

## VANT – VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO



**Fábio** Nunes de Oliveira AI CFOE CTA  
**André** Martins Moura AI CFOE AV  
 Isaías **Leite** Lourenço AI CFOE COM  
 Jerônimo **Gil** Nunes AI CFOE COM  
 Francisco **Wellington** Davi Leite AI CFOE COM  
 Cláudio Henrique **Falcão** dos Santos AI CFOE FOT  
 Euclides de Oliveira **Braga** Júnior AI CFOE FOT  
**Robson** Ribeiro AI CFOE AV

Leandro Rogério **Camboim** da Silveira Cap QOE FOT<sup>1</sup>  
 Ubiraci da Silva **Pereira** Cap QOE CTA<sup>2</sup>  
**Alessandro** Stefson Mamede Alves CAP QOE COM<sup>3</sup>

### RESUMO

A utilização de VANT em operações militares é consequência imediata da necessidade de as Forças Armadas acompanharem a evolução tecnológica da Arma Aérea. Este artigo apresenta o VANT segundo suas características físicas, trata da necessidade de regulamentação das regras de tráfego aéreo para sua operacionalização e discorre quanto à sua aplicação pela Força Aérea Brasileira em reconhecimento aéreo e como plataforma intermediária de comunicação. O assunto em questão será tratado sob visão multidisciplinar por alunos do Curso de Formação de Oficiais Especialistas das especialidades de Aviões, Comunicações, Controle de Tráfego Aéreo e Fotografia.

**Palavras-chave:** VANT. UAV. UCAV. UAS. UCAV. Reconhecimento aéreo. Redes de comunicações. Enlace de dados. Tráfego aéreo.

- <sup>1</sup> Leitor técnico. Chefe da Subseção de Processamento e Interpretação Sensorial e Chefe da Subseção de Sensores de Reconhecimento do 1º/10º GAv e instrutor do Curso de Formação de Oficiais Especialistas em Fotografia.
- <sup>2</sup> Leitor técnico. Comandante do DTCEA-MT, Chefe da Seção de Normas de Tráfego Aéreo da Divisão de Operações do SRPV-SP e instrutor do Curso de Formação de Oficiais Especialistas em Controle de Tráfego Aéreo.
- <sup>3</sup> Leitor técnico. Chefe da Sala Técnica do CINDACTA 4 e instrutor do Curso de Formação de Oficiais Especialistas em Comunicações.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 121- 140	2009
---------	----------------	------	-------------	------

## 1 INTRODUÇÃO

Diversos sistemas robóticos, sob a forma de veículos não tripulados, têm experimentado expressivo desenvolvimento nos países líderes em tecnologia e podem ser encontrados nos mais diversos ramos de atividade.

No Brasil, o Decreto 6703, de 18 de dezembro de 2008, que aprovou a Estratégia Nacional de Defesa, estimulou o avanço nos programas de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) para aplicações civil e militar. O Decreto anuncia o que já se verifica no cenário mundial: “veículos não tripulados poderão vir a ser meios centrais, não meramente acessórios, do combate aéreo.” (BRASIL, 2008).

Desta forma, em abril de 2009, o Comando da Aeronáutica iniciou o processo para aquisição de VANT. Segundo nota do Centro de Comunicação Social da Aeronáutica:

... o cerne desse projeto consiste em adquirir VANT para estabelecimento de doutrina na Força Aérea Brasileira, que o empregará em missões de reconhecimento e como plataforma intermediária de comunicação, além de capacitar a indústria aeronáutica para o desenvolvimento de um VANT totalmente nacional (BRASIL, 2009).

Na Ordem do Dia relativa ao Dia da Aviação de Reconhecimento, comemorado em 24 de junho de 2009, o Comando-Geral de Operações Aéreas (COMGAR), “braço armado” do Comando da Aeronáutica, manifestou a decisão de, em breve tempo, criar novas unidades aéreas para operar os veículos aéreos não tripulados.

Muitas são as aplicações militares em que os VANTs podem ser empregados: vigilância, inteligência, reconhecimento, aquisição de alvos, avaliação de danos de bombardeio, levantamento de dados de solo, mapeamento de emissão de radiofrequências, missões de busca e salvamento, guerra eletrônica e interdição de sinais de comunicação de dados, espionagem, operações de coleta de dados meteorológicos, apoio logístico, observação avançada para artilharia, alvo aéreo manobrável e chamariz, enlace de comunicações e missões de superioridade aérea.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 121- 140	2009
---------	----------------	------	-------------	------

Além disso, em tempos de paz, podem ser utilizados, com vantagens, na realização de atividades atribuídas a Grupos Especiais de Voo, como o GEIV (inspeção em vôo) e o GEEV (ensaios em vôo), tais como levantamento de diagrama de irradiação eletromagnética de antenas de radar ou de comunicações, inspeção de auxílios à navegação e voos de teste de dispositivos eletrônicos embarcados.

No Teatro de Operações, os VANT fazem parte de um conjunto maior, constituído de demais elementos em ar, terra ou mar, voltados para combate e sustentação ao combate, todos conectados em rede por meio do emprego de modernos recursos de telecomunicações e tecnologia de informação, fornecendo suporte ao conceito de Guerra Centrada em Rede (*Network Centric Warfare*). Neste conceito, a interligação de sensores, decisores (Centros de Comando e Controle) e atuadores (Sistemas de Armas) propicia que informações relevantes sejam recolhidas, processadas, analisadas e difundidas, em tempo real, a fim de permitir aumento da consciência situacional e agilidade no processo de decisão para aplicação de efeitos militares precisos e decisivos.

