

**MINISTÉRIO DA DEFESA
EXÉRCITO BRASILEIRO
6º GRUPO DE LANÇADORES MÚLTIPLOS DE FOGUETES E CAMPO DE
INSTRUÇÃO DE FORMOSA
“GRUPO JOSÉ BONIFÁCIO E PRESIDENTE ERNESTO GEISEL”
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES**

**EDUARDO CALDEIRA DE FARIA RODRIGUES
MAX LEITÃO BARBOSA
CECÍLIO PINHEIRO JÚNIOR**

**UTILIZAÇÃO DO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) NA BUSCA DE
ALVOS NO SISTEMA ASTROS II**

Formosa

2011

**UTILIZAÇÃO DO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) NA BUSCA DE
ALVOS NO SISTEMA ASTROS II**

**Trabalho de Conclusão de Estágio
apresentado ao Comandante do 6º
Grupo de Lançadores Múltiplos de
Foguetes e Campo de Instrução de
Formosa e ao Estado Maior do Exército.**

Orientador(a): 1º Ten Onésio Luis Marques de Santana

Formosa

2011

UTILIZAÇÃO DO VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) NA BUSCA DE ALVOS NO SISTEMA ASTROS II

Trabalho de Conclusão de Estágio apresentado ao Comandante do 6º Grupo de Lançadores Múltiplos de Foguetes e Campo de Instrução de Formosa e ao Estado Maior do Exército.

Aprovado em _____ de _____ de 2011.

BANCA EXAMINADORA



Jaider Della Nina da Silva - Cap Art
Presidente



Cristiano da Silva Vilela - Cap Art
Membro



Onésio Luis Marques de Santana - 1º Ten Art
Membro

A nossas famílias e todos aqueles que
contribuíram na confecção deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus, que nos concedeu a oportunidade de realizar este estágio.

As nossas esposas dando apoio incondicional em todos os momentos que necessitamos.

Ao Cap Cristiano Vilela que nos orientou pedagogicamente quanto à confecção e forma do trabalho.

Ao 1º Ten Onésio que nos apoiou e orientou, nos direcionando para obter o conteúdo necessário para a realização do trabalho.

Aos demais amigos e familiares que direta ou indiretamente auxiliaram na conclusão do trabalho.

RESUMO

BARBOSA, Max Leitão. JÚNIOR, Cecílio Pinheiro. RODRIGUES, Eduardo Caldeira de Faria. **Utilização do Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) na Busca de Alvos no Sistema ASTROS II.** Formosa. 6º GLMF/CIF, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso.

A utilização de meios de busca de alvos para a Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes é fundamental, tendo em vista que o Sistema ASTROS II, que compõe tal subunidade, é um meio extremamente nobre e que busca engajar alvos compensadores. Dentro desses meios de busca de alvos, os Veículos Aéreos Não Tripulados, também chamados de VANTs, se destacam devido a sua capacidade de buscar alvos de interesse para a Bateria sem expor a vida humana. No mundo, existem diversos tipos de aeronaves não tripuladas, sendo utilizadas para diversos fins. Dos países detentores de VANTs alguns se destacam como EUA e Israel e na Europa muitos países também possuem tal tecnologia e o seu próprio VANT. No Brasil os primeiros projetos se iniciaram na década de 80, mas até hoje não se tem no país esse tipo de tecnologia voltada para o emprego militar. Porém há diversos projetos em desenvolvimento e a empresa AVIBRÁS Aeroespacial, está em fase final de testes. Os VANTs já foram testados e utilizados por diversos países em alguns conflitos, por exemplo: Guerra do Golfo e Guerra do Vietnã. Nessas guerras os VANTs foram largamente utilizados em diversos tipos de missão, obtendo informações importantes para a tropa. Na Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes essas aeronaves devem possuir, além das características necessárias para uma aeronave não tripulada, uma capacidade de ser empregada em grandes distâncias com uma grande autonomia, tendo em vista o alcance de tiro do Sistema ASTROS II. Sendo assim, para se utilizar um VANT na Bateria ASTROS II devem-se levar em consideração todas as possibilidades desta subunidade para que o veículo seja empregado em proveito da tropa nas melhores condições, buscando as informações necessárias para o escalão superior.

Palavra chave: VANT, ASTROS II

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 3.1.1** - VANT *Pioneer* e estação de controle terrestre, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.1.2** VTUAV *Argus*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.1.3** VTUAV *Eagle Eye*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.1.4** VTUAV *Guardian*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.1.5** RQ -1 *Predator*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.1.6** RQ-32A *Dark Star*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.1.7** *Global Hawk*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.2.1** VANT CL – 289, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.2.2** Sistema de lançamento da aeronave não tripulada *Brevel*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.2.3** VANT francês *Crecerelle*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.2.4** Sistema de lançamento de aeronave não tripulada *Phoenix*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.2.5** *Seeker-Kentron* da África do Sul, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.3.1.1** VANT Acauã, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 3.3.2.1** Carcará II, fonte MUSKARDIN, Tin.
- FIGURA 3.3.3.1** VANT HERMES 450 em solo, fonte LAUX, Paulo.
- FIGURA 3.3.3.2** Hermes 450 em teste de voo, fonte LAUX, Paulo.
- FIGURA 3.3.4.1** VANT Falcão, fonte AVIBRÁS Aeroespacial. Sistemas VANT AVIBRÁS.
- FIGURA 3.3.4.2** Sistema Falcão, fonte AVIBRÁS Aeroespacial. Sistemas VANT AVIBRÁS.
- FIGURA 4.1** VANT *Lightning Bug*, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.
- FIGURA 5.1** Arquitetura hierárquica de controle, fonte PEREIRA, Ademir Rodrigues.

ABSTRACT

BARBOSA, Max Leitão. JÚNIOR, Cecílio Pinheiro. RODRIGUES, Eduardo Caldeira de Faria. **Use of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) for the target acquisition of the system ASTROS II.** Formosa: 6º GLMF/CIH, 2011. Course conclusion work.

The use of target acquisition means is essential for a battery of multiple rocket launchers, considering that the system ASTROS II, which is part of such battery, is an extremely noble resource that engages important targets. Within these target acquisition means, the unmanned aerial vehicle, also known as UAV, stands out due to its capability to search targets of interest for the battery without risking human life. Around the world there are various types of unmanned aerial vehicles for many different uses. Among the countries that have this technology, stand out USA and Israel; in Europe many countries also have the technology and their own UAVs. In Brazil the first projects started at the 80's, but up to now there isn't in the country this kind of technology. However there are many projects in development. The enterprise *AVIBRAS Aeroespacial*, is in final tests stage. The UAVs have been tested and used by many countries in some conflicts, for example: Gulf War and Vietnam War. In these wars the UAVs have been largely used in various types of missions, acquiring important informations for the troops. In the Multiple Rocket Launcher Battery these aircrafts, besides the necessary characteristics of an UAV, must be able to travel long distances with great flight autonomy, considering the shooting range of the ASTROS II. Thus, to use an UAV in a Battery of ASTROS II must be considered all the possibilities of the system so that the aircraft can attend the troops needs as well as possible, searching for the necessary information for the superior scallions.

Keyword: UAV, ASTROS II

SUMARIO

INTRODUÇÃO	9
1 VANT	10
1.1 Definição	10
1.2 Composição do sistema	10
1.3 Classificação	11
1.4 Características, possibilidades e limitações	11
2 SISTEMA ASTROS II	13
3 PRINCIPAIS TIPOS DE VANT EXISTENTES NO MUNDO	14
3.1 VANTs utilizados pelo EUA	14
3.2 VANTs utilizados pelos outros países do mundo	19
3.3 Projetos de VANT desenvolvido no Brasil	22
3.3.1 VANT Acauã	22
3.3.2 VANT Carcará II	24
3.3.3 VANT Hermes 450	25
3.3.4 VANT Falcão	27
4 EMPREGO DO VANT EM OPERAÇÕES MILITARES	29
5 CARACTERÍSTICAS NECESSÁRIAS DE UM VANT PARA O EMPREGO NO SISTEMA ASTROS II	30
Considerações finais	33
Referências Bibliográficas	34

INTRODUÇÃO

Os avanços tecnológicos e científicos das últimas décadas trouxeram significativas mudanças em vários ramos do conhecimento humano. No meio militar ocorreu uma evolução no conceito de defesa, surgindo a Guerra Moderna que temos como exemplo a Guerra do Golfo (1990-1991). Neste conflito foram utilizados diversos meios tecnológicos, porém havia uma preocupação por parte dos americanos e seus aliados que era a perda de vidas humanas, principalmente da população árabe civil. Desta forma, com essa preocupação a repercussão negativa junto à opinião pública internacional diminuiria. Sendo assim, ocorreu a partir disso a utilização em massa de mísseis *Tomahawk* a fim de cumprir missões de destruição de alvos inimigos. Além disso, para missões de reconhecimento e espionagem em áreas de alto risco foi utilizado em larga escala as aeronaves não tripuladas visando preservar os pilotos aliados.

