e demonstração de tecnologia. No dia 29 de Maio de 2005, tornou-se a primeira aeronave européia não-tripulada, de combate na categoria acima de 1000 kg, a conseguir voar com sucesso. A capacidade desse modelo de evitar colisão, navegação autônoma, pouso e ataques automáticos, garantiram à empresa italiana a possibilidade de participar do programa nEUROn que será abordado mais adiante.

Informações sobre sua versão armada, até o momento desta pesquisa, ainda não são conhecidas. A seguir serão apresentadas as informações disponíveis.



Figura 13 – SARP Alenia Aermacchi Sky-X

Fonte: <http://www.aleniaaermacchi.it/en-US/Media/Lists/PhotogalleryHomePageStructureList/fotoLo278.jpg>

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 7,80 metros
- Envergadura: 5,94 metros
- Altura: 1,86 metros
- Peso vazio (sem combustível e sem armamentos): 1.000 kg
- Peso para autonomia máxima: 1.200 kg
- Peso máximo de decolagem: 1.450 kg
- Propulsão: 1x Snecma Microturbo TRI60-268 turbofan, com lb f 4.43 kN

Performance:

- Velocidade máxima: 648 km/h
- Velocidade de cruzeiro: 482 km/h
- Teto de voo: 7.260 m

3.2.2 IAI Harop

O IAI Harop, desenvolvido pela empresa israelense IAI (Israel Aircraft Industries), é a versão aperfeiçoada do IAI Harpy, é o primeiro modelo de SARP de combate desenvolvido por Israel. Foi concebido para participar de operações tipo SEAD (Suppression of Enemy Air Defences) e possui a particularidade de possuir uma cabeça de guerra e se tornar o principal armamento durante um ataque, vindo a autodestruir ao atingir seu alvo. Cabe ressaltar que este *drone* é capaz de atingir alvos estáticos e em movimento.

Ele é projetado para percorrer 1.000 quilômetros no patrulhamento de uma área designada e atacar qualquer radar hostil que se encontre na sua vizinhança em funcionamento. Porém, segundo suas especificações, a aeronave pode engajar também mísseis inimigos e dirigir-se contra alvos pontos, como instalações edificadas identificadas como hostis.

Diferentemente do Harpy, que era um sistema completamente autônomo, no Harop um operador através de um controle remoto dirige primariamente a aeronave e seleciona um entre dois tipos de operação. O primeiro foi o descrito acima, onde a aeronave funciona como um receptor de ondas de rádio e faz sua orientação em direção ao mesmo; e o segundo através de suas células eletro-ópticas, onde o operador pode selecionar o ataque a alvos parados ou em movimento sensibilizados pelas células.



Figura 14 – SARP IAI Harop

Fonte: http://images.danviet.vn/CMSImage/Resources/Uploaded/nguyenhoang/220313_khoa-hoc_uav4_dan-viet.jpg

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 2,5 metros
- Envergadura: 3 metros

Performance:

- Alcance: 1.000 Km
- Autonomia: 6 horas

Armamento:

- 1(uma) ogiva de 23 kg.

3.2.3 BAE Systems Taranis

O projeto BAE Taranis é uma parceria entre a BAE Systems, a Rolls-Royce, a GE Aviation Systems, a Smiths Aerospace, a QinetiQ e o Ministério da Defesa do Reino Unido de demonstração de tecnologia SARP, para desenvolver uma aeronave semiautônoma não-pilotada para realizar missões intercontinentais e carregar um variedade de armamentos tanto para alvos aéreos quanto terrestres, possui tecnologia STEALTH e é capaz de ser pilotada via satélite.

A BAE Systems e a QinetiQ estão trabalhando em todos os aspectos relativos à autonomia do sistema. A Smiths Aerospace é a responsável por fornecer o combustível e a energia necessária ao funcionamento completo do sistema elétrico para a aeronave. A Rolls-Royce é responsável pelo sistema de propulsão e sua instalação no veículo aéreo. A aeronave foi projetada para usar um Rolls-Royce Adour Mk.951 turbofan. Por último a BAE Systems Portugal teve a tarefa do desenvolvimento e fornecimento da computação do controle de voo.

Em relação a sua capacidade de ataque, ele foi projetado para possuir dois compartimentos internos para acondicionar seus armamentos.

Sua montagem começou em fevereiro de 2008 e seus testes em solo e ensaios em voo iniciaram no ano de 2009. Espera-se que este modelo alcance sua operacionalidade no período compreendido entre os anos 2018 e 2020.



Figura 15- SARP BAE Systems Taranis

Fonte: <http://noticias.terra.com.br/mundo/noticias/0,,OI4560891-EI8142,00Reino+Unido+apresenta+prototipo+de+aeronave+nao+tripulada.html>

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 11,35 metros
- Envergadura: 9,10 metros
- Altura: 4 metros
- Peso: 8.000 kg
- Peso máximo de decolagem: 8.000 kg
- Propulsão: 1x Rolls Royce Adour Mk 951 turbofan

Armamento

- 2 compartimentos internos


Performance:


- Alcance: longo-alcance ou intercontinental

3.2.4 Dassault nEUROn


O projeto do SARP STEALTH nEUROn, teve seu início em 9 de fevereiro de 2006, e está sendo desenvolvido pela empresa aeronáutica francesa Dassault, em cima da plataforma do já concretizado conceito Moyen DUC. A princípio a intenção da Dassault era, dentro do seu planejamento inicial, evoluir do conceito Moyen DUC para o Grand DUC, mas com o sucesso do Moyen DUC e com o sucesso do estabelecimento da comunidade européia, as atenções na Europa convergiram para esse esforço e outras gigante aeronáuticas, como a sueca SAAB, a grega EAB, a suíça RUAG Aerospace, a espanhola EADS CASA e a italiana Alenia Aeronautica, decidiram participar do projeto. Para isso, as gigantes aeronáuticas que tomaram parte do projeto se comprometeram com a Dassault em não iniciar mais nenhum projeto/estudo antes de 2030, podendo apenas dar prosseguimento aos projetos já existentes.


A idéia do projeto é produzir poucos protótipos com a finalidade de apenas servir como um experimento que possa agregar tecnologias a ponto de no período entre 2020-2025, possa ser desenvolvida uma aeronave autônoma de 6ª geração. O desenvolvimento das tecnologias está dividido entre as gigantes empresas aeronáuticas da seguinte forma:


- a.  Dassault Aviation: (responsável pelo projeto europeu desde Junho de 2003)
 - Empreendimento em geral;
 - Arquitetura geral & design;
 - Sistema de controle de voo;
 - Montagem final; e
 - Testes globais (estático e de voo).
 - A Dassault possui 50% dos créditos do desenvolvimento e é responsável pelo programa autônomo LOGIDUC. O nEUROn (2010) será o terceiro protótipo stealth de SARP da Dassault, após o AVE-D Petit Duc (2000) e AVE-C Moyen Duc (2004).


- b.  Saab: (ingressou em 22 de dezembro de 2005)
 - Concepção global;
 - Fuselagem;
 - Aviônicos;
 - Sistema de Combustível; e


- Testes de voo.
 - A Saab reivindica 25% dos créditos de desenvolvimento e é também a coordenadora sueca das outras menores empresas envolvidas.