## 2 CONCEITOS

VANT (UAV, do acrônimo inglês *Unmanned Aerial Vehicle*), é um tipo de aeronave que está revolucionando o emprego da aviação em um grande leque de tarefas, sejam elas policiais, de sensoriamento remoto, pesquisas científicas, patrulha de fronteiras e, mais difundidamente, no campo militar, atuando como elemento de enlace de comunicações, vetor de ataque e de guerra eletrônica, dotados de sofisticados sensores eletroópticos, radares e armamentos de diversos tipos, para citar apenas alguns exemplos.

Podem executar voos totalmente autônomos ou serem controlados de uma estação em terra a muitos quilômetros de distância, bem como por outras aeronaves ou veículos de acordo com o modelo e a sofisticação dos *softwares* e *hardwares* embarcados.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 121- 140	2009
---------	----------------	------	-------------	------

O fato de não haver um tripulante a bordo elimina uma série de restrições e riscos às missões de combate e, por outro lado, proporciona aos projetistas novas oportunidades, pois além de não precisarem mais levar em conta os limites do corpo humano ao estipularem as cargas de manobras e a duração dos voos, têm mais liberdade ao definir os arranjos dos instrumentos e sensores no interior da fuselagem.

Na maior parte dos casos não diferem muito, fisicamente, de um avião convencional ou de um helicóptero. Em sua estrutura, podemos identificar as superfícies de sustentação (as asas, ou rotores no caso dos modelos de decolagem vertical), apresentando-se com ou sem as empenagens (cauda), formadas pelos estabilizadores e lemes de direção e profundidade. Possuem também trens de aterragem e motores, que são dos mesmos tipos encontrados nas aeronaves, quais sejam, a pistão, turbojato, turboélices ou elétricos.

Os materiais para sua construção são os mesmos utilizados na indústria aeronáutica em geral, por exemplo: ligas de alumínio, kevlar e fibras de carbono, entre outros.

Tão vastas são as possibilidades de aplicações dos VANT, que os encontramos com as mais variadas especificações técnicas. Por exemplo, o imponente Global Hawk RQ4-A, da Northrop Grumman, possui 35,4 m de envergadura, autonomia de 36 h, voa a mais de 20 km de altitude e alcança velocidade de 650 km/h. Ao mesmo tempo, estão disponíveis aeronaves de dimensões inferiores a 15 cm, classificadas como microVANTs, conforme ilustrado na figura 1, adequadas para patrulhamento de zonas de conflito urbano.

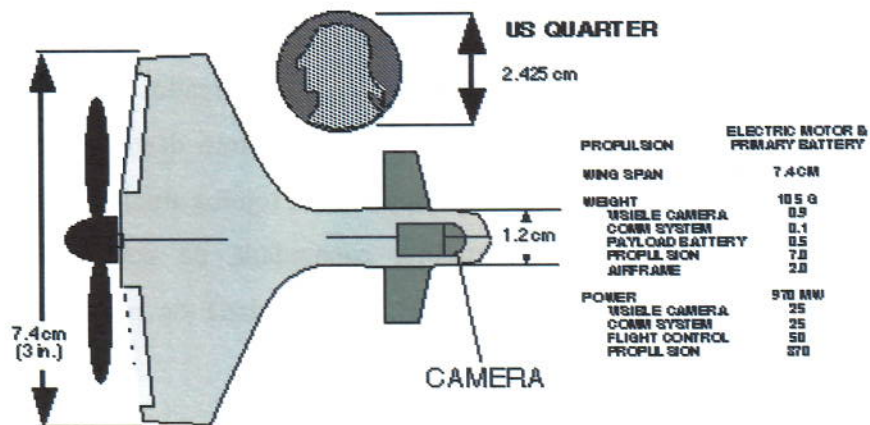


Figura 1: Micro VANT da MIT Lincoln Lab.

Fonte: FRANCIS; MCMICHAEL. *Micro air vehicles: toward a new dimension in flight*. 1997.

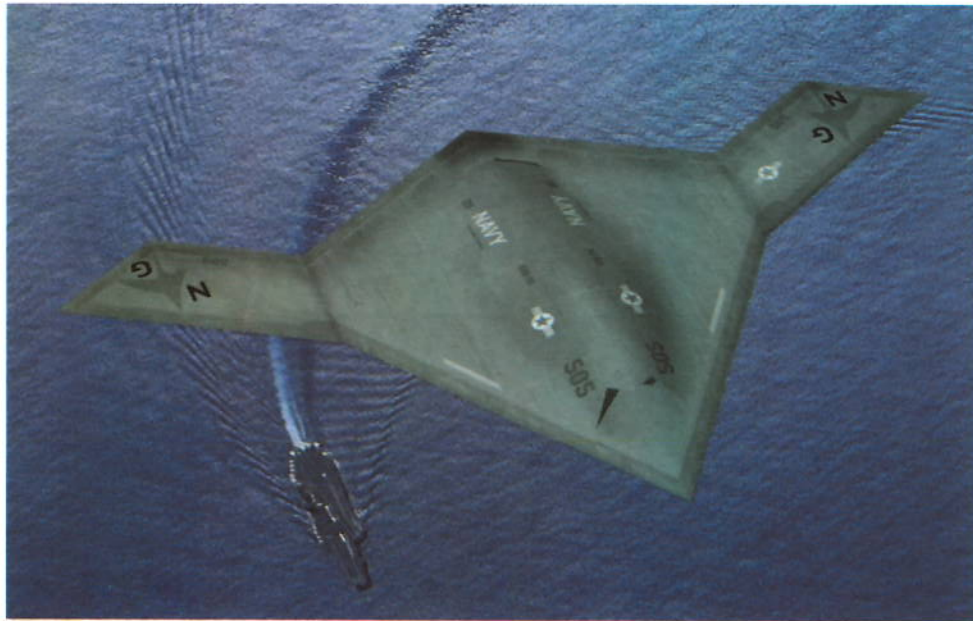
Um VANT de combate, (UCAV, do acrônimo inglês *Unmanned Combat Aerial Vehicle*), exige sofisticado sistema de comando e controle, com o qual troca dados a fim de que estes sejam processados para a tomada de decisão, conforme ilustra a figura 2.