A utilização dessas aeronaves é hoje considerada assunto estratégico entre vários países do mundo, sendo alvo de estudos em diversos deles. Sendo assim, estudaremos em nosso trabalho a utilização delas a favor do nosso sistema de artilharia de foguetes de saturação de área (ASTROS II).

No Brasil estes estudos, voltados para o emprego militar, ainda estão em fase inicial, alguns projetos já foram realizados e outros estão sendo desenvolvidos até hoje, alguns destes serão estudados em capítulos posteriores. Porém, no mundo pode-se observar a utilização do VANT a mais de 50 anos, como por exemplo, na Guerra da Coreia. Nos últimos 30 anos a utilização destas aeronaves vem aumentando, participando inclusive em conflitos significativos como a Guerra do Vietnã, Guerras Árabes – Israelenses, Guerra do Golfo, Guerra da Bósnia e a mais recente Guerra do Afeganistão.

Nosso trabalho está estruturado em cinco capítulos. Em um primeiro momento será estudado o que é um veículo aéreo não tripulado (VANT), abordando características gerais, possibilidades e limitações. No segundo capítulo estudaremos o ASTROS II, para que se aprenda as suas características e conheça este sistema de armas. No terceiro capítulo serão abordados os tipos de VANT utilizados ao redor do mundo e os projetos já desenvolvidos no Brasil. No quarto capítulo será apresentada a utilização dos VANTs em diversos conflitos, mostrando a eficiência e eficácia das mesmas. Finalizando nosso trabalho, no quinto capítulo será apresentado o que um VANT precisa possuir para que seja eficaz e ainda, o que o mesmo deve apresentar para se adequar as características do sistema ASTROS II.

1 VANT

1.1 Definição

Segundo Mileski (2007), um Veículo Aéreo Não Tripulado, VANT, é toda aeronave capaz de realizar missões de apoio ostensivo aéreo, sem a necessidade de um piloto humano, ou seja, sem expor uma vida. No meio militar, cresce de importância estratégica a utilização desse equipamento, tendo em vista que, em locais onde uma força não possui a superioridade aérea, eles conseguem chegar sem expor o seu piloto ao inimigo.

Segundo Mendes e Fadel (2009), o termo VANT, é conhecido em todo o mundo pela sigla em inglês *UAV (Unmanned Aerial Vehicle)*. Esses veículos também são conhecidos pela denominação 3D, fazendo referência a missões jamais imaginadas para aviões tripulados: *dull* (enfadonhas), *dangerous* (perigosas) e *dirty* (sujas).

A Confederação Brasileira de Aeromodelismo aborda a definição de VANT como (2005):

[...] um veículo capaz de voar na atmosfera, fora do efeito de solo, que foi projetado ou modificado para não receber um piloto humano e que é operado por controle remoto ou autônomo.

A Portaria Normativa do Exército Brasileiro n° 606, do Ministério da Defesa, datada de 11 de junho de 2004, o VANT é conceituado como:

[...] 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.

Desta forma Oliveira (2005), definiu sinteticamente o VANT como sendo uma plataforma de baixo custo operacional, que antes do seu lançamento é operada através de um controle remoto em terra ou ainda que, segue um plano de voo pré-estipulado, com a capacidade de executar várias atividades, tais como: reconhecimento tático, monitoramento, vigilância, mapeamento e ataque, tudo isso dependendo dos equipamentos instalados.

1.2 Composição do sistema

Segundo Oliveira (2005), apesar de existirem diversos tipos de VANT, a maioria deles são constituídos por três subsistemas quais sejam: Subsistema de Comando e Controle, Subsistema de Lançamento e Recuperação e Subsistema do Veículo Aéreo Não Tripulado.

O Subsistema Comando e Controle é definido por Oliveira (2005) como tendo a responsabilidade de controlar o voo da aeronave, condução do seu lançamento e recuperação e

interpretar os dados coletados pelos equipamentos a bordo. Para isso é instalado um *Shelter* (cobertura) que possui dois consoles para realizar tais tarefas.

O Subsistema de Lançamento e Recuperação, segundo Oliveira (2005), é responsável pela decolagem e recuperação em segurança da aeronave. O lançamento pode ser realizado de diversas maneiras sendo por catapultas, pistas asfaltadas ou improvisadas, com auxílio ou não de foguetes. Porém a recuperação deve ser realizada por utilização de rede, pára-quedas, gancho de parada ou vertical.

Por fim Oliveira (2005) define o Subsistema Veículo Aéreo Não Tripulado, que engloba plataformas de diversas características, possibilidades de emprego e tamanhos.

1.3 Classificação

Mesmo com diversas classificações para VANTs existente no mundo atual é interessante abordar esta classificação quanto ao emprego militar, proposto pela Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe) como (2007):

- a) Alcance aproximado (CR – “*Close Range*”): este tipo de VANT apresenta como principal característica seu pequeno raio de ação de aproximadamente 30 km e uma autonomia de voo de uma a seis horas. Usados principalmente em unidades táticas de terra. Suas missões mais comuns são: reconhecimento diurnos e noturnos, vigilância, guerra eletrônica e detecção de agentes químicos;
- b) Curto Alcance (SR – “*Short Range*”): com um raio de ação de no mínimo 100 km e no máximo 300 km, trata-se de equipamentos de utilização de nível tático. Possui autonomia para oito ou doze horas de voo e possibilidade de condução de sensores mais sofisticados. São utilizados principalmente para missões de alcance aproximado, tarefas de Comando e Controle, busca de alvos e avaliação tática de danos;
- c) Médio Alcance (MAE – “*Medium Altitude Endurance*”): por possuir um raio de ação aproximado de 700 km e autonomia de voo de cerca de doze horas, além da possibilidade de sensores que transmitem em tempo real as informações coletadas, estes VANTs têm condições de realizar reconhecimento profundos, ampliando a capacidade de um grupo de aeronaves atacantes; e
- d) Grande Autonomia (HAE – “*High Altitude Endurance*”): estas aeronaves não tripuladas possuem capacidade de realizar incursões de cunho estratégico a grandes distâncias e utilizando um teto de voo elevado. Para tanto, necessitam de um considerável raio de ação e podem conduzir desde sensores altamente sofisticados como armamentos inteligentes. (BRASIL INFORMATIVO ANTIAEREO 3/207, 2008)

1.4 Características, Possibilidades e Limitações.

Segundo Arlindo Neto e Isnard Almeida (2009), existem diversas semelhanças entre um VANT e uma aeronave tripulada que variam conforme as missões estabelecidas, podendo ter envergadura, comprimento e teto de vôos maiores ou menores que aeronaves convencionais. Porém a principal característica que as difere é uma pequena assinatura de

radar que a aeronave não tripulada possui. Normalmente ainda, os VANTs tem menores dimensões em relação a uma aeronave tripulada, o que dificulta o engajamento por parte do inimigo.

Oliveira (2005) aborda ainda que sem a presença humana os veículos ganham em mobilidade, tendo em vista que algumas manobras na qual não podem ser executadas por pilotos, devido as limitações físicas da força “G”, são cumpridas pelos veículos não tripulados.

Como possibilidades, Plavetz (2009) afirma que: como o VANT se trata de um veículo sem tripulação, ele reúne características que o fazem operar em locais inacessíveis para aeronaves que necessitam de tripulação. Desta forma ele pode ser empregado em áreas que estão química e biologicamente afetadas sem qualquer restrição. Plavetz (2009) acrescenta ainda que uma aeronave não tripulada pode também transportar materiais nocivos a saúde humana, como por exemplo o telêmetro *laser* que produz intensa radiação eletromagnética.

Outras possibilidades segundo Plavetz (2009) são a baixa assinatura de radar que possui um VANT, que permite a aproximação dos alvos sem ser detectado e o tempo de duração da missão que está condicionado apenas à capacidade de combustível, não existindo, por exemplo, a fadiga da tripulação.

Como limitações Santos (2008) afirma que a maior delas é justamente a sua principal característica, qual seja, voar sem o ser humano. Isto, tendo em vista que o piloto tem condições de avaliar uma situação na qual participa e decidir qual o melhor procedimento a tomar em proveito da situação. Pois a presença do piloto no ambiente operacional, permite que ele faça uma análise de tudo que acontece, podendo decidir melhor quanto a questões inerentes a missão, como por exemplo, a utilização de um armamento em um ataque aéreo, ou de algum tipo de equipamento eletrônico.