- c.  Alenia Aeronautica: (se juntou em meados de 2005)
 - Sistema de disparo de armamentos;
 - Smart Integrated Weapon Bay (SIWB), que é um sistema para integrar vários tipos de armamento no mesmo compartimento;
 - Sistema aéreo de transmissão de dados;
 - Sistema elétrico; e
 - Testes de voo.
 - Graças às tecnologias desenvolvidas para o protótipo SARP Sky-X (2003), a Alenia Aeronautica afirma que é o primeiro parceiro industrial da Dassault, com quota de 25% dos créditos de todo o programa.

- d.  EADS CASA: (ingressou em 07 de fevereiro de 2006)
 - Asas;
 - Estação de controle em terra; e
 - Integração de dados de ligação (datalink).

- e.  EAB: (ingressou em 11 de janeiro de 2006)
 - Fuselagem traseira;
 - Tubo de escape;
 - Banco de integração;
 - Motor;
 - Air to Air Missile (AAM); e
 - Sistema de comunicações.

- f.  RUAG: (se juntou em meados de 2005)
 - Testes em túnel de vento; e
 - Mecanismo de carregamento do armamento.

- g.  Thales: (ingressou em 14 de junho de 2005)

- Link de dados (compatível com STANAG 7085)
- Interface de comandos



Figura 16- SARP Dassault nEUROn

Fonte: <http://www.airforce-technology.com/projects/neuron/neuron1.html>

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 9,5 metros
- Envergadura: 12,5 metros
- Peso vazio (sem combustível e sem armamentos): 4.900 kg
- Peso carregado: 7.000 kg
- Propulsão: 2x Rolls Royce Adour Mk 951 turbofan

Performance:

- Velocidade máxima: 980 km/h
- Altitude máxima: 14.000 metros

Armamento:

- 2x bombas de 250 kg guiadas a laser

3.2.5 General Atomics Avenger (Predator C)

O Avenger C foi construído pela empresa aeronáutica norte-americana General Atomics para o uso das Forças Armadas dos EUA. É um modelo desenvolvido para ser um SARP

propriamente dito, ao contrário dos demais membros da família Predator, que eram essencialmente SARP adaptados.

Esse modelo foi basicamente feito em cima da plataforma do MQ-9 Reaper, com o acréscimo de aviônicos, tecnologia STEALTH e um potente motor a jato. Tem detalhes inovadores na sua construção como compartimento interno de armamentos, e um escape de gases em forma de “S”, para reduzir o calor dissipado e, conseqüentemente, a assinatura radar. Seu primeiro voo foi realizado em 04 de Abril de 2009.

O Avenger vai usar as mesmas infraestruturas terrestres de apoio que os modelos MQ-1 e o MQ-9, incluindo a estação de controle em terra e as redes de comunicações. Especificamente para a US Navy, a General Atomics fez uma versão especial do Avenger, chamada de Sea Avenger, que basicamente contará com a mesma plataforma, mas com as seguintes peculiaridades: asas dobráveis, sensores eletro-óptico (EO) e infravermelhos (IR) retráteis, e um trem de pouso apropriado com o gancho de cauda e os dispositivos de arraste.



Figura 17- SARP General Atomics Avenger (Predator C)

Fonte: http://americancarsamericangirls.com/show/wp-content/uploads/2012/05/NK_predator_c_avengerA.jpg

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 13,4 metros
- Envergadura: 20,11 metros
- Carga útil de armamento: 1.360,78 kg
- Peso máximo de decolagem: 7.257 kg
- Propulsão: 1x Pratt & Whitney PW545B

Performance:

- Velocidade máxima: 745 km/h (0,6 Mach)
- Autonomia: 20 horas (+ 2 horas pela instalação de um tanque de combustível extra no compartimento de armamentos)
- Teto de voo: 15.240 metros

Armamento:

- AGM-114 Hellfire
- GBU-24 Paveway III
- GBU-12 Paveway II
- GBU-16 Paveway II
- GBU-31 JDAM
- GBU-32 JDAM
- GBU-38 JDAM
- GBU-39 SDB

Sensores e tecnologias:

- EO (Electro-optical) / IR (Infrared) / SAR (Synthetic Aperture Radar) / WAS (Wide-area surveillance) / GMTI (Ground Moving Target Indicator) / ESM (Emitter Locator System)

3.2.6 X-47B UCAS-D

Após o término do projeto J-UCAS gerido pela DARPA a Marinha dos EUA resolveu dar andamento de forma independente ao protótipo X-47A Pégasus junto à empresa aeronáutica em questão, evoluindo para o modelo em teste/utilização X-47B. Seu modelo foi apresentado pela primeira vez em 16 de dezembro de 2008, na Air Force Plant 42, na Califórnia, com seu primeiro voo previsto para o início deste ano, porém não existe documentação que prove a sua existência. Seu projeto apresenta como grande vantagem um

compartimento capaz de carregar armamentos de todos os tamanhos existentes na atualidade. Possui previsão de entrar em operações na Marinha dos EUA no ano de 2020.



Figura 18 - SARP Naval Northrop Grumman X-47B UCAS-D

Fonte <http://wordlesstech.com/wp-content/uploads/2012/01/New-View-of-stealthy-drone-X-47B-1.jpg>



Figura 19 - Operador de X-47B UCAS-D

Fonte: http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2013/05/14/article-0-19C6C902000005DC-202_964x589.jpg

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 11,63 metros
- Envergadura: 18,92 metros
- Altura: 3,10 metros
- Peso vazio (sem combustível e sem armamentos): 6.350,29 kg
- Peso máximo de decolagem: 20.215 kg
- Propulsão: 1x Pratt & Whitney F100-220U turbofan

Performance:

- Velocidade máxima: 0,8 Mach
- Velocidade de cruzeiro: 0,45 Mach
- Alcance: 3990 km
- Teto de voo: 12.190 m

Armamento:

- 2x GBU-31 JDAM (905 kg cada)
- 2 compartimentos de armamento para até 2.000 kg

Sensores e tecnologias:

- EO (Eletro-optical) / IR (Infrared) / SAR (Synthetic Aperture Radar) / GMTI

(Ground Moving Target Indicator) / ESM (Electronic Support Measures) / IO (Integrated Optical).

3.2.7 EADS Barracuda

O SARP Barracuda, um projeto da empresa aeronáutica EADS (fusão entre a alemã DaimlerChrysler Aerospace AG, DASA, e a espanhola Construcciones Aeronáuticas SA, CASA, realizada em 2000) é uma joint-venture entre os governos da Alemanha e da Espanha para o desenvolvimento e construção de um projeto de aeronave não-tripulada em duas versões: uma destinada ao combate e uma outra destinada ao reconhecimento.

É basicamente um esforço lançado pelos dois países supracitados motivados pelos anseios de entrada num mercado dominado pelos EUA e Israel, e em resposta ao Dassault nEUROn, projeto levantado principalmente pela França e Suécia.