Figura 2: Estação portátil de Comando e Controle.

Fonte: SILVEIRA, Leandro Rogério Camboim. *Veículo aéreo não tripulado*. Belo Horizonte: CIAAR, 2009. (Apresentação .ppt para o CFOE FOT).

Os VANT utilizados recentemente em missões de combate apresentam poder de manobra e velocidade limitados, o que os tornam alvos fáceis. Mas a próxima geração de UCAV cumprirá as exigências de desempenho e recursos embarcados disponíveis para a execução de missões destinadas à aviação de caça, que farão destes o último estado da arte na tecnologia aplicada a veículos não tripulados. Projetos atuais conferem aos UCAV altas velocidades e poder de manobra, capacidade de ocultação ou furtividade e de decolagem e pouso em porta-aviões, possibilidade de portar gama variada de armamentos e dotação de sistemas de autodefesa.



**Figura 3:**UCAV X-47-B, da Northrop Grumman, criado para a US Navy.

**Fonte:** UCAV X-47. Disponível em: <[http://www.defesabr.com/FAB/fab\\_ucav.htm](http://www.defesabr.com/FAB/fab_ucav.htm),>  
Acesso em: 25 jul 2009.

## 2.1 Cenário nacional

Na Estratégia Nacional de Defesa está explícita a importância dada ao tema

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 121- 140	2009
---------	----------------	------	-------------	------

“VANT” conforme o trecho transcrito:

[...] Três diretrizes estratégicas marcarão a evolução da Força Aérea. [...] A segunda diretriz é o avanço nos programas de veículos aéreos não tripulados, primeiro de vigilância e depois de combate. Os veículos não tripulados poderão vir a ser meios centrais, não meramente acessórios, do combate aéreo, além de facultar patamar mais exigente de precisão no monitoramento/controlado do território nacional. A Força Aérea absorverá as implicações desse meio de vigilância e de combate para sua orientação tática e estratégica. Formulará doutrina sobre a interação entre os veículos tripulados e não tripulados que aproveite o novo meio para radicalizar o poder de surpreender, sem expor as vidas dos pilotos [...] (BRASIL, 2008, p. 31 e 32).

Por ser o país possuidor de um expressivo parque industrial aeroespacial, é natural que centros de pesquisa das Forças Armadas e de universidades, em parceria com a indústria, já estejam com projetos em andamento, como parte dos esforços empreendidos no sentido de cumprir o que está preconizado na Estratégia Nacional de Defesa.