Outra limitação segundo Santos (2008) é a exposição à guerra eletrônica, pois os VANTs são bastante vulneráveis a essas ações e estão muito próximos do inimigo.

Por possuir baixa assinatura o VANT deve ser de pequeno tamanho, o que segundo Santos (2008) limita a sua velocidade. Com isso, ele permite com facilidade a atuação de uma defesa antiaérea à baixa altura e limita sua possibilidade de ataque, além de ser muito suscetível as variações climáticas devido a sua construção, muitas vezes, ser de pequena dimensão e peso.

2 SISTEMA ASTROS II

O ASTROS II é um Sistema Universal de Foguetes de Artilharia para Saturação de Área. Este sistema é de origem brasileira, desenvolvido pela empresa de Defesa Nacional AVIBRÁS Aeroespacial, sendo seu início na década de 80. Uma característica importante é a sua capacidade de disparar foguetes de diferentes calibres mudando apenas seus contêineres lançadores.

O Sistema é composto por viaturas que têm como característica possuir uma viatura básica, AV – VBA, como base. As viaturas que compõe o Sistema são: Viatura de Remuniciamento (AV – RMD), Viatura Lançadora Múltipla Universal (AV – LMU), Viatura Posto Meteorológico (AV – MET), Unidade Controladora de Fogo (AV – UCF), Viatura Oficina Mecânica e Eletrônica (AV – OFVE), Viatura Posto de Comando e Controle (AV – PCC) e Viatura de Comando e Controle (AV – VCC), essas três últimas são independentes, ou seja, não são acopladas a viatura básica.

Segundo a nota de aula de munições do Centro de Instrução de Artilharia de Foguetes (2011), o ASTROS II é capaz de lançar os foguetes SS – 30, SS – 40 e SS – 60, podendo atirar em um alcance de 9,8 km com o SS – 30 até 70,4 km com o SS – 60, é importante ressaltar que esses alcances são a nível do mar, sendo assim, caso as lançadoras estejam em locais mais elevados esses alcances poderão ser ainda maiores. Outra característica importante é a utilização das submunições existentes nos foguetes SS – 40 e SS - 60. No SS – 40 são 20 submunições de 70mm e no SS – 60, 65 submunições de mesmo calibre. O SS – 30 é um foguete auto explosivo, o SS – 40 possui uma cabeça múltipla, capaz de lançar suas submunições espalhadas sobre um alvo e o SS- 60 pode funcionar das duas maneiras supracitadas, bastando que seja programado para funcionar da maneira desejada.

A nota de aula de técnica de tiro do Centro de Instrução de Artilharia de Foguetes aborda que (2011):

[...] a Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes apresenta características relativas ao seu emprego tático e à direção de tiro que permitem:

- a) Ocupar rapidamente as posições de tiro previamente selecionadas e abandoná-las sem demora após a eficácia ter sido realizada;
- b) Responder prontamente à solicitação de apoio de fogo sobre alvos inopinados, quando necessário;
- c) Conduzir tecnicamente o tiro;
- d) Determinar prontamente os elementos de tiro para a realização das missões atribuídas, por meios computadorizados; e
- e) Conduzir fogos em missões tipo eficácia, na quase totalidade das vezes, ou tipo ajustarei, eventualmente, com o uso do radar, dentre outros meios, sob quaisquer situações e condições meteorológicas.

3 PRINCIPAIS TIPOS DE VANT EXISTENTE NO MUNDO

Neste capítulo serão abordados os principais tipos de VANT, de emprego militar, utilizados pelos Estados Unidos, por outros países do mundo e os projetos existentes no Brasil. Até hoje, diversas nações já fizeram uso dessas aeronaves em vários conflitos e fica evidenciada a eficácia deste em muitas guerras.

3.1 VANTs utilizados pelo EUA

Segundo Ademir Pereira (2001), após verificar o sucesso israelense com VANTS, ocorreu um aumento gradativo dos interesses norte-americanos em continuar o desenvolvimento de sistemas não tripulados mais confiáveis e robustos. Desta forma, com iniciativa da Marinha Americana surgiu o sistema *Pioneer*. O programa iniciou em 1985, sendo projetado para fornecer inteligência de imagem para comandos táticos na terra e no mar. Na Guerra do Golfo Pérsico (1990-1991) esta aeronave foi utilizada em mais de 300 missões de comunicações, reconhecimento, vigilância, localização de minas terrestres, etc. Desde o fim dessas operações, a partir de 1994, o sistema obteve sucesso em missões na Somália, Bósnia e Haiti (JONES,1997).



FIG 3.1.1 - VANT *Pioneer* e estação de controle terrestre

Mesmo tendo obtido elevado êxito nas operações já destacadas, o *Pioneer* possuía algumas limitações como: ausência de decolagem e aterrissagem automática, taxa de acidentes razoável, problemas de telemetria que influenciava na disseminação de dados e desempenho desfavorável em caso de mau tempo.

Segundo Ademir Pereira (2001), o grande sucesso obtido nessas missões, pelo *Pioneer*, mostrou a potencialidade dos VANTs, sendo assim fator determinante para que os norte – americanos aumentassem seus esforços para o prosseguimento nos projetos de aeronaves autônomas.

Esses acontecimentos motivaram ainda o desenvolvimento, pela Marinha norte – americana, de sistemas de veículos de aterrissagem e decolagem vertical (*Vertical Take-off and Landing Tactical Unmanned Aerial Vehicles – VTUAV*).

Ademir Pereira aborda que (2001):

O sistema VTUAV é usado a bordo de unidades navais e em terra pelos fuzileiros navais para fornecer dados e imagens em tempo quase real de reconhecimento, vigilância e de inteligência. Estes sistemas substituem o sistema *Pioneer* em todos os escalões táticos e são capazes de executar operações não tripuladas partindo de qualquer embarcação em que seja possível o pouso e decolagem de helicópteros, incluindo veículos anfíbios, cruzadores e destróieres.

Percebe-se que a utilização do VANT para os norte americanos ficou evidente e essencial após o êxito israelense. Desta forma, após essa percepção os EUA gastaram muitos recursos e aumentaram os estudos nesse tipo de tecnologia.

Alguns tipos de VTUAV que estão sendo desenvolvidos são o: VTUAV *Argus* FIG 3.1.2, VTUAV *Eagle Eye* FIG 3.1.3, VTUAV *Guardian* FIG 3.1.4.



FIG 3.1.2 VTUAV *Argus*



FIG 3.1.3 VTUAV *Eagle Eye*



FIG 3.1.4 VTUAV *Guardian*

Segundo Ademir Pereira (2001), no início da década de 90, começou o desenvolvimento do sistema de aeronave não tripulada de asa fixa que tinha o nome de *Predator*, esse projeto visava satisfazer as exigências de cumprimento de missões de vigilância, reconhecimento e busca de alvos. Este sistema tem um alcance de aproximadamente 500 milhas com a capacidade de fornecer, em tempo próximo do real, informações de dados e imagens. O *Predator* foi apresentado no cenário internacional realizando vôos diurnos partindo de bases na Albânia e, posteriormente, da Hungria. Em novembro de 1998, partindo da Hungria, foram realizados vôos sobre a Bósnia. No conflito nos Bálcãs, em 1999, apoiando as forças da OTAN, foram realizadas missões sobre Kosovo e Bósnia. Realizou ainda, partindo do Kuwait, missões apoiando operações aliadas que proibiam vôos sobre a zona de exclusão ao sul do Iraque. No Afeganistão foi empregado em outubro de 2001, logo após o atentado terrorista às Torres Gêmeas em 11 de setembro. Nesta oportunidade visava fornecer informações de inteligência para as forças lideradas pelos EUA na Operação Liberdade Duradoura.



FIG 3.1.5 RQ -1 Predator

Ademir Percira aborda (2001):

Cada sistema *Predator* consiste de quatro aeronaves RQ-1A *Predator* (FIG.3.1.5), uma estação de controle de terra e um sistema de comunicações via satélite. O *Predator* é um avião leve (cerca de uma tonelada com todos os equipamentos e tanque de combustível completo), com 8,22 m de comprimento e 14,8 m de envergadura, que pode permanecer no ar por aproximadamente 24 horas, voando a uma distância de até 750 km do seu ponto de lançamento, e que pode alcançar um teto de 7 620 m, com uma velocidade de cruzeiro de 160 km/h. A carga útil (*payload*) pesa cerca de 200 kg e incluem câmeras de televisão e sensores infravermelhos e eletro-óticos, assim como um radar de abertura sintética para observar através das nuvens. O *Predator* é capaz de enviar imagens em tempo real a uma estação terrestre localizada em linha de visão direta até uns 240 km a uma velocidade de 30 imagens por segundo. Através de transmissão via satélite, pode se comunicar com uma estação mais longínqua, enviando 15 imagens por segundo, quase em tempo real.