O desenvolvimento do projeto foi interrompido em 2006, após a queda do primeiro protótipo causada por um problema de software durante seu segundo voo, enquanto este se aproximava para pousar na Base Aérea de San Javier, da Força Aérea Espanhola. O programa foi retomado em 2008, com um segundo protótipo, tendo sido concluído em novembro do mesmo ano. O segundo protótipo do Barracuda realizou uma série de testes de voo bem sucedidos, na região de Goose Bay, no Canadá, em julho de 2009.



Figura 20 - SARP EADS Barracuda

Fonte: http://vert-mi8.ru/wp-content/uploads/2013/01/%D1%82%D0%B8%D1%82Barracuda-UAV_210912.jpg

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 8,25 metros
- Envergadura: 7,22 metros
- Peso vazio (sem combustível e sem armamentos): 2.300 kg
- Peso máximo de decolagem: 3.250 kg
- Propulsão: 1x Pratt & Whitney com um impulso de 14 kN, mas não se sabe o nome do modelo

Performance:

- Velocidade máxima: 0,85 Mach
- Teto de voo: 3.048 metros

Armamento:

- 1(um) compartimento que suporta 300kg de bombas.

Sensores e tecnologias:

- EO (Electro-optical) / IR (Infrared) / SAR (Synthetic Aperture Radar) / ELS (Emitter Locator System)

3.2.8 MIG Skat

Concebido pela empresa aeronáutica russa Mikoyan, o Skat é um dos dois conceitos de SARP em desenvolvimento pelo Ministério da Defesa russo. É uma aeronave de baixa capacidade de observação, com dois grandes compartimentos de armamentos, destinados em princípio para os mísseis Kh-31.

Seu desenvolvimento está previsto em dois passos, primeiramente a construção de um modelo tripulado para os testes e ensaios em voo, conforme exigem as normas de voo russas, e após esse teste, uma versão final não tripulada. O projeto teve seu início em 2008 e tem a previsão para a realização de seus ensaios em voo para 2012.



Figura 21 - SARP MiG Skat

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Russian_UCAV_MiG_«Scat».jpg

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 10,25 metros
- Envergadura: 11,5 metros
- Peso máximo de decolagem: 10.000 kg
- Carga útil de armamento: 2.000 kg
- Propulsão: 1x Klimov RD-5000B

Performance:

- Alcance: 2.000 km
- Altitude máxima: 12.000 metros
- Velocidade máxima: 800 km/h (0,65 Mach)

Armamento:

- 2.000 kg de armamento em compartimentos internos

3.2.9 Boeing Phantom Ray

O Phantom Ray é um SARP com tecnologia stealth, desenvolvido pela empresa aeronáutica norte-americana Boeing, a partir dos sucessos obtidos com o descontinuado X-45C, utilizando recursos exclusivos da própria empresa aeronáutica, tendo em vista o fim do apoio governamental da DARPA e da USAF para o desenvolvimento de um SARP americano.

O projeto foi idealizado em meados de 2007, e realmente teve seu início em junho de 2008. O projeto foi mantido em sigilo até maio de 2009, inclusive dentro da própria empresa com exceção de um pequeno grupo de executivos e engenheiros. Foi apresentado ao público no dia 10 de maio de 2010, em Saint Louis, Missouri.

Espera-se que o protótipo realize o seu primeiro voo em dezembro do corrente ano. A aeronave deverá realizar 10 voos ao longo de aproximadamente seis meses, e executará seus ensaios de voo para possibilitar o cumprimento das seguintes missões: inteligência, vigilância e reconhecimento, SEAD, ataques de GE, ataques aéreos (interceptação), e reabastecimento autônomo em voo.



Figura 22 - SARP Boeing Phantom Ray

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Phantom_ray_rollout.jpg

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 11 metros
- Envergadura: 15 metros
- Peso vazio (sem combustível e sem armamentos): 3.629 kg
- Peso máximo de decolagem: 16.556 kg

- Propulsão: 1x General Electric F404-GE-102D turbofan

Performance:

- Velocidade máxima: 0,85 Mach
- Velocidade de cruzeiro: 0,8 Mach
- Alcance: 2.414 km
- Teto de voo: 12.192 metros

3.2.10 KAI K-UCAV

A KAI, Korea Aerospace Industries, está, desde o ano de 2008, desenvolvendo seu projeto K-UCAV, baseado no ambicioso objetivo do Ministério da Defesa sul-coreano de testar uma aeronave STEALTH até o ano de 2013. O desenvolvimento do SARP da KAI é uma resposta ao programa KF-X, da Coreia do Sul, que prevê os esforços no desenvolvimento de aviões de caça de 4ª geração, com alta performance e alta tecnologia. Porém, a Força Aérea sul-coreana não se encontra a procura de um novo avião, e as críticas em geral, dizem que não é inteligente para o país desenvolver um programa atrasado na história, este de aeronaves pilotadas, e sim entrar no mercado de desenvolvimento das futuras aeronaves de combate não tripuladas.

A KAI construiu primeiramente um modelo K-UCAV em escala reduzida de 20% para validar os aspectos aerodinâmicos do seu projeto. Seus ensaios em voo começaram também no ano de 2008, e finalmente aprovaram uma configuração com uma cauda em “V” por ser de mais fácil controle. Sua estrutura apresenta ainda baixa probabilidade de ser detectada e um compartimento interno de armamentos. Nada foi dito até o momento sobre qual tipo de armamento a aeronave vai poder carregar.

O SARP terá a capacidade de conduzir missões ar-ar (interceptação), e ar-superfície (ataque), com grande performance e manobrabilidade, incluindo missões tipo inteligência, vigilância e reconhecimento e SEAD.



Figura 23 – KAI K-UCAV

Fonte: <http://www.network54.com/Forum/211833/thread/1256680520/last-1256782928/> Korea+Unveils+K-UCAV+Program+At+Seoul+Air+Show

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 8,4 metros
- Envergadura: 9,1 metros
- Peso vazio (sem combustível e sem armamentos): 3.629 kg
- Peso máximo de decolagem: 4.050 kg
- Propulsão: 2 motores não especificados

Performance:

- Velocidade máxima: 0,85 Mach
- Alcance: 290 km
- Autonomia: 5 horas
- Teto de voo: 12.009 metros

Sensores e tecnologias:

- EO (Electro-optical) / IR (Infrared) / FBW (Fly-by-wire digital control system)

3.2.11 CAIC1 Anjian (Black Sword)

Conceito de SARP chinês mostrado em escala reduzida pela primeira vez numa amostra internacional em Paris, em 2006, o projeto da China Aviation Industry Corporation 1 (CAIC 1) foi desenhado pela Shenyang Aeroplane Design. Foi projetado para possuir uma baixa observabilidade, alta manobrabilidade e difere dos demais conceitos de SARP existentes por ser o único a voar em velocidades supersônicas.

Foi previamente desenhado para cumprir missões ar-ar (interceptação), e seu estilo assemelha-se a aeronave de caça chinesa J-10 . Causou sensação quando da sua aparição, mas até hoje pouco se sabe a respeito desse projeto chinês. Foi desenhado para portar um motor turbofan.