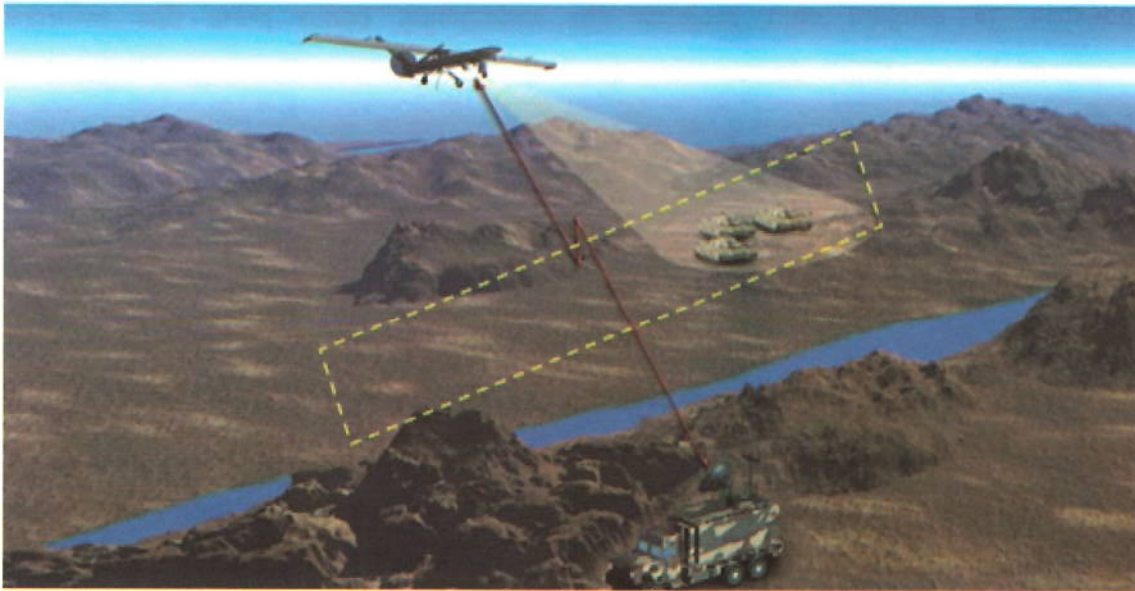
### 3 RECONHECIMENTO AÉREO

A missão de Reconhecimento Aéreo é uma tarefa tipicamente militar, que tem o propósito de obter informações sobre as atividades inimigas e o ambiente operacional, a partir de plataformas aeroespaciais (BRASIL, 2005). Tais atividades foram executadas em recentes conflitos no Kosovo (1999), Afeganistão (2001) e no Iraque (2003), por meio de Veículos Aéreos Não Tripulados, demonstrando que se pode obter uma vasta aquisição de dados, assim como uma rápida difusão dessas informações. Dessa forma, os VANT representam um vetor de extrema importância no contexto da guerra moderna, no cumprimento de missões de reconhecimento aéreo, viabilizando a aquisição de alvos, avaliação de danos de bombardeio de áreas hostis e a produção de conhecimentos, que alimentam o processo decisório em todos os níveis da guerra.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 121- 140	2009
---------	----------------	------	-------------	------

A utilização de VANT para este tipo de aplicação promove uma mudança de paradigma, pois eles possibilitam aumento de eficiência na execução de atividades e de tarefas de altíssimo risco em áreas de difícil acesso e condições ambientais desfavoráveis, sem colocar tripulações em perigo e preservando aeronaves tripuladas de combate.

Os VANT são um importante vetor de coleta de imagens para a atualização de cenários táticos, vindo a contribuir para o suprimento das necessidades de inteligência, que são cada vez maiores. Essas necessidades representam, atualmente, uma relação de uma saída de vetor de inteligência para cada três saídas de missões de ataque. Essa mesma relação, há dez anos, era de uma saída de inteligência para cada quinze missões de ataque.



**Figura 4:** Missão de reconhecimento.

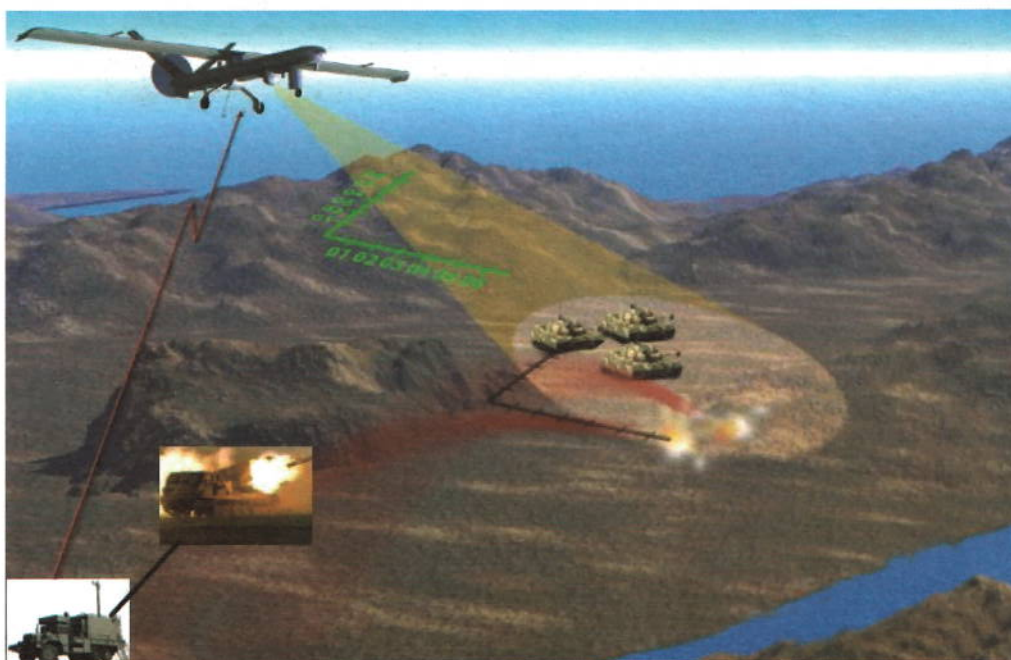
**Fonte:** SILVEIRA, Leandro Rogério Camboim. **Veículo aéreo não tripulado.** Belo Horizonte: CIAAR, 2009. (Apresentação .ppt para o CFOE FOT).

Na produção de conhecimentos, pode-se observar na figura 4, um exemplo de

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 121- 140	2009
---------	----------------	------	-------------	------

aplicação de um VANT em contato com uma *Ground Control Station (GCS)*<sup>1</sup>, via *Data Link*, no qual o veículo aéreo não tripulado executa uma varredura de uma área inimiga delimitada pelas coordenadas do polígono. No final, como produto, ele fornecerá as imagens georreferenciadas de toda a área, possibilitando a monitoração da Ordem de Batalha do Inimigo.

Outro tipo de missão realizada pelo VANT pode ser visualizada nas figuras 5 e 6 a seguir, em que o Veículo Aéreo Não Tripulado efetua a aquisição de alvos por meio de vídeo digital, transmitindo, em tempo real, imagens do terreno inimigo para o comandante da bateria de artilharia. A posição é transmitida com precisão, de forma que, após a localização e identificação dos alvos, a artilharia ajusta a posição e ataca com lançadores de foguetes ou canhões, utilizando as coordenadas precisas proporcionadas pelo VANT.



**Figura 5:** Aquisição de alvos e ajuste de artilharia.

**Fonte:** SILVEIRA, Leandro Rogério Camboim. **Veículo aéreo não tripulado.** Belo Horizonte: CIAAR, 2009. (Apresentação .ppt para o CFOE FOT).