Com tais características o *Predator* se tornou um excelente meio de busca de alvos, reconhecimento e vigilância para os norte-americanos.

Segundo Jones (1997), usando uma navegação auxiliada pelo GPS (*Global Position System*) e sobrevoando uma área por até 24 horas coletando imagens de alta qualidade, transmitindo estas para todos os escalões de comando, através de satélites, mostra que a melhoria significativa deste sistema perante o seu antecessor deveu-se a revolução eletrônica.

Ainda no início da década de 90, em 1994, os norte - americanos deram início ao desenvolvimento de mais dois sistemas de aeronave não tripulada. Estes por sua vez eram para altas altitudes e longa duração (*High Altitude Endurance – HAE UAV*). Os novos sistemas receberam a nomenclatura de *Dark Star* e *Global Hawk*. Estas aeronaves tinham as missões

de: capacidade prolongada de reconhecimento e vigilância, capacidade de cobertura ampla de imagens em grandes áreas e recepção assegurada de imagens para forças táticas.

Tendo capacidade operacional de penetrar, e ainda, sobreviver em locais altamente defendidos, o sistema *Dark Star* (FIG 3.1.6) possui a característica de observar em baixa altitude, minimizando assim o risco de ser detectado pelo radar inimigo. Este sistema pode operar com um alcance de 500 milhas náuticas e sobrevoar em uma altitude de 45.000 pés uma área-alvo por mais de 8 horas.



Dryden Flight Research Center EC95-43303-7 Photographed 12NOV1995
Ground engine run of Tier III- Darkstar (NASA/Landis)

FIG 3.1.6 RQ-32A *Dark Star*

A concepção de criação do *Global Hawk* é fundamentada na capacidade de reconhecimento prolongado, no espaço, para o comando da força tarefa. Isto é, fornecendo dados ou imagens para qualquer lugar atrás das linhas inimigas, em quaisquer condições climáticas, através de link com satélites ou visada direta.

O *Global Hawk* (FIG 3.1.7) tem a capacidade operacional de sobrevoar a área do objetivo em altitudes maiores que 60.000 pés, por mais de 24 horas, tendo um alcance de até 3.000 milhas náuticas.



FIG 3.1.7 *Global Hawk*

3.2 VANTs utilizados em outros países do mundo

Países europeus como: Alemanha, França, Itália, Grã – Bretanha e Bélgica, desde 1970, utilizam sistemas bastante elementares, com aviões controlados remotamente. Porém os sistemas evoluíram bastante de uma década para cá, isto devido aos avanços tecnológicos. Essas evoluções ultrapassam os aviões e sistemas de lançamentos chegando às estações de controle e recepção de dados e processamento de imagens. Com isso aumentaram as demandas e experimentação de VANTs.

Segundo Ademir Pereira (2001), a indústria alemã oferece no mercado internacional a gama mais ampla de opções. O país tem atingido um ótimo nível no desenvolvimento de VANT de curto alcance para utilização tática de suas forças terrestres. As Forças Armadas da Alemanha possuem na atualidade 11 (onze) sistemas CL – 289 (FIG 3.2.1), que, em breve, serão equipados com radares *Sword* de abertura sintética. Este sistema é um projeto conjunto de França, Alemanha e Canadá, que teve início em 1990. Como características principais o sistema possui um raio de ação de 180 a 200 km, pode operar a uma altitude de 600 m, atingindo a velocidade de 740 km/h.

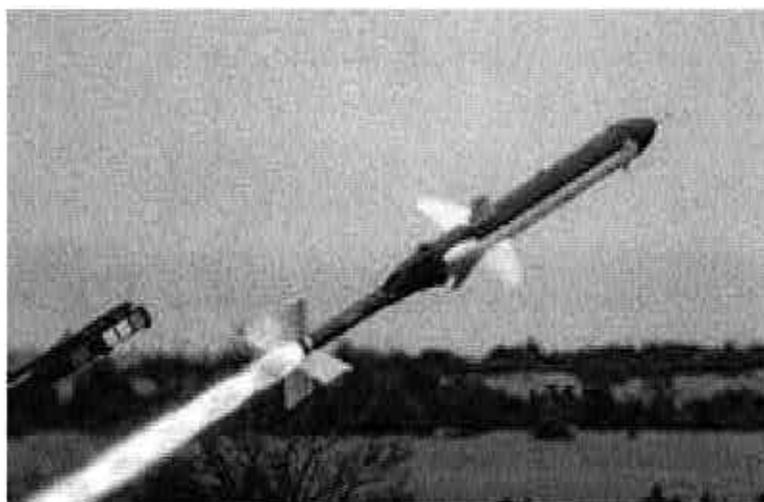


FIG 3.2.1 VANT CL – 289

Ademir Pereira aborda que (2001):

Para missões de reconhecimento e designação de objetivos, o Exército alemão iniciou a aquisição de oito sistemas Brevel (FIG. 3.2.2), da Eurodrone, equipados com câmeras infravermelhas, o primeiro dos quais entrou em serviço recentemente. O *Eurodrone Brevel* tem uma autonomia de voo de dez horas e atinge velocidades entre 120 e 200 km/h.



FIG 3.2.2 Sistema de lançamento da aeronave não tripulada *Brevel*

Segundo Ademir Pereira (2001), a França tem desenvolvido um programa chamado *Piver*. Neste programa foram avaliados alguns sistemas existentes e adquiridos quatro sistemas CL – 289, fabricados na França pela *Aerospatiale*. Todos os sistemas adquiridos estão equipados com sensores infravermelhos e câmeras óticas. Os franceses possuem o

VANT de reconhecimento *Crecerelle* (FIG 3.2.3) e vem participando junto à Alemanha no desenvolvimento do *Brevel*.



FIG 3.2.3 VANT francês *Crecerelle*

Ademir Pereira aborda que (2001):

O *Crecerelle* pode transmitir informações até uma faixa de 75 km e tem capacidade de voo para 5 horas. A idéia de desenvolver VANT de combate está sendo considerada na França, e a *Dassault Aviation*, junto com o *ONERA* ('*Office Nationale d'Etudes et Researches Aeroespaciales*') e a Força Aérea, está desenvolvendo um programa para possibilitar que *UAV* armados e caça-bombardeiros tripulados troquem informações e operem de forma coordenada.

"A Grã – Bretanha possui sistema de VANT de reconhecimento e observação para o Exército. Trata-se de 20 sistemas *Phoenix* (FIG 3.2.4) com 200 aviões, desenvolvido pela Marcone." ADEMIR PEREIRA (2001, p.38).

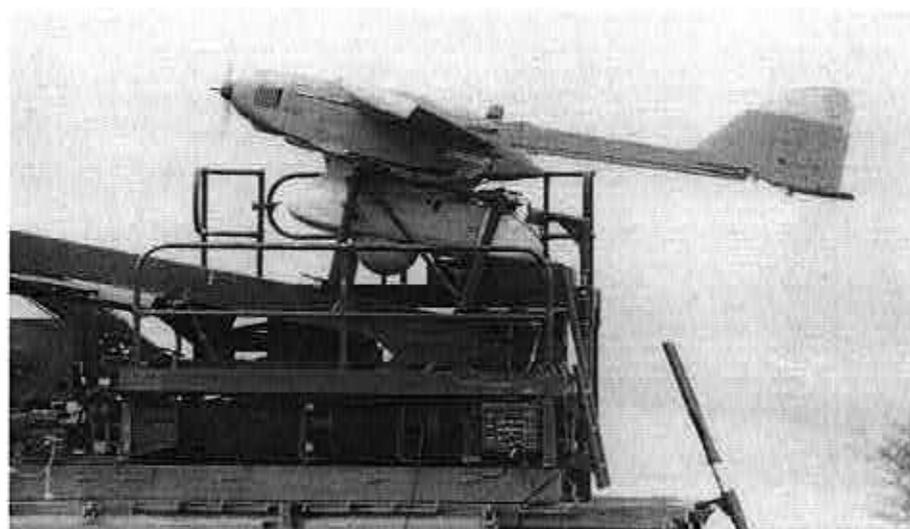


FIG 3.2.4 Sistema de lançamento de aeronave não tripulada *Phoenix*

Segundo Ademir Pereira (2001), Israel é a grande potência no desenvolvimento de UAV desde 1974, fora da Europa e dos Estados Unidos. Especializada na integração, projeto e criação de VANT a *LAI MALAT Division* foi criada em 1988.