Alguns comentaristas militares acreditam que o Anjian, seria um apenas um sub-projeto destinado a provocar o público ocidental fazendo aparições em air-shows, outros pensam ser um sério esforço chinês na tentativa de rapidamente desenvolver a tecnologia necessária para construir um projeto real no futuro. Apareceu poucas vezes desde 2006 em ensaios de voo, mas pode ser considerado como uma ameaça chinesa.



Figura 24- SARP CAIC1 Anjian (Dark Sword)

Fonte: <http://www.defence.pk/forums/china-defence/5622-chinas-unmanned-air-combat-craft-new-paris-air-show-2.html>

3.2.12 General Atomics MQ-1C Warrior

O SARP MQ-1C Warrior, ou Sky Warrior, é um SARP de múltiplos fins em desenvolvimento pela General Atomics, financiado pelo exército dos EUA. É considerado uma atualização do MQ-1 Predator. O modelo realizou seu primeiro voo e acredita-se que o modelo encontra-se em operações desde novembro do ano passado. Possui a mesma forma de operação do seu antecessor, necessitando de toda a infraestrutura oferecida por uma estação terrestre.

Seu emprego pelo exército dos EUA, será em função de uma divisão de Exército, e a primeira grande unidade a operá-lo será a 1ª Brigada de Cavalaria Aérea pertencente à 1ª Divisão de Cavalaria do exército dos EUA, unidade que encontra-se atualmente em operações em Bagdá, no Iraque. Segundo a General Atomics, foram produzidos até o momento 132 exemplares dessa aeronave.



Figura 25 - SARP General Atomics MQ-1C Warrior
Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:MQ-1C_Warrior.jpg

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 8 metros
- Envergadura: 17 metros
- Altura: 2,10 metros
- Peso máximo de decolagem: 1.451 kg
- Propulsão: 1x Thielert Centurion 1.7 Heavy-Fuel Engine, 135 HP (100 kW)

Performance:

- Velocidade máxima: 280 km/h
- Autonomia: 30 horas
- Teto de voo: 8.840 metros

Armamento:

- Montados em quatro compartimentos de carga externa
- 4x AGM-114 Hellfire
- 8x AIM-92 Stinger
- 4x GBU-44/B Viper Strike

Sensores e tecnologias:

- AN/ZPY-1 STARLite Radar / SAR (Synthetic Aperture Radar) / MTS (Multi-spectral Targeting System) / GMTI (Ground Moving Target Indicator)

3.2.13 General Atomics MQ-9 Reaper

O General Atomics(GA) MQ-9 Reaper (originalmente chamado de Predator B), é um SARP desenvolvido para o uso da USAF, da US Navy, da Royal Air Force (RAF), e da Força Aérea Italiana. O MQ-9 foi o primeiro SARP adaptado para missões de combate projetado para resistir a longos períodos e realizar vigilância de alta altitude.

O MQ-9 é uma aeronave maior e com mais capacidades de emprego que o MQ-1, embora possam ser controlados pela mesma infraestrutura terrestre. Embora o MQ-9 possa voar em rotas pré-programadas de forma autônoma, a aeronave é sempre monitorada ou controlada por tripulação na estação de controle terrestre e o emprego das armas só acontece por decisão do piloto operador.

O MQ-9 foi desenvolvido logo após o grande sucesso alcançado pelo MQ-1 e entrou em operações pela Força Aérea Americana e pela marinha dos Estados Unidos no final do ano de 2001. Talvez tenha sido a plataforma lançada de SARP que obteve o maior sucesso de vendas nos EUA, tanto que a GA fez várias versões deste modelo para atender a demanda dos órgãos governamentais dos EUA. Encontra-se em operação no mundo conforme as estatísticas abaixo (WIKIPEDIA):






- a.  México
 - Força Aérea Mexicana
- b.  Itália
 - Aeronautica Militare
- c.  Turquia
 - Turkish Air Force
- d.  Reino Unido
 - Royal Air Force
- e.  Estados Unidos
 - USAF
 - Air National Guard (Guarda Aérea Nacional)
 - U.S. Customs and Border Protection (Alfândega e Proteção de Fronteiras)



Figura 26 - SARP General Atomics MQ-9 Reaper

Fonte: [http://en.wikipedia.org/wiki/File:MQ-9_Reaper_in_flight_\(2007\).jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:MQ-9_Reaper_in_flight_(2007).jpg)

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 11 metros
- Envergadura: 20 metros
- Altura: 3,60 metros
- Peso vazio (sem combustível e sem armamentos): 2.223 kg
- Capacidade de combustível: 1.800 kg
- Peso máximo de decolagem: 4.760 kg

- Propulsão: 1x Honeywell TPE331-10 motor turboélice, 900 shp (671 kW), com Digital Electronic Engine Control (DEEC)

Performance:

- Velocidade máxima: 482 km/h
- Velocidade de cruzeiro: 273-313 km/h
- Alcance: 5.926 km
- Autonomia: 14-28 horas (14 horas em plena carga)
- Capacidade de carga: interno 360 kg, externo 1400 kg
- Teto de voo: 15.240 metros
- Altitude operacional: 7.500 metros

Armamento:

- Montados em sete compartimentos de carga externa
- Bombas:
 - Até 1.500 libras (680 kg) sobre as duas estações internas de armas
 - Até 750 lb (340 kg) nas duas estações médias
 - Até 150 lb (68 kg) nas estações externas
 - Estação Central não utilizada
- Mísseis ou mista
 - 14 AGM-114 Hellfire ar-superfície
 - 04 Hellfire e duas GBU-12 Paveway II, bombas guiadas a laser de 500 lb (230 kg)
 - 04 Hellfire e duas GBU-38 Joint Direct Attack Munition (JDAM) de 500 lb (230 kg)
 - AIM-92 Stinger ar-ar em testes

Sensores e tecnologias:

- AN/APY-8 Lynx radar II (SAR + GMTI)
- AN/DAS-1 MTS-B (Multi-Spectral Targeting System)

3.2.14 Northrop Grumman MQ-8B Fire-Scout

O MQ-8B Fire Scout é um SARP diferente dos demais por ser um helicóptero. É uma versão não tripulada derivada do helicóptero Schweizer 333 com uma nova fuselagem, novo sistema de combustível, e-eletrônica e sensores. Em 2006 o projeto foi redesenhado, atingindo a plataforma final de sua versão atual e foi adquirido pelo US Army para teste e avaliação. Seu primeiro voo foi realizado em 18 de dezembro de 2006

Em 2010, o exército dos EUA declarou como completo o desenvolvimento do projeto, alegando que já havia alcançado todas as funcionalidades desejadas ao seu emprego. Na esteira do exército dos EUA, a marinha dos EUA reavivou seu interesses pedindo 8 modelos da versão naval (Sea Scout MQ-8B) para avaliação. Segundo a marinha dos EUA a aeronave encontrou sua total capacidade operacional no final de 2009, porém a mesma continuará apoiando o desenvolvimento da aeronave até 2011.