<sup>1</sup> GCS é uma Estação de Controle de Solo onde é realizado o controle do VANT.



**Figura 6:** Aquisição de alvos e ajuste de artilharia.

**Fonte:** SILVEIRA, Leandro Rogério Camboim. **Veículo aéreo não tripulado.** Belo Horizonte: CIAAR, 2009. (Apresentação .ppt para o CFOE FOT).

A atividade de inteligência é necessária em todo o espectro da campanha aérea (USAF, 1999). Dessa forma, é indispensável analisar os efeitos obtidos após os ataques aos alvos, denominada análise de danos de bombardeio, que tem por objetivo a verificação da destruição ou redução da capacidade operacional do alvo, com base na avaliação pós-ataque. Esta é uma missão que, atualmente, também está utilizando imagens obtidas pelos sensores dos Veículos Aéreos Não tripulados.

De posse das informações obtidas pelo VANT, uma equipe de analistas elabora uma rigorosa estimativa dos danos resultantes da aplicação de força militar contra um determinado alvo, a fim de permitir que o comandante possa reavaliar a campanha e, se for o caso, modificar o curso das ações.

## 4 COMUNICAÇÕES

### 4.1 Comunicações em rede

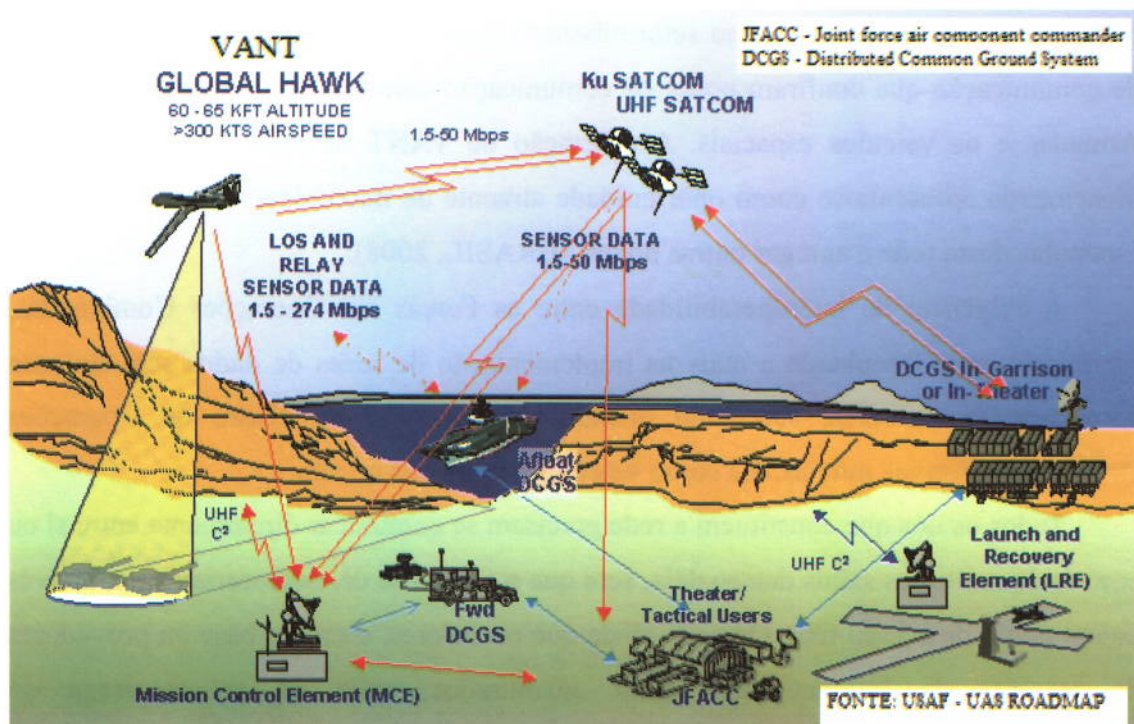
A Estratégia de Defesa Nacional define os setores espacial e cibernético como estratégicos para a defesa nacional. No setor espacial, uma prioridade é o desenvolvimento de tecnologias no uso de satélites nos enlaces de comunicações, comando e controle estabelecidos entre as forças terrestres, aéreas e marítimas, inclusive submarinas, para que elas se capacitem a operar em rede e a se orientar por informações recebidas destes satélites. Tal capacidade de atuação em rede será possibilitada pela priorização, no setor cibernético, do desenvolvimento de tecnologias de comunicação que confirmam poder de comunicação entre os contingentes das Forças Armadas e os veículos espaciais. A utilização de VANT na rede de comunicações mencionada apresenta-se como oportunidade atraente de maximizar as potencialidades esperadas desta rede e agregar outras novas. (BRASIL, 2008).

A exigência de interoperabilidade entre as Forças em Operações Combinadas, representa uma dificuldade a mais na implementação de redes de dados sem fio para comunicações militares, sobretudo quando seu emprego no Teatro de Operações envolve plataformas móveis tais como veículos, tripulados ou não.

Todos os nós que constituem a rede precisam se comunicar diretamente entre si ou através de múltiplos saltos dentro dela, sem que o acesso se dê, necessariamente, através de um ponto de acesso fixo. Ou seja, ainda que roteadores, estações base ou provedores de serviços de Internet não sejam encontrados, cada nó se encarrega do encaminhamento dos pacotes.