Porém existem ainda, fora do eixo EUA-Europa, diversos países que vem desenvolvendo sistemas de aeronaves não tripuladas, tais como: Iraque com a conversão de L-29 em VANT que visa o ataque com lançamento de agentes químicos; Austrália com o modelo *Mark 103-B Vindicator*; China que possui o *Observer 1*, *Chang Hong 1*, *ASN - 206* e *DP-4 RD*; Coréia do Sul modelo *ARCH - 50*; Turquia com os modelos *Annasnas*, *Kirlangic*, *Dogan*, *Firefly* e *UAV X-1*; Japão modelo *Cranfield A-3*; Índia com o *Nishant RPV*; Paquistão que possui o *Bravo*; África do Sul com o modelo *Seeker-Kentron* (FIG 3.2.5), existem ainda outros países que não serão abordados no trabalho, pois não fazem parte do estudo.

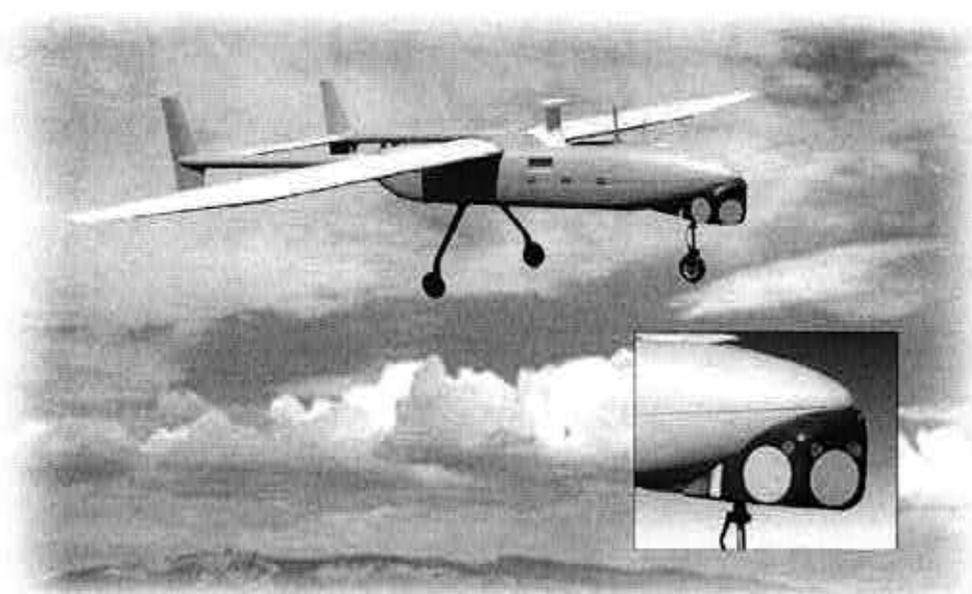


FIG 3.2.5 *Seeker-Kentron* da África do Sul

3.3 Projetos de VANT desenvolvido no Brasil

3.3.1 VANT Acauã

Após abordar alguns tipos de VANT existente em diversos países do mundo, serão abordados neste subcapítulo alguns dos projetos que o Brasil desenvolveu até o presente momento.

Segundo Ademir Pereira (2001), os estudos sobre aeronaves não tripuladas no país não são atuais, pois teve início há mais de 20 anos, no início da década de 80. O CTA (Centro

Tecnológico da Aeronáutica) foi o órgão responsável para dar início a esses projetos, inclusive com a criação de um protótipo denominado Acauã (FIG 3.3.1.1), que pertence à classe *Pioneer* israelense.



FIG 3.3.1.1 VANT Acauã

Segundo Oliveira (2005), este projeto tinha como objetivo ser o primeiro passo na concepção de VANT no país, com possibilidade de reconhecimento tático e, servir de banco de ensaios para o desenvolvimento de sistemas de controle e telemetria para um futuro alvo aéreo manobrável.

O Acauã tinha como característica uma envergadura de 5,1m, com um comprimento de 4,8m, capaz de atingir a velocidade de cruzeiro de 100km/h pesando 120 Kg.

Segundo Oliveira (2005), foram construídos 5 protótipos, sendo 4 construções metálicas e 1 de material composto. Alguns ensaios foram realizados com esses protótipos, tanto no solo quanto em vôo. O primeiro ensaio aéreo foi realizado no CTA em dezembro de 1985. Posteriormente ocorreram mais alguns testes em 1986 e 1988, nessas oportunidades os protótipos foram conduzidos através de controles de aeromodelos, com *booster* na transmissão, instrumentação e telemetria de ensaio em vôo.

O projeto Acauã foi a célula embrionária de projetos de VANT no Brasil. Ele fez com que as instituições brasileiras se voltassem para esses projetos o que permitiu a concepção de outros a partir de sua plataforma.

3.3.2 VANT Carcará II

O país vem desenvolvendo, através da empresa carioca Santos Lab, o Carcará II (FIG 3.3.2.1), que será usado pela Marinha do Brasil e que pela sua robustez, portabilidade e discrição por possuir apenas 1,6 m de envergadura possibilitará sua utilização em operações policiais nas metrópoles brasileiras.



FIG 3.3.2.1 Carcará II

Este veículo aéreo não tripulado tem a capacidade de voar por até 2 horas, enviando imagens de um raio de 15 km, em tempo real a uma estação de controle portátil bastante compacta. Esta aeronave conta com um rotor traseiro alimentado por três baterias responsável pelo voo da mesma.

“A Marinha usa o carcará em missão de paz no Haiti para monitorar as favelas, em missões de reconhecimento para acompanhar o que está acontecendo antes de alguma incursão” TIN MUSKARDIN (2011).

O sistema de lançamento do Carcará é manual, ele permite ao controlador estabelecer previamente uma rota ou alterá-la tendo em vista possuir um sistema de GPS integrado, além disso, é equipado também com câmeras de alta definição. A estação de controle é semelhante a um laptop com uma estrutura leve e robusta o que permite ser conduzida dentro de navios ou veículos em movimento durante a operação.

Segundo Tin Muskardin (2011), o sistema permite também que o avião reconheça a movimentação da estação respondendo da mesma forma aos comandos emitidos, isto é possível através da conexão da estação a um GPS, já que a aeronave possui o seu integrado.

A estação de controle pode controlar até 4 aviões simultaneamente, com isso é possível a realização contínua de operações de monitoramento. Como o sistema tem uma autonomia de 2 horas, após 1 hora e 30 minutos no ar a aeronave deve retornar para que as baterias sejam recarregadas. Assim, um novo avião decola. Suas baterias podem ser carregadas no carro ou até mesmo em tomadas comuns, essas baterias podem ainda ser trocadas como qualquer aparelho normal.

Após testes realizados, a Marinha estuda a utilização do Carcará II na busca de alvos para a Artilharia. Tin Muskardin aborda que (2011):

No vídeo em tempo real você pode pegar as coordenadas de algum alvo e mandá-las para artilharia, e o avião fica próximo ao alvo. Após a ação da artilharia, o avião volta ao local e verifica se o alvo foi atingido. Caso contrário, pode repetir o processo.

Segundo Tin Muskardin (2011), o sistema pode pousar quase na vertical, desta forma necessita de pouco espaço para a operação. Como o Carcará II é todo desmontável, ele pode ser conduzido em uma mochila, chegando a qualquer lugar. Ele possibilita também ser lançado do alto de um prédio, retornando ao mesmo local o que aumenta a área de atuação do VANT.

A cor acinzentada foi escolhida para confundir o inimigo, pois tendo o céu como fundo a aeronave fica camuflada. Segundo Tin Muskardin (2011) até mesmo para o operador em algumas situações de pouso é bastante difícil enxergar o veículo. Outro fator de sigilo é o motor bastante silencioso fazendo com que ela não seja ouvida a partir de uma altura de 100m.

Um fator preponderante a favor do Carcará II é o estrago provocado por uma eventual queda. Segundo Tin Muskardin (2011), como o veículo tem tamanho reduzido e é feito de polipropileno a probabilidade de machucar alguém se reduz bastante em relação a aviões de fibra de carbono ou plástico.