Figura 27- SARP Northrop Grumman MQ-8B Fire-Scout
Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:MQ-8B_Fire_Scout.jpeg

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 7,3 metros
- Diâmetro do rotor: 8,4 metros
- Altura: 2,90 metros
- Peso vazio (sem combustível e sem armamentos): 940,3 kg
- Capacidade de carga: 272 kg
- Peso máximo de decolagem: 1430 kg
- Propulsão: 1x Rolls-Royce 250, com 313 kW

Performance:

- Velocidade máxima: 213 km/h
- Velocidade de cruzeiro: 203,72 km/h
- Alcance: 203,7 km
- Autonomia: 8 horas
- Teto de voo: 6.100 metros

Armamento:

- AGM-114 Hellfire
- GBU-44/B Viper Strike

Sensores e tecnologias:

- TSAR com Moving Target Indicator (MTI) / sensor multispectral / módulo SIGINT / Target Acquisition Minefield Detection System (ASTAMIDS) / Tactical Common Data Link (TCDL)

3.2.15 TAI TIHA-B

O TIHA-B é uma versão armada do SARP TIHA-A, projetado pela Turkish Aerospace Industries (TAI). Foi um projeto iniciado em 2004, e seu objetivo é desenvolver para testes e avaliação três protótipos até 2011, para posteriormente iniciar a fase de produção, devendo ser entregues seis sistemas completos com dezoito modelos de SARP à Força Aérea Turca.

É aparentemente um modelo muito parecido com o norte-americano MQ-1 Predator, com toda a infraestrutura terrestre necessária ao funcionamento.



Figura 28 - SARP TAI TIHA-B

Fonte: <http://www.defence.pk/forums/military-forum/14477-turkish-unmanned-aerial-vehicle-tiha.html>

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 10 metros
- Envergadura: 17,3 metros
- Capacidade de combustível: 250 kg
- Capacidade de carga: 200 kg
- Peso máximo de decolagem: 1500 kg

Performance:

- Velocidade de cruzeiro: 140 km/h
- Teto de voo: 9.144 metros
- Autonomia: 24 horas

Armamento:

- CIRIT
- UMTAS
- OMTAS

Sensores e tecnologias:

- ASELFLIR-300T, com EO / IR / LRF / LD / SAR / GMTI

3.2.16 Elbit Systems Hermes 450

O Hermes 450 é um SARP israelense multi-carga de médio porte. Sabe-se que a Força Aérea Israelense opera um esquadrão de Hermes 450, a partir da Base Aérea de Palmachim, ao sul de Tel Aviv, e que a respectiva Força Aérea adaptou o Hermes 450 para o uso como um SARP de combate, equipando-o com dois mísseis Hellfire, ou dois mísseis Rafael.

De acordo com israelenses, palestinos, libaneses e relatórios independentes, foi observado seu uso extensivo na Faixa de Gaza, e foi usado intensivamente na Segunda Guerra do Líbano. Israel não negou seu emprego, porém, até o momento, sua política é de não confirmar oficialmente o emprego das aeronaves para missões de assalto a alvos terrestres.

No Brasil, a Polícia Federal brasileira, opera um total de 15 Hermes 450 para o combate à violência urbana e ao tráfico de drogas. A Força Aérea Brasileira também possui,

desde dezembro de 2009, uma unidade cedida pela empresa aeronáutica israelense, para o uso em testes e avaliações pelo período de um ano, em conjunto com o Exército Brasileiro e a Marinha do Brasil.



Figura 29 – SARP ELBIT SYSTEMS HERMES 450

Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Hermes450_SIGINT_Farnborough.jpg

Características Gerais:

- Tripulação: não existente
- Comprimento: 6,1 metros
- Envergadura: 10,5 metros
- Peso bruto: 450 kg
- Propulsão: 1 x UEL R802/902 (W) motor Wankel, 39 kW (52 hp)

Performance:

- Velocidade máxima: 176 km/h
- Velocidade de cruzeiro: 130 km/h
- Teto de voo: 5.486 metros
- Autonomia: 20 horas
- Alcance: 200 km

Armamento:

- 2 x AGM-114 Hellfire
- 2 x Gabriel Mk 3

Sensores e tecnologias:

- EO / IR / LD / SAR / GMTI

3.2.17 SAGEM Sperwer B

O Sperwer B é um SARP tático de grande alcance produzido pela empresa aeronáutica francesa SAGEM, em utilização ainda pelas Forças Armadas do Canadá, Dinamar,0á8kF utmar,0á8kainda

- Peso carregado: 300 kg
- Peso máximo de decolagem: 330 kg
- Capacidade máxima de combustível: 80 litros
- Propulsão: 1 x 2 cilindros em 2 tempos de origem desconhecida. (48,5 KW ou 65 hp)

Performance:

-

4. EMPREGO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA

Neste capítulo será apresentado o emprego da Artilharia Antiaérea, apontando suas possibilidades e limitações. Para isso, serão apresentadas algumas características do material de emprego de defesa antiaérea do Exército Brasileiro, como referência de uma defesa antiaérea.

Como visto no capítulo anterior, grande parte dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas existentes ainda não apresentam características capazes de burlar ou despistar os sensores de vigilância das defesas antiaéreas existentes na atualidade.

O emprego da artilharia antiaérea contra a ameaça aérea dos SARP se dará da mesma forma como para as demais. O vetor será identificado, em caso de ações hostis será classificada como INIMIGO e a partir de então serão desencadeadas as medidas para interceptação da referida ameaça.

4.1 POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DA ARTILHARIA ANTIAÉREA

A missão principal da Artilharia Antiaérea é a de impedir ou dificultar que a ameaça aérea consiga penetrar num determinado volume de responsabilidade de defesa antiaérea (VRDAAe). Tal missão é bem explorada pelo manual C 44-1 em seu capítulo 2, da seguinte forma:

- a. A Missão (Mis) principal da AAAe tem por finalidade:
 - 1) impedir ou dificultar o Rec Ae Ini;
 - 2) impedir ou dificultar Atq Ae Ini a fim de:
 - a) na ZI, possibilitar o funcionamento de órgãos e instalações vitais sediadas no TN;
 - b) no TO, permitir a liberdade de manobra para elementos de combate, o livre exercício do Comando (Cmndo) e uma maior disponibilidade e eficiência das unidades (U) de Apoio ao Combate (Ap Cmb) e Ap Log.
 - 3) em determinadas situações, dificultar a utilização pelo Ini de porções do EA, na ZI ou no TO.
 - 4) durante as Op Ng, impedir ou dificultar a utilização de vetores Ae pc hostis convencionais ou não pelo Ini.
 - b. A AAAe pode receber dois tipos de missão: Missão Antiaérea (Mis AAe) e Missão de Superfície (Mis Spf).
 - c. A Mis AAe consiste em realizar a DA Ae de Zonas de Ação (Z Aç), Áreas Sensíveis (A Sen), Pontos Sensíveis (P Sen) e tropas, estacionadas ou em movimento, contra vetores Ae pc hostis, impedindo ou dificultando seu Atq. É a missão principal da AAAe.
- (...)