Os VANT são elementos que podem possibilitar esta interconectividade entre os nós da rede, se devidamente equipados para permitir a comunicação. Alguns destes nós

acessados pelo VANT podem funcionar, ainda, como *gateways*<sup>2</sup> de acesso à outra rede externa (Internet, Intranet, SISCOMIS<sup>3</sup>, etc.). Neste contexto, o VANT é parte importante de uma rede que pode utilizar e integrar outras sub-redes de dados de uma infraestrutura de comunicação, suportando, inclusive, comunicações contínuas com sistemas móveis. Pode interagir, por exemplo, com a rede ATN (*Aeronautical Telecommunication Network*), utilizada para o gerenciamento de tráfego aéreo, em implantação em diversos países do mundo signatários da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), inclusive o Brasil. A figura 7 permite identificar o VANT como elemento de uma rede deste tipo.



**Figura 7:** VANT como elemento de uma rede de comunicações.

**Fonte:** VANT. Disponível em: <[http://fas.org/irp/program/collect/uav\\_roadmap2005.pdf](http://fas.org/irp/program/collect/uav_roadmap2005.pdf)>  
Acesso em: 23 ago 2009.

<sup>2</sup> Basicamente um sistema computacional que interliga redes apresentando diversas funcionalidades.  
<sup>3</sup> Sistema de Comunicações Militares por Satélite (Brasil).

Existem várias áreas do desenvolvimento tecnológico de redes que devem ser identificadas como críticas para o caminho de evolução dos VANT e de suas capacidades em fornecer serviços de rede, seja como plataforma intermediária de redes de comunicação ou como elemento de roteamento de dados.

A fim de prestar estes serviços, as características de comunicação em rede necessitam evoluir para fornecer capacidade, estabilidade, confiabilidade e opções diversas de conectividade e interoperabilidade. As seguintes tecnologias são essenciais para esse desenvolvimento:

- a) enlace de dados direcionais de alta capacidade e velocidade;
- b) roteadores de banda larga de alta capacidade de armazenamento e processamento, projetados para funcionarem embarcados nos VANT;
- c) arquitetura de roteadores programáveis e modulares;
- d) protocolos e interfaces padronizados e bem conhecidos;
- e) requisitos para gerir topologias de rede móvel *ad-hoc*<sup>4</sup> de malha instável ;
- f) gerenciamento hierárquico;
- g) múltiplas interfaces e tipos de enlace de comunicação por plataforma;
- h) funcionalidade de *gateway* entre plataformas (redes legadas<sup>5</sup>, díspares);
- i) segurança embutida de informação e de rede;
- j) proxies de desempenho avançado;
- l) recursos de criptografia; e
- m) as relações de interdependência entre os seguintes serviços: topologia de gerenciamento; roteamento e *switching*<sup>6</sup>, e qualidade de serviço (QoS)<sup>7</sup> em nível de pacote.

<sup>4</sup> É uma rede que utiliza tecnologias sem fio para conexão entre seus nós, os quais, comunicando-se diretamente 2 a 2, fazem ao mesmo tempo os papéis de roteador e nó terminal.

<sup>5</sup> São sistemas de rede pré-existentes ainda em utilização, mas com características ultrapassadas.

<sup>6</sup> Refere-se às operações realizadas pelos switches, equipamentos de rede que servem para controlar o tráfego de dados entre segmentos de redes.

<sup>7</sup> Qualidade de serviço - refere-se as características e/ou serviços disponíveis para o estabelecimento de uma comunicação buscando garantir seu sucesso.

Enquanto as plataformas estáveis maiores de VANT são ideais para fornecer serviços de *backbone*<sup>8</sup> para os Teatros de Operações, os VANT de menor porte podem fornecer capacidades e serviços de rede equivalentes, mas em escala menor. Além disso, as mesmas funcionalidades que permitem às plataformas de VANT fornecer serviços centralizados de rede às tropas em combate, também permitem que outros VANT tenham suas capacidades de rede ampliadas.

Em algumas ocasiões, sistemas VANT podem ser projetados e construídos para tirar proveito de táticas, técnicas e procedimentos já existentes. Em outros casos, estes elementos de doutrina podem ser modificados para acomodar as capacidades únicas trazidas por eles. Por exemplo, um sistema legado pode ter suas capacidades estendidas através de um sistema VANT que o insira numa rede com outros meios de combate mais modernos, aumentando a vida útil.

#### 4.2 Enlace de dados

Uma plataforma de comunicação é um sistema que incorpora elementos que permitam o uso do espectro eletromagnético para transporte de voz, imagens e dados.

Com o uso do VANT como plataforma de comunicação de uma rede, vários são os tipos de tecnologias adotadas nas sub-redes embarcada, ar-terra e terra-terra. Elas podem ser classificadas de acordo com a faixa de frequência utilizada (VHF, HF, radiofrequência (RF), micro-ondas ou laser), com o meio de transmissão (cabo, fibra ótica, *wireless*), tipos de redes (fixa, móvel infraestruturada, móvel *ad-hoc*), tipos de modulação (digital ou analógica).

A definição da faixa do espectro eletromagnético a ser utilizada no estabelecimento do enlace de dados sem fio é determinada em função do tipo de aplicação, das variáveis ambientais (geografia do terreno, condições atmosféricas), do

---

<sup>8</sup> Espinha dorsal - em tecnologia de redes, representa a estrutura principal de interconexão entre diversas redes formando uma rede de maior extensão.

poder de processamento a bordo das informações coletadas, dos tipos de dados transportados (voz, imagem, vídeo, etc.), da taxa de transferência de dados desejável e das características físicas dos equipamentos embarcados, entre outros fatores.