3.3.3 VANT Hermes 450

A Força Aérea Brasileira (FAB) escolheu o modelo Hermes 450, fabricado pela Elbit. Após a Aeroeletrônica, empresa controlada pela Elbit israelense, vencer o processo de seleção

da FAB, a empresa cedeu aeronaves sem custo, para que fossem avaliados em missões de reconhecimento tático e vigilância de fronteira. Duas unidades já estão participando de testes a um ano na Base Aérea de Santa Maria, onde é sediado o esquadrão de VANT da Aeronáutica.

Segundo o diretor – executivo da Aeroeletrônica, Vitor Jaime Neves, técnicos brasileiros foram enviados a Israel para a transferência de tecnologia e ainda, a empresa está criando no Brasil um centro de excelência.

O Hermes 450 (FIG 3.3.3.1) tem como característica o peso de 450 quilos, com uma envergadura de 10m, capaz de decolar e aterrissar sozinho com uma autonomia de 16 horas de voo. A aeronave possui ainda câmeras equipadas com infravermelhos e sensores.



FIG 3.3.3.1 VANT HERMES 450 em solo

Segundo Paulo Laux (2010), após os primeiros testes, um exercício conjunto com o 7º BIB (Batalhão de Infantaria Blindado) foi realizado com o objetivo de avaliar a capacidade de reconhecimento do Hermes (FIG 3.3.3.2). A aeronave sobrevoou uma região ocupada pela infantaria mandando para base imagens de toda estrutura montada em terra, inclusive do tipo de armamento dos militares.



FIG 3.3.3.2 Hermes 450 em teste de vôo

3.3.4 VANT Falcão

O projeto do VANT Falcão está sendo desenvolvido pela AVIBRAS Aeroespacial junto a algumas instituições nacionais. A primeira etapa do projeto começou em 2005 e foi até o início de 2009, nesse período foram definidos os sistemas de navegação e controle, tendo um custo total de R\$ 27 milhões.

A parte eletrônica deste sistema foi testada em 2007 e 2008, obtendo bastante sucesso. A plataforma utilizada foi a do Acauã, estudado anteriormente.

Na segunda fase a AVIBRAS teve como objetivo a montagem do sistema. Posteriormente chegou-se a etapa de ensaios que foi um projeto desenvolvido conjuntamente pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), Centro Tecnológico do Exército (CTEx), Comando Geral do Centro Tecnológico da Aeronáutica (CTA) e pela AVIBRAS.

O Falcão (FIG 3.3.4.1) utiliza o sistema de navegação e controle (SNC) e tem como características uma envergadura de 10,80m, comprimento de 5,90m, 630 quilos de peso e uma velocidade de cruzeiro de 180km/h.



FIG 3.3.4.1 VANT Falcão

Segundo a AVIBRAS o Falcão é um VANT em potencial para exportação de seus clientes do Sistema ASTROS II, tendo em vista que as correções dos lançamentos dos foguetes desse sistema ainda são feitos com observação humana ou o rastreamento de sua Unidade Controladora de Fogo (UCF). Segundo AVIBRAS (2009), o Falcão capta imagens do alvo e envia a um terminal de dados de telemetria/datalink, este, por sua vez, envia esses dados a uma estação de controle de solo, onde está o terminal de pilotagem e o de controle de sensores de missão. Os dados retornam para o radar do terminal de dados e telemetria que envia novamente para a aeronave (FIG 3.3.4.2).

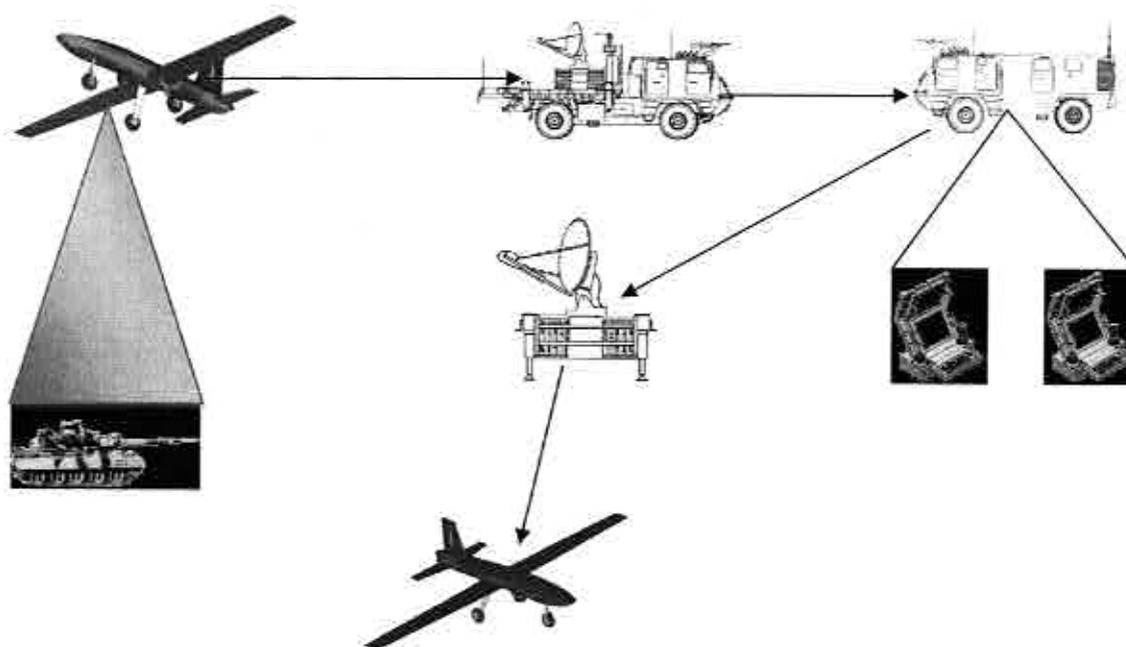


FIG 3.3.4.2. Sistema Falcão

4 EMPREGO DO VANT EM OPERAÇÕES MILITARES

Embora tenham sido concebidos desde o início do século XX, os VANT somente foram empregados para reconhecimento no campo de batalha na década de 50. Em 1955 foi desenvolvido o primeiro VANT voltado para observação, o *Falconer*, estando, ainda hoje, em operação no Exército dos Estados Unidos, numa versão atualizada.

Segundo Ademir Pereira (2001), VANTs denominados *Lightning Bug* (FIG 4.1), realizaram cerca de 3435 missões durante a Guerra do Vietnã (1965-1973), sendo as seguintes: reconhecimento, fotografia para outras missões, transmissão de imagens em tempo quase real, inteligência eletrônica (que aumentou a segurança de aviões tripulados durante o voo sobre áreas hostis), contra-medidas eletrônicas, inteligência de comunicações em tempo real e avaliação de danos de batalha (para confirmar se um determinado alvo foi atingido).



FIG 4.1 VANT Lightning Bug

Segundo Ademir Pereira (2001), os franceses utilizaram o VANT MART na operação Tempestade no Deserto (Guerra do Golfo, 1990-1991), em missões de vigilância, reconhecimento, aquisição de alvos e controle de tiro. Já o Exército Britânico por sua vez possuía informações um dia antes de sua chegada no teatro de operações, isto, devido ao seu sistema de VANT CL-289 (FIG 3.2.1) (JONES,1997).

5 CARACTERÍSTICAS NECESSÁRIAS DE UM VANT PARA O EMPREGO NO SISTEMA ASTROS II

Após realizar a pesquisa e estudo de diversos tipos de VANT existentes ao redor do mundo, apresentando algumas operações de combate que tiveram a participação dessas aeronaves, serão apresentadas neste capítulo algumas premissas necessárias para um VANT atender as necessidades do sistema ASTROS II.

Inicialmente devemos classificar esses veículos aéreos não tripulados de acordo com a sua autonomia, ou seja, capacidade de reagir ao ambiente. Essa classificação se dá em 3 classes tais como: autônomos, semi – autônomos e remotamente controlados.

“Os veículos autônomos devem ser capazes de reagir ao seu ambiente de uma maneira inteligente. Esta inteligência pode estar junto ao veículo ou pode ser remotamente comunicada através de link no espaço livre.” ADEMIR PEREIRA (2001, p.25).

Deve-se ter o conhecimento também do significado de área de interesse básico, que é definido por Ademir Pereira (2001) como sendo o controle de voo e suas diversas funções relativas que um VANT deve realizar para que as missões sejam cumpridas satisfatoriamente. Essas funções são as seguintes: navegação, guiagem, estabilidade e controle, comunicações, inteligência remota e tolerância a falhas.

Quanto à navegação, esta deve ser realizada a condições supersônicas ou quando subsônicas com alta manobrabilidade. Os sensores e computador de bordo devem permitir com precisão que o ponto no espaço seja alcançado no tempo certo pelo veículo para que a missão imposta seja cumprida.