4.1.1 POSSIBILIDADES

A Artilharia Antiaérea conta com uma variedade de armamentos e sensores que lhe possibilitam o cumprimento de missões nos mais variados ambientes operacionais, possuindo,

ainda, a capacidade de combinar os diversos calibres e tipos de armamentos a fim de assegurar o máximo de volume de fogo e precisão. A coordenação com a F Ae e a FN possibilita a integração do sistema de alerta e ainda garante que a defesa aérea atue de maneira ininterrupta sob as intempéries ou ambiente de guerra eletrônica. Verificam-se tais possibilidades no manual C 44-1, capítulo 2, da seguinte forma:

- 1) Coordenar seu emprego, seus fogos e a utilização do EA com a F Ae, Força Naval (F Nav) e a F Ter.
- 2) Concentrar seus fogos, quando necessário, sobre um ou mais alvos.
- 3) Bater, simultaneamente, diversos alvos com rapidez e precisão.
- 4) Deslocar-se com rapidez.
- 5) Possuir mobilidade tática compatível com a natureza da força que defende.
- 6) Combinar diversos tipos de material para o cumprimento de uma determinada missão.
- 7) Montar um sistema de controle e alerta (Sist Ct Alr) capaz de integrar-se com os de controle da F Ter, da F Ae e da F Nav (sfc).
- 8) Realizar a Vigilância do Espaço Aéreo (VEA), através dos Sensores de Vigilância (Sns Vig) e Postos de Vigilância (P Vig) de suas Unidades (U) e Subunidades (SU).
- 9) Realizar a busca (Bsc), a detecção, a identificação e a destruição de alvos Ae.
- 10) Empregar variados tipos de munição, contra alvos Ae e de Spf.
- 11) Atuar, ininterruptamente, sob quaisquer condições de tempo, visibilidade e, ainda, dentro de um ambiente de GE.

4.1.2 LIMITAÇÕES

O sistema defesa antiaérea fica bastante exposto ao ambiente de guerra eletrônica, uma vez que existe a necessidade da emissão de RF. Tal emissão acaba denunciando a posição dos sensores. Em um ambiente de GE, verificam-se diversas medidas de ataque eletrônico que podem danificar os sensores, desta forma, cresce de importância uma cadeia logística eficiente para executar os reparos necessários. O fato da fácil detecção dos sensores por parte do inimigo possibilita-lhe a supressão da defesa antiaérea, fazendo da Artilharia Antiaérea, um alvo prioritário na primeira fase da batalha aérea.

Outro problema com relação ao tiro de Artilharia Antiaérea, no caso da artilharia de tubo, é o fato do cálculo da posição futura do alvo, visto que durante os cálculos os computadores dos sensores calculam a posição futura partindo da premissa de que o alvo seguirá uma trajetória retilínea. Entretanto, devido a falta de necessidade de pilotos dentro dos veículos aéreos não tripulados, os alvos passam a ter a capacidade de adotar trajetórias menos previsíveis aos computadores de cálculo. Tais limitações e outras são alvo de observação no manual C 44-1, em seu capítulo 2, da seguinte forma:

- 1) Dificuldades para realizar a defesa aproximada de suas posições.

- 2) Exigência de atividades de Suprimento (Sup) e Manutenção (Mnt) muito bem estruturadas, em virtude do elevado consumo de suprimentos CI III e V (M) e da elevada dependência de manutenção especializada.
- 3) Dificuldade de coordenação (Coord), de Ct e de Mnt do sigilo das DA Ae, quando operando em ambiente de GE, face ao largo emprego de equipamentos de detecção eletrônicos (Elt) e de Sist Com rádio, que necessitem operar diuturnamente.
- 4) Dificuldade de engajar Msl balísticos e de cruzeiro, bem como demais alvos com pequenas dimensões, com grande velocidade e que empreguem tecnologia furtiva.
- 5) Existência de teto e alcance mínimo de emprego para os Msl AAe em função da impossibilidade de guiamento pleno no início da trajetória.
- 6) Vulnerabilidade à capacidade de supressão de DA Ae pelo oponente Ae, devido à rápida e constante evolução tática e tecnológica da ameaça Ae.

4.2 DOCTRINA DE UTILIZAÇÃO DO SARP DE COMBATE

Os SARP de combate são considerados por nossa doutrina como ameaça aérea, conforme preconiza o manual de campanha C 44-1, Emprego da Artilharia Antiaérea, em seu anexo A “Ameaça Aérea”, e sabe-se que estão sendo utilizados mundialmente, desde o início do século XXI, basicamente através de dois tipos de missões de combate, que são: ataque ao solo e SEAD.

Porém, além das tradicionais missões de combate supracitadas, será abordado um projeto de doutrina de emprego em estudo em avaliação na atualidade.

4.2.1 Ataque ao solo

São conhecidas como missões do tipo ataque ao solo todas as missões de ataque a alvos estratégicos de grande interesse às operações militares ou à sobrevivência da nação inimiga e de seu eventual desenvolvimento do esforço de guerra.

Possui normalmente como objetivo destruir, degradar, neutralizar ou impedir temporariamente o funcionamento normal de um Ponto Sensível (P Sen) ou Ponto Vital (P Vit), os quais seguramente estarão fortemente protegidos por sistemas de defesa antiaérea de grande vulto e modernos meios de detecção, onde a probabilidade da perda de um piloto é extremamente elevada ou inaceitável.

Desta assertiva, advém a necessidade de utilização de sistemas de SARP de combate para realizar o referido ataque e evitar os males causados por um ataque tripulado mal sucedido, que seriam: o constrangimento político e conseqüentemente a oposição da opinião pública causada pela perda de vidas em missões dessa natureza ou pela existência de pilotos em situação de prisioneiros de guerra.

A missão de ataque ao solo pode ser realizada de duas formas distintas. A primeira delas através da utilização de armamentos de grande precisão, como bombas e mísseis guiados a

laser ou por sistema de posicionamento global (GPS, abreviatura e tradução do termo inglês “Global Position System”) e outros armamentos do estado da arte.

A segunda forma de ataque é através de meios de MAE (Medidas de Ataque Eletrônicas), que são os ataques de GE (Guerra Eletrônica) realizados pela utilização de energia eletromagnética ou armamento que empregue a emissão do alvo para o seu guiamento.

Esses ataques dividem-se em ações destrutivas e não-destrutivas. Dentre as medidas destrutivas estão armas antirradiação e os dispositivos de energia direcionada, como lasers de alta potência e bombas eletromagnéticas. Dentre as não-destrutivas, a aplicação de técnicas de bloqueio e/ou despistamento, que são técnicas realizadas com o objetivo de anular ou reduzir a capacidade de sistemas ou equipamentos eletrônicos inimigos dos P Sen ou P Vit.

4.2.2 SEAD

SEAD, já mencionado anteriormente, é uma abreviatura de um termo inglês que já traduzido quer dizer supressão das defesas aéreas inimigas. Sua definição segundo o manual JP 1-02 (Dictionary of Military and Associated Terms) do Departamento de Defesa dos EUA, é de uma atividade realizada para neutralizar, destruir, ou degradar temporariamente as defesas aéreas inimigas ainda em terra, pela destruição e/ou desordenamento dos seus meios.