Os enlaces sem fio em radiofrequência compreendem uma tecnologia mais madura, sobre a qual diversos produtos e técnicas foram desenvolvidos. Taxas até 10 Gbps são consideradas possíveis com as atuais bandas, por meio do uso de técnicas de modulação e compressão mais eficientes. No entanto, o uso de RF na faixa de gigahertz torna-se cada vez mais restrito pelo congestionamento de frequência, que impõe largura de banda limitada. Isto é especialmente verdadeiro para a faixa de 1 a 8 GHz, que abrange as bandas L, S, C. Além disso, exigências para minimizar tamanho, peso e potência dos sistemas embarcados encontram forte limitação em aplicações em RF.

O uso de enlace óptico sem fio oferece taxas de transferência de dados comparável à das fibras óticas, ou seja, de duas a cinco ordens de grandeza superiores àquelas dos melhores sistemas de RF. Além disso, incorpora outros benefícios quando comparado ao enlace RF, no que se refere à largura de banda, equipamentos portáteis e segurança (imune a interceptações), tornando-o extremamente atraente para emprego em sistemas de comunicações militares. Recentemente, as aplicações de enlaces ópticos sem fio têm recebido maior atenção, que impulsiona seu desenvolvimento e as faz despontar como a tecnologia de enlace do futuro. Têm como desvantagem a vulnerabilidade a efeitos atmosféricos, como atenuação e cintilação, que afetam o sinal, e, portanto, degradam o desempenho dos sistemas.

A tendência é que sejam adotados sistemas híbridos, adotando laser e RF, em que um enlace com uma tecnologia mantém a transmissão de dados sem interrupção quando o outro enlace não estiver disponível ou não for o mais adequado, por exemplo, em virtude de condições meteorológicas desfavoráveis.

### 4.3 Gerenciamento de frequências de enlaces

Conforme os desdobramentos num Teatro de Operações, um VANT pode tornar-se o ponto central de conexão de uma rede de meios de combate, algumas vezes podendo ter que manter simultaneamente enlaces com características diferentes, tendo que realocar frequências de forma dinâmica. Nessa circunstância, um adversário pode identificar pontos vulneráveis nos enlaces de comando e controle do sistema VANT e pode tentar realizar a interdição das comunicações, a interceptação de informações ou, até mesmo, o ataque físico para interrupção da rede e isolamento dos meios.

Além disso, diferentes esquadrões de Unidades de Sistemas Aéreos Não Tripulados, que usam o mesmo tipo de aeronave e compartilham ambientes, precisam ter suas frequências bem gerenciadas. Caso contrário, uma estação terrestre de um esquadrão poderia comandar, erroneamente, um outro esquadrão, que receberia e executaria o comando eletrônico. Ou ainda, informações embaralhadas de vídeo de um VANT de um esquadrão poderão ser enviadas para um terminal de vídeo remoto em uma estação terrestre de um segundo esquadrão.

O gerenciamento do espectro de frequência dos enlaces estabelecidos com o VANT é uma característica crítica. É necessária a coordenação e sincronização constante de todas as transmissões dos Sistemas Aéreos Não Tripulados, devido ao limitado número de frequências e faixas de transmissão, bem como à comutação, automática ou não, entre as faixas do espectro à disposição do VANT.

Convém, ainda, que estas aeronaves incorporem a capacidade de adotar medidas de guerra eletrônica, empreendendo ações previstas em Brasil (2005), a saber: utilizar a energia eletromagnética para destruir, neutralizar ou reduzir a capacidade de combate inimigo, buscar extrair informações e obter vantagem, quando o oponente utiliza o espectro eletromagnético e visar assegurar o emprego eficiente das emissões eletromagnéticas pelas forças amigas. Exemplo disso é a adoção de medidas de proteção como técnicas de salto de frequência de operação (*frequency hopping*), espalhamento de

frequência de operação (*spread spectrum*) e encriptação da informação.

## 5 A NECESSIDADE DA REGULAMENTAÇÃO DO VOO DE VANT NO ESPAÇO AÉREO MUNDIAL

Nos últimos anos, inúmeros esforços têm sido feitos, em âmbito mundial, no que diz respeito à regulamentação de voos de Veículos Aéreos Não Tripulados, visando a uma maior utilização deste equipamento na comunidade civil.

Quando pensamos em veículos aéreos não tripulados, é fácil imaginá-los num ambiente hostil em plena aplicação de exercícios de guerra nos quais não se necessita de regulamentação para que seja cumprida com êxito a missão para a qual se destina. Porém, tente imaginar um VANT sendo utilizado na Circulação Aérea Geral, ou seja, convivendo no mesmo espaço ocupado pela aviação civil.

Embora não haja restrição oficial que impeça a convivência destas aeronaves no mesmo espaço, não há regra que a autorize. Em termos normativos, o art. 8º da Convenção de Aviação Civil Internacional dispõe que nenhuma aeronave, capaz de navegar sem piloto, poderá sobrevoar sem piloto o território de um Estado contratante sem autorização especial do citado Estado e de conformidade com os termos da mesma autorização. (BRASIL, 1946)

Mediante a falta de regulamentação, os voos de VANT estão limitados ao uso em Teatros de Operações militares, pois as autoridades entendem que o voo de um VANT representa um risco em potencial às demais aeronaves.