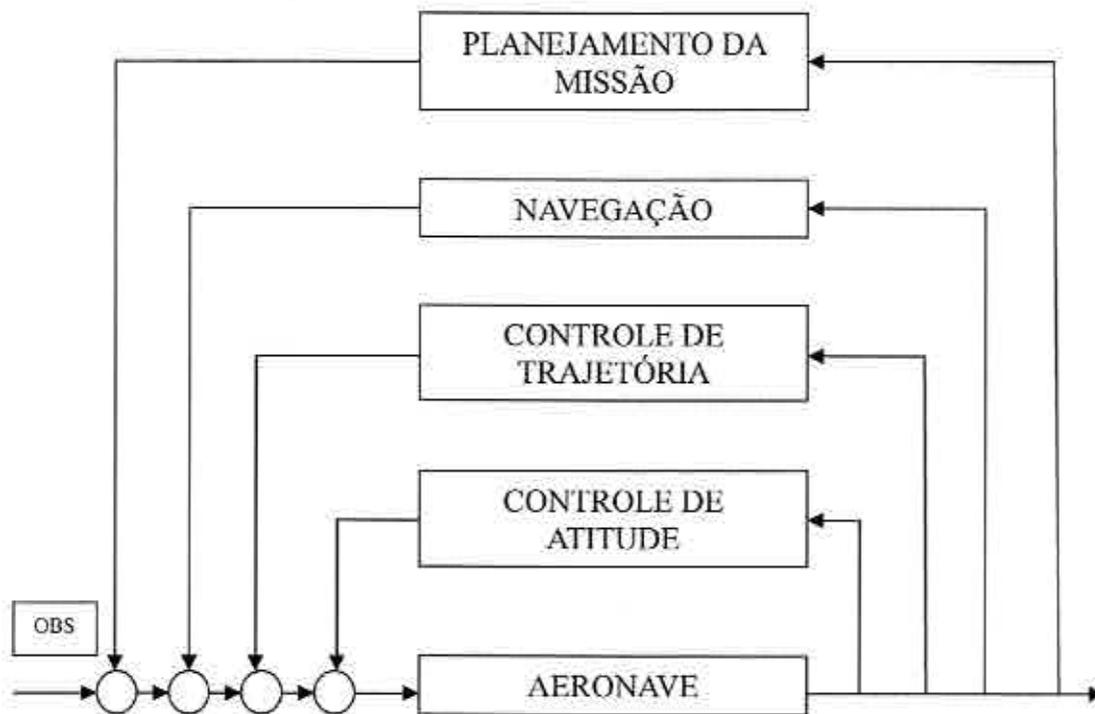
Ademir Pereira aborda que (2001):

O VANT deve ser capaz de receber e enviar dados que incluem a posição atual, especificações da missão, coordenadas de engajamento de áreas e reconfiguração da missão. A inteligência desta aeronave deve ser robusta a fim de permitir continuar a missão até mesmo sob determinadas falhas de sistemas de bordo. A confiabilidade de componentes é o primeiro nível de segurança que possibilita que a missão seja cumprida, além disso, a robustez se configura pela redundância, auto-reparo e realocação de recursos.

Segundo Meyrowitz *et al.*(1996), a missão somente será cumprida sem intervenção do homem, caso seja implantado esse nível de inteligência nos computadores de bordo das aeronaves. Quando ocorrer qualquer falha de funcionamento ou algum dano, sistemas de auto – reparação devem ser capazes de realocar suas funções de prioridade para fontes alternativas

ou subsistemas redundantes (processadores reservas). Para que a missão não tenha seu desempenho afetado, tarefas críticas como, por exemplo, o controle de altitudes deve ser realizado pelos processadores reservas.

Segundo Ademir Pereira (2001), a arquitetura da maioria dos sistemas de veículos autônomos inteligentes se baseia hierarquicamente ou funcionalmente. Esta arquitetura se compõe basicamente de quatro camadas (FIG 5.1)



OBS: Objetivos da missão e limitações.

FIG 5.1 Arquitetura hierárquica de controle

No topo da hierarquia está o planejamento/gerenciamento da missão, que tem a finalidade de produzir objetivos secundários ou tarefas para atingir um determinado objetivo, operando segundo especificações globais da missão.

Em uma segunda instância se encontra o módulo de navegação que segundo Sandi *et al.* (1998), define para onde a aeronave deve ir, utilizando um mapa detalhado para estudar uma trajetória livre de obstáculos. Este módulo determina as informações sobre orientação e altitude que são fundamentais para o módulo de controle da trajetória, tendo em vista que determina o erro em relação às referências desejadas. Normalmente essas referências são especificadas como *waypoint* (pontos com altitude e orientação desejadas para o veículo).

Segundo Vian *et al* (1988), as trajetórias de voo ideais para as operações militares devem considerar alguns parâmetros tais como: limitações da aeronave e minimização da exposição ao inimigo. Sendo assim a missão é que determinará a trajetória como, por exemplo, a quantidade de combustível, limites de potência e ambiente hostil. Desta forma deve-se otimizar previamente as trajetórias a serem percorridas considerando efeitos do tempo, risco e posição final.

Após a navegação, vem o controle da trajetória que tem como finalidade manter a altitude e o rumo desejado. Neste nível são processados os dados de trajetória produzidos pelo sistema de navegação, comparando com os dados da aeronave. Assim, são gerados os sinais de erros correspondentes, transformando-os em comando de altitude e direção desejada.

Segundo Harris e Charnley (1992), existem dois tipos básicos de sistema de guiagem de VANT, sendo o de trajetória contínua (TC), que controla o veículo para uma linha contínua e o método ponto a ponto (PP), que controla a aeronave para seguir um ponto intermediário contínuo.

No início dessa arquitetura está o controle de atitude que tem como responsabilidade manter a estabilidade da aeronave em excelente nível através das ações da superfície de controle.

Segundo Harris e Charnley (1992), é fundamental, para o cumprimento das missões planejadas, que um VANT seja capaz de sensoriar seu ambiente tão bem como seus estados internos, interpretando estas informações sensoriais para refinar seu vetor de estado.

Ademir Pereira aborda que (2001):

VANTs utilizam uma larga faixa de sensores, que inclui vídeo, eletro-óticos, infravermelho, ultra-sônicos, laser, rádio-frequência, inerciais GPS, etc. Quaisquer que sejam os sensores usados, é essencial modelar precisamente o sensor e seus ruídos e conhecer as suas capacidades bem como suas limitações para as tarefas de medição exigidas.

Segundo George Koppe (...), as características necessárias para um VANT no sistema ASTROS II, devem atender ao alcance dos foguetes empregados, como já abordado no segundo capítulo, mais a distância de desdobramento da LC ou da tropa amiga, o que normalmente não é superior a 10% do alcance máximo.

George Koppe aborda ainda que (...):

“ [...] o VANT utilizado em apoio ao material supracitado deve pertencer à classificação militar de Curto Alcance, dotado de motor a combustão, possuidor de câmera CCD diurna/noturna dotada de conjunto de lentes que possibilitem um significativo *zoom* ótico e com equipamentos que permitam a correção do ponto de impacto dos foguetes.”

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou um estudo sobre utilização do veículo aéreo não tripulado (VANT) na busca de alvos no Sistema ASTROS II. A dissertação teve um enfoque do conhecimento do conceito de um VANT, buscando elucidar as características de uma Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes, mostrando as aeronaves utilizadas no mundo e projetos no Brasil, algumas Guerras onde houve a utilização desta tecnologia, findando em características de um veículo capaz de operar em conjunto com o Sistema ASTROS II.

Pode-se perceber que a utilização destes veículos vem desde os séculos anteriores e que estes foram utilizados em larga escala por importantes Exércitos em conflitos que se destacaram dentro da história mundial.

Como citado em capítulos anteriores a Guerra do Golfo e do Vietnã são conflitos que até os dias atuais são lembrados e que tiveram participações de aeronaves não tripuladas, visando à preservação da vida humana.

No Brasil, projetos são desenvolvidos a mais de 20 anos e a nação percebe a importância da aquisição desta tecnologia, pois existe uma preocupação do setor de Defesa na construção e aquisição deste tipo de aeronaves, como foi apresentado no capítulo 3, onde as três forças que compõe as Forças Armadas do país vêm buscando este tipo de veículo.

A utilização em conjunto com o Sistema ASTROS II deve ser um fator a se considerar para as Forças Armadas e toda a política de Defesa Nacional, tendo em vista que, conforme apresentado, uma Bateria de Lançadores Múltiplos de Foguetes busca atingir alvos compensadores do inimigo, tornando-se fator decisivo para um conflito de grandes proporções.