É, portanto, uma missão que integra operações ofensivas e defensivas para alcançar e manter um grau desejado de superioridade aérea. Sendo assim, as missões de SEAD são planejadas para destruir aeronaves e mísseis ou impedir seu emprego, tanto antes quanto após a decolagem.

Normalmente as missões de SEAD ocorrem na primeira fase da Batalha Aérea, a qual segundo o manual de campanha do Exército Brasileiro C 44-1 (Emprego da Artilharia Antiaérea), é caracterizada pela busca da superioridade aérea. Dentro dessa definição, o referido manual militar define como principais alvos das missões de SEAD, dentro da devida escala de prioridades, os seguintes:

- a) as aeronaves;
- b) os aeródromos;
- c) os órgãos de comunicação, controle e alerta do sistema de defesa aeroespacial;
- d) os meios de defesa antiaérea; e
- e) a indústria aeronáutica.

Os SARP têm a maior probabilidade de desempenhar um papel importante nas missões de SEAD “preventivas” (onde são conhecidas as localizações exatas das posições de mísseis superfície-ar do inimigo) do que nas “reativas” (onde o atacante induz o inimigo, impulsionado por uma grande hipótese de emprego, a revelar a localização de seus meios de defesa antiaéreos), devido ao grau de incerteza da ameaça antiaérea.

4.2.3 Intercepção

A missão de intercepção, sem dúvida alguma, é a mais difícil a ser adaptada de forma a poder ser cumprida por uma aeronave não tripulada. Isto acontece porque as missões estudadas anteriormente dependem em sua grande totalidade de parâmetros não variáveis para o alcance de seus objetivos, que estão fixados no terreno ou possuem pequena mobilidade tática.

Porém, em março de 2003, um Predator lançou um míssil Stinger contra uma aeronave MIG iraquiana, antes de ser abatido pela mesma (WIKIPEDIA, 2013). Desde então, debates começaram a surgir sobre a possibilidade dos SARP cumprirem missões de intercepção. No entanto, há inúmeros desafios que inviabilizam a realização dessa nova forma de utilização dos SARP em curto prazo.

A revista norte-americana Jane’s publicou uma reportagem onde se abordava estudos que a força aérea dos EUA estava realizando sobre doutrina de emprego dos SARP para as missões de intercepção. A referida matéria dizia que os norte-americanos estão estudando duas hipóteses de utilização do SARP para as missões típicas do combate aéreo.

A primeira seria a utilização de uma formação mista, onde uma aeronave pilotada seria a líder de uma formação, e que as demais seriam SARP, com a programação de softwares que as tornariam como sombras da aeronave líder pilotada. Essa doutrina de emprego possibilitaria o aumento exponencial do poder de combate de qualquer Força Aérea

Desta forma, um piloto experiente controlaria a sua aeronave e as demais fariam todos seus movimentos solidários ao líder, o que possibilitaria ao piloto algumas vantagens, como: dispor do armamento de várias aeronaves para cumprir sua missão, utilizar um SARP como “sacrifício” em uma eventual necessidade em prol de sua segurança ou do cumprimento da missão, e outras mais.

A segunda hipótese seria utilizar uma formação apenas de aeronaves não tripuladas para a Batalha Aérea, mas com o controle total da mesma realizada por um piloto em terra, como se fossem os jogos de videogame do tipo simuladores. Este piloto teria completa liberdade

para pilotar sua ARP em terra e estaria integrado em uma formação com mais companheiros realizando o mesmo trabalho.

A grande desvantagem é a dependência completa dos meios de comunicações e transmissão de grande vulto para se conseguir o comando e o controle sobre a aeronave não tripulada a grandes distâncias e sobre quaisquer condições meteorológicas. Implicações de GE do inimigo sobre esta aeronave poderiam trazer consequências irreparáveis para a Força Aérea detentora das Anv.

De qualquer forma, sabe-se que os projetos de SARP em avaliação estão com previsão de entrada em operação para 2020, e que deve ser solucionada esta incapacidade de forma a prover aos SARP a capacidade de domínio do espaço aéreo, e futuramente substituição das aeronaves tripuladas.

4.3 A artilharia antiaérea contra o SARP de combate

No caso de ataque de um SARP de combate, que apresente uma performance bem superior às aeronaves convencionais tripuladas existentes, existem duas características técnicas principais que devem ser observadas, que são: a baixa capacidade de detecção e a alta capacidade de manobra.

A baixa capacidade de ser detectada ocorre devido ao reduzido tamanho dos SARP, a possibilidade de voo a baixíssimas alturas e a capacidade *stealth*, fatores estes que culminam na produção de uma reduzidíssima assinatura radar e provêm ainda pequenas condições de serem observados por um observador terrestre.

A alta capacidade de manobra ocorre devido a sua capacidade de superar altas forças gravitacionais, possibilitando a aeronave alta capacidade de esquiva.

Como resultante das características anteriores, sabe-se que será produzida uma alta capacidade de esquiva de mísseis. O fato de possuir uma pequena assinatura radar dificulta para o míssil apreender e manter-se no alvo, enquanto a alta capacidade de manobra fará que com uma simples esquiva o míssil atravesse a linha do alvo sem sucesso.

As dificuldades para os canhões seriam semelhantes, pois com as reduzidas assinaturas radar, a capacidade de apreensão pelos CDT seria significativamente diminuída, e mesmo que os CDT conseguissem realizar a apreensão, a alta manobrabilidade dos SARP impediria o alcance da hipótese fundamental da AA Ae, pois as esquivas e mudanças de trajetos em altos valores gravitacionais impediriam o cálculo do ponto futuro. Mesmo se valendo de um

exorbitante volume de fogo para tentar minimizar essas deficiências, provavelmente não seriam alcançados resultados satisfatórios.

CONCLUSÃO

Ao longo deste trabalho foi apresentada uma sequência lógica de elementos com o objetivo de nivelar o conhecimento básico acerca do sistema de aeronaves remotamente pilotadas a fim de se compreender as razões que levaram a conclusão que será apresentada a seguir.

Para melhor entender como ocorre a utilização deste sistema, foi mostrado inicialmente o histórico do desenvolvimento do sistema que é foco deste trabalho. Foi visto que o emprego inicial de aeronaves remotamente pilotadas era como meio auxiliar no adestramento de pilotos de caça, sendo empregadas vastamente como alvos aéreos. Ainda na sequência do desenvolvimento, verificou-se que as plataformas poderiam ser empregadas em missões de reconhecimento, coletando informações importantes do teatro de operações (TO) sem empregar aeronaves tripuladas, reduzindo, assim, a possibilidade de perda de vidas.

O sucesso das missões de reconhecimento mostrou que esta nova ferramenta poderia realizar outras missões que normalmente seriam realizadas por aeronaves pilotadas, bastando mudar a plataforma aérea ou os sensores. Ficou evidente que poderiam ser utilizadas para ataques, cabendo, então, a adaptação da plataforma.