Visando à segurança, a operação de VANT está limitada a áreas específicas, onde as autoridades procuram manter restrições nos planos vertical e horizontal nos quais o voo deve ser realizado. Porém, a evolução tecnológica indica que o VANT atenderá, em breve, aos mesmos requisitos aplicados a uma aeronave tripulada. Estes requisitos básicos de segurança devem ser considerados de forma a minimizar a probabilidade de

que uma falha simples do sistema aéreo venha a ser catastrófica, ou seja, da ordem de  $10^{-5}$  falhas por ano, o que equivale a  $10^{-9}$  falhas por hora de voo.

Novas tecnologias e sistemas computacionais cada vez mais avançados apontam para um futuro em que a interferência humana nos procedimentos de pouso, navegação e decolagem das aeronaves seja cada vez mais dispensável.

Diante disto, é estritamente necessário envidarem-se esforços para criar uma regulamentação específica que trate sobre o VANT, a qual possibilite que esse equipamento ocupe o lugar de destaque a ele reservado no futuro da aviação.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Estratégia de Defesa Nacional aponta o avanço nos programas de veículos aéreos não tripulados, primeiro de vigilância e depois de combate, como uma das três diretrizes estratégicas que marcarão a evolução da Força Aérea. Acrescenta, ainda, que cada uma dessas diretrizes representa muito mais do que uma tarefa, uma oportunidade de transformação.

A implantação de novos sistemas e vetores certamente conduzirá a grandes desafios para aqueles que dela participarem, mas também trará um enorme diferencial no emprego do Poder Aéreo no contexto tático e estratégico.

A aplicação dos VANT pela Força Aérea Brasileira contribui para dotá-la da capacidade efetiva de vigilância, de controle e de defesa do espaço aéreo, sobre os pontos e áreas sensíveis do território nacional, com recursos de detecção, interceptação e destruição, possibilitando, deste modo, o cumprimento de sua missão: "MANTER A SOBERANIA NO ESPAÇO AÉREO NACIONAL COM VISTAS À DEFESA DA PÁTRIA". (BRASIL, 2007, p.17)

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Comunicação Social. **Processo para aquisição de VANT**. Brasília: CECOMSAER, 2009.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **DCA 1-1: doutrina básica da FAB**. Brasília: EMAER, 2005.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **ICA 11-1: missão da Aeronáutica**. Brasília: COMAER, 2007. 20p.

BRASIL. **Decreto n. 21713**, de 27 de agosto de 1946. Promulgação da Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de dezembro de 1944 e firmado pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945. Brasília: Casa Civil, 1946. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1930-1949/D21713.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D21713.htm)>. Acesso em: 7 ago. 2009.

BRASIL. **Decreto n. 6703**, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa. Brasília: Casa Civil, 2008. Disponível em: <[http://www.defesa.gov.br/eventos\\_temporarios/2009/estrategia/arquivos/estrategia\\_defesa\\_nacional\\_portugues.pdf](http://www.defesa.gov.br/eventos_temporarios/2009/estrategia/arquivos/estrategia_defesa_nacional_portugues.pdf)>. Acesso: 7 ago. 2009.

CORRÊA, Mário A.; CAMARGO JÚNIOR, João Batista. Estudos de veículos aéreos não tripulados baseado em sistemas multi-agentes e sua interação no espaço aéreo controlado. In: SIMPÓSIO DE TRANSPORTE AÉREO, 7., 2008, Rio de Janeiro. [Anais eletrônicos...] Rio de Janeiro: UFRJ, 2008. Disponível em: <<http://www.tgl.ufrj.br/viisitraer/pdf/519.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2009.

EUA. Departamento de defesa Norte-Americano. **Unmanned Aircraft System Roadmap, 2005-2030**. Disponível em: <[http://fas.org/irp/program/collect/uav\\_roadmap2005.pdf](http://fas.org/irp/program/collect/uav_roadmap2005.pdf)>. Acesso em: 29 ago. 2009.

EUA. Exército Norte-Americano. **Field manual interim 3-04.155 army unmanned aircraft system operations**. Disponível em: <<http://www.fas.org/irp/doddir/army/fmi3-04-155.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2009.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 121- 140	2009
---------	----------------	------	-------------	------

KATSANOS, Anastácio. UAV, UCAV, UAS...VANT. **Revista Força Aérea**, ano 13, n. 53, p. 24, ago./set. 2008.

KUMAR, Rajesh. **Tactical reconnaissance: UAVs versus manned aircraft**. [s.l.]: Air Command and Staff College, 1997. Disponível em: <<http://www.fas.org/irp/program/collect/docs/97-0349.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2009.

LORCH, Carlos. Sem piloto e em combate: explorando o envelope dos VANT. **Revista Força Aérea**, ano 14, n. 56, p. 84-94, fev./mar. 2009.

PARDESI, Manjeet Singh. **Veículos aéreos não tripulados, prováveis missões e desafios futuros relevantes para o estabelecimento de políticas**. 2005. Disponível em: <<http://www.au.af.mil/au/cadre/aspj/apjinternational/apj-/2005/4tri05/pardesi.htm>>. Acesso em: 03 set. 2009.

PLAVETZ, Ivan. VANTs: o futuro já começou. **Revista Tecnologia & Defesa**, ano 26, n. 117, p. 104-125.

SILVEIRA, Leandro Rogério Camboim. **Veículo aéreo não tripulado**. Belo Horizonte: CIAAR, 2009. (Apresentação .ppt para o CFOE FOT).

USAF. Intelligence preparation of the battlespace. **Air & Space Power Journal**, 1999. Disponível em: <<http://www.airpower.maxwell.af.mil/airchronicles/cc/satterly.html>>. Acesso em: 25 set. 2009.