Sendo assim, um VANT para atuar em conjunto com uma Bateria ASTROS II deve possuir características compatíveis com as possibilidades do Sistema, para que sua eficiência e eficácia possam auxiliar de sobremaneira a tropa apoiada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____. Diário Oficial da União número 112 – seção 1. **Portaria Normativa n. 606/MD, de 11 de junho de 2004**. Brasília, 14 de junho de 2004.

_____. Ministério da Defesa. 6º Grupo de Lançadores Múltiplos de Foguetes e Campo de Instrução de Formosa. **Nota de Aula de Unidade Controladora de Fogo**. 5. ed., 2011.

_____. Ministério da Defesa. 6º Grupo de Lançadores Múltiplos de Foguetes e Campo de Instrução de Formosa. **Nota de Aula de Munições**. 5. ed., 2011.

_____. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea. **ME C – 6 Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT)**. Rio de Janeiro, 2007.

_____. AVIBRÁS Aeroespacial. **Sistemas VANT AVIBRÁS**. São José dos Campos, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AEROMODELISMO. **Estatuto da Confederação Brasileira de Aeromodelismo**. São Paulo, 2005.

ALMEIDA, Isnard Edson Sampaio de; NETO, Arlindo Bastos de Miranda. **A análise do emprego do veículo aéreo não tripulado (VANT) nas ações e operações PM**. Salvador, 2009 (Monografia).

HARRIS, C.J.; CHARNLEY, D. **Intelligent autonomous vehicles: recent progress and central research issues** Computing & Control Engineering Journal, vol. 3, no. 4, pp. 164–171, July 1992.

JONES, C. A., **Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) – An Assesment of Historical Operations and Future Possibilities**. Air Command and Staff College, 1997.

LAUX, Paulo. **UAV, Unidades da FAB, VANT**, Guilherme Poggio em 12 de agosto de 2010. Disponível em: <<http://www.aero.jor.br>> acesso em 20 de jun 2011

MENDES, Vannildo; FADEL, Evandro. **Polícia Federal testa VANT Israelenses e despreza congêneres nacionais**. In: Blog Defesa BR. <http://defesabr.com/blog/index.php/16/07/2009/policia-federal-testa-vant-israelense-e-despreza-congeneres-nacionais/>.

MEYROWITZ, A. L.; BLIDBERG D. R.; MICHELSON R. C. **Autonomous Vehicles**. Proc. IEEE, Vol. 84, No. 8, pp 1147-1164, 1996.

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

MUSKARDIN, Tin. **Noticiário Nacional, UAV, VANT**, por Alexandre Galante em 27 de Jun 2011. Disponível em: <<http://www.aero.jor.br>> acesso em 29 de jun 2011.

OLIVEIRA, Flávio 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.

PEREIRA, Ademir Rodrigues. **Controladores robustos com interpolação de ganhos via lógica difusa - Aplicação em Veículos Autônomos Não Tripulados**. Rio de Janeiro, 2001 (Monografia).

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

SANDI, F. A.; HEMERLY, E. M.; LAGES, W. F. **Sistema para navegação e guiagem de robôs móveis autônomos** SBA Controle & Automação, vol. 9, no. 3 /Set.,Out.,Nov.,Dez, 1998.

SANTOS, Renato Macedo Bione dos. **O Emprego do VANT em operações de Garantia da Lei e da Ordem**. Rio de Janeiro: Ministério da Defesa/Exército Brasileiro, 2008. (Monografia).

VIAN, J.L.; FU, S.J.; GROSE, D.L.; SAWAN, M.E. **Intelligent flight management in threat environments** Aerospace and Electronics Conference, 1988. NAECON 1988. Proceedings of the IEEE 1988 National , vol.1, pp. 224 –228, 1988.

 CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES 

**A UTILIZAÇÃO DOS VEÍCULOS AÉREOS
NÃO TRIPULADOS (VANT) NO SISTEMA
ASTROS II**

 CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES 

OBJETIVOS

- Conceituar um VANT;
- Conhecer os VANTs existentes no Mundo e no Brasil;
- Apresentar a utilização em conflitos Militares; e
- Conhecer as características necessárias de um VANT para o emprego no Sistema ASTROS II

 CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES 

SUMÁRIO

Introdução

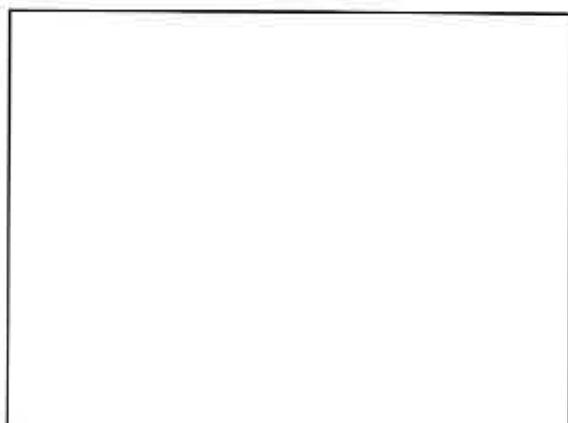
Desenvolvimento

- VANT
- Sistema ASTROS II
- VANTs usados no mundo
- VANTs existentes no Brasil
- Utilização em Operações Militares
- Características para o emprego no Sistema ASTROS II

Conclusão

 CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES 

INTRODUÇÃO



 CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES 

DESENVOLVIMENTO

DETMIL CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

VANT

- DEFINIÇÃO
- SUBSISTEMAS
- CLASSIFICAÇÃO
- CARACTERÍSTICAS

DETMIL CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

SISTEMA ASTROS II

- ORIGEM
- COMPOSIÇÃO DO SISTEMA
- CARACTERÍSTICAS

DETMIL CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

VANTS UTILIZADOS NO MUNDO

- EUA
- ISRAEL
- EUROPA

DETMIL CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

VANT PREDATOR

- Origem;
- Características; e
- Missões.



DETMIL CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

VANT CL - 289

- Origem;
- Características; e
- Missões.



DETMIL CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

VANTS EXISTENTES NO BRASIL

- ACAUÁ
- CARCARÁ II
- HERMES 450
- FALCÃO

DETMI CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

ACAUÃ

- Pioneiro;
- Características; e
- Emprego.



DETMI CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

CARCARÁ II

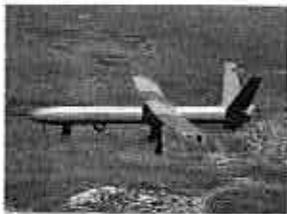
- Características; e
- Emprego.



DETMI CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

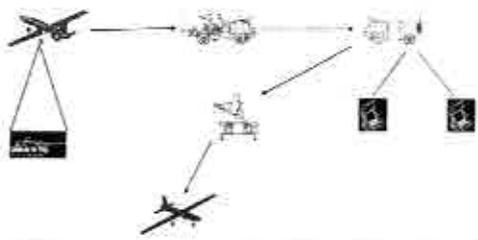
HERMES 450

- Características; e
- Emprego.



DETMI CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

FALCÃO



DETMI CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

EMPREGO EM OPERAÇÕES MILITARES

- Guerra do Vietnã
- Guerra do Golfo

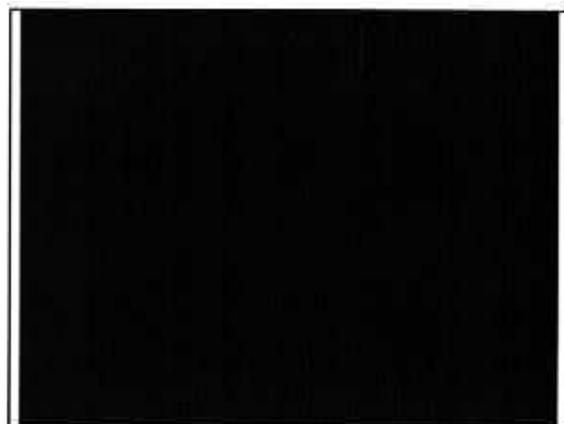
DETMI CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

CARACTERÍSTICAS PARA O EMPREGO NO SISTEMA ASTROS II

- Planejamento;
- Navegação;
- Controle de Trajetória;
- Controle de Atitude e
- Aeronave.

 
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

CONCLUSÃO



 
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE FOGUETES

1 ° Ten Caldeira – email: eduardocaldeira@bol.com.br
2 ° Sgt Max – email: maxcoragem@bol.com.br
3 ° Sgt Cecilio – email: cecilio_500@hotmail.com