A vasta aplicabilidade que se observa nos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas nos leva a indagação sobre como se contrapor a tal sistema. Observa-se que existem várias classes desses sistemas e cada qual com particularidades de limitações que podem ser utilizadas para sua neutralização. Em contrapartida, observou-se também que algumas classes possuem certas possibilidades que dificultam, e muito, em sua detecção e interceptação.

Entretanto, o sistema de aeronaves remotamente pilotadas ainda não chegou ao seu “estado da arte”, e por conta disto, atualmente, ainda é possível, com os materiais disponíveis de artilharia antiaérea, realizar sua neutralização. O fato citado se refere principalmente aos SARP de ataque, cuja velocidade deve ser reduzida durante a aproximação final para o ataque. O mesmo já não pode ser levado em consideração quando se fala de SARP de reconhecimento e guerra eletrônica, uma vez que estas plataformas podem estar a distâncias maiores que o alcance de utilização dos radares de vigilância (STAND OFF) ou até mesmo devido a sua seção reta-radar (RCS) não ser suficiente para sua detecção.

Na atualidade, pode-se ainda contar com um tempo para adaptação e preparação para essa nova ameaça aérea, uma vez que se projeta para o ano de 2020 o “estado da arte” dos SARP ser alcançado. Até esta data, as doutrinas de defesa antiaérea no que tange essa ameaça

aérea devem ser aperfeiçoadas, bem como a doutrina de emprego do sistema de aeronaves remotamente pilotadas em proveito da complementação do Sistema de Defesa Aeroespacial.

REFERÊNCIAS

BELL, Matthew. **Germany refuses to placate EADS with Talarion buy.** Jane's Defence Weekly. 09 de novembro de 2011. P. 20.

BINNIE, Jeremy. **Iran releases footage from captured RQ-170.** Jane's Defence Weekly. 13 de fevereiro de 2013. P. 4.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C44-1: Emprego da AAAe. manual de campanha.** 4. ed. EGGCF - Brasília, 2001.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C44-8: Comando e Controle da AAAe. manual de campanha.** 4. ed. EGGCF - Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Defesa. Divisão de Ensino e Pesquisa. **ME C- 6 Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT).** Rio de Janeiro: EsACosAAe, 1ed – 2007.

BRAYBROOK, Roy. **One-way Ticket the Loiter-attack Drone.** Armada International, 1. P. 22-26. 2012.

DEMPSEY, Martin E GEN, **“Eyes of the army”.** Disponível em <<http://www-rucker.army.mil/usaace/uas/US%20Army%20UAS%20RoadMap%202010%202035.pdf>>2010. Acesso em 05 mai 2004, 19:45:00.

ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA (EsACosAAe). **ME A-2: A Ameaça Aérea (Figuras).** 4. ed. Rio de Janeiro, 2004.

ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA. **ME A-7. Manual Escolar – Dados médios de Planejamento (DAMEPLAN).** Rio de Janeiro. 4. ed. 2004.

ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA. **ME B-1. Manual Escolar – Sistema antiaéreo 35 mm Oerlikon Contraves.** Rio de Janeiro, primeira ed. 2004.

HEITMAN, Helmoed-Römer. **Denel develops armed UAV.** Jane's Defence Weekly. 04 de abril de 2012. P. 12.

JACOBS, Keith. **The “weaponised” UCAS.** Naval Forces V. 2008. P. 144-149.

JEAN, Grace. **X-47B completes at-sea flight deck trials.** Jane's Defence Weekly. 02 de janeiro de 2013. P. 13.

JENNINGS, Gareth. **Iran putz captured US UAV on show.** Jane's Defence Weekly. 14 de dezembro de 2011. P. 6.

JENNINGS, Gareth. **UK may retain ISR role for MQ-9s in Afghanistan.** Jane's Defence Weekly. 09 de janeiro de 2013. P. 5.

JENNINGS, Gareth. **UK stands up new Reaper squadron.** Jane's Defence Weekly. 18 de maio de 2011. P. 5.

LEE, Caitlin Harrington. **Armed and dangerous.** Jane's Defence Weekly. 11 de agosto de 2011. P. 24-32.

LEE, Caitlin Harrington. **Boeing to found five Phantom Ray flight-tests in 2011.** Jane's Defence Weekly. 16 de fevereiro de 2011. P. 13.

LEE, Caitlin Harrington. **Sea Avenger completes Wind tunnel tests.** Jane's Defence Weekly. 23 de fevereiro de 2011. P. 22-26.

LEE, Caitlin Harrington. **Unmanned unbound.** Jane's Defence Weekly. 18 de agosto de 2010. P. 22-26.

MAHON, Tim. **Preparing to hit the deck.** C⁴ISR Journal. Março 2008. P. 30-32.

MAHON, Tim. **Reaping the benefit.** C⁴ISR Journal. Março 2008. P. 33.

MEDEIROS, Fabrício Ardais. **Desenvolvimento de veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2007.

PARDESI, Manjeet Singh. **Veículos Aéreos Não-Tripulados/Veículos Aéreos de Combate Não-Tripulados.** Air Et Space Power Journal, p.56-66.

PAULA, Vitor Magno Gomes. **BQM1BR, o VANT á jato brasileiro.** Disponível em <http://www.ecsbdefesa.com.br/defesa/fts/BQM1BR.pdf>. Acesso em 07 de julho de 2013 19h40.

PENGELLEY, Rupert. **Loitering with intent: armed aerial vehicles provide fire on demand.** Jane's International Defense Review Weekly. P. 36 - 41, maio de 2007.

POPULAR MACHANICS. **Pilotless Photo Drone Takes Aerial Pictures.** Pg 144, edição de junho de 1956. Disponível em http://books.google.com.br/books?id=QuEDAAAAMBAJ&pg=PA144&dq=1954+Popular+Mechanics+January&hl=en&sa=X&ei=jLnBT_OmOpT3gAfc2_WlBQ&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true. Acesso em 08 de setembro de 2013 19h32.

REWSON, Robert. **Supression of enemy air defence.** Jane's Defence Weekly. 19 de outubro de 2011. P. 24-29.

RPAV. Última atualização em 02 de fevereiro de 2003. **Remote Piloted Aerial Vehicles : An Anthology.** Disponível em http://www.ctie.monash.edu/hargrave/rpav_home.html#Beginnings. Acesso em 09 junho 2013 às 19h47.

SWEETMAN, Bill. **Revolution or curiosity?** Jane's International Defence Review. Dezembro de 2005. P. 46-51.

SWEETMAN, Bill. **USAF Predators come of age in Iraq and Apfghanistan as Reaper waits in the wings.** Jane's International Defence Review. Dezembro de 2006. P. 52-58.

TICE, Brian P., USAF Capt. **Unmanned aerial vehicles** Disponível em: <http://www.airpower.au.af.mil/airchronicles/apj/apj91/spr91/4spr91.htm>. Acesso em 09 junho de 2013 18h54.

WASSERBLY, Daniel. **US Army to spread out Gray Eagle UASs**. Jane's Defence Weekly. 13 de fevereiro de 2013. P. 13.

WIKIPEDIA. Última atualização em 22 de junho de 2013 às 22h34. **Unmanned combat air vehicle**. Disponível em: en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle. Acesso em 14 de julho de 2013 às 19h30.