

UMA PROPOSTA PARA UMA REDE DE ENSINO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM VEÍCULOS ROBÓTICOS AÉREOS

JOSUÉ J. G. RAMOS, SAMUEL S. BUENO

*Divisão de Robótica e Visão Computacional, Centro de Pesquisas Renato Archer
Rod SP 65 Km 143, 13069-901, Campinas SP, Brasil*

E-mails: josue.ramos@cenpra.gov.br, Samuel.bueno@cenpra.gov.br

Abstract— Since 1992, the Renato Archer Research Center – CenPRA has been acting in the aerial robotics research and development domain. R&D for aerial robots is characterized by multi-disciplinary activities that requires the integration of different engineering competencies, such as Mechanical, Aeronautical, Electrical, Control, Computer Science, Robotics, etc. These different competencies are not easily found in every research institution in Brazil, rendering effective aerial robotics R&D a difficult matter. A natural solution for this scenario is to build-up a cooperative network for aerial robotics R&D where researchers share competencies, resources, results and experiences. The purpose of this article is to show the aerial robotics R&D situation in Brazil, to stress the motivation for a aerial robotics R&D network in Brazil and, finally, to propose a methodology for the creation and operation of such a network.

Keywords— Aerial robotics, UAV, R&D network, open platforms

Resumo— Desde 1992 o Centro de Pesquisas Renato Archer – CenPRA tem atuado na pesquisa e desenvolvimento em robótica aérea. P&D em robótica aérea caracteriza-se por atividades multi-disciplinares que requerem a integração de diferentes competências em engenharia, tais como mecânica, aeronáutica, elétrica, controle, computação, robótica, etc. Estas diferentes competências não são encontradas facilmente em toda e qualquer instituição de pesquisa no Brasil, tornando a pesquisa efetiva em robótica aérea de difícil estruturação. Uma solução natural para este cenário é construir uma rede cooperativa de P&D em robótica aérea, onde pesquisadores compartilham competências, recursos e experiências. O objetivo desse artigo é mostrar um panorama da robótica aérea no Brasil, apresentar a motivação para uma rede de P&D em robótica aérea no Brasil e propor uma metodologia para a criação e operação desta rede.

Palavras-chave— Robótica aérea, UAV, VANT, VRA, rede de P&D, plataformas abertas

1 Introdução

A terminologia de Veículos Robóticos Aéreos (VRA's) aqui introduzida reflete a noção de se agregar capacidade de operação autônoma às aeronaves não tripuladas - em Inglês, *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV's) ou Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANT's). As aeronaves comumente consideradas são aviões, helicópteros e dirigíveis, embora existam também referências a veículos miniaturizados e propostas de “aeronaves não convencionais”. A Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) em VRA's, tanto na academia quanto no setor industrial, visam portanto o estabelecimento de aeronaves robóticas substancialmente autônomas.

A autonomia robótica envolve desde soluções de pilotagem automática usando sensores usuais como inerciais e GPS, até níveis mais complexos de navegação, como por exemplo: o uso de outras fontes sensoriais, como visão, radares, lasers, etc.; a incorporação de capacidades de percepção da aeronave e de seu ambiente; capacidade de análise e tomada de decisão para adaptação da missão em curso de execução; a ação cooperativa e coordenada entre veículos aéreos e entre esses veículos e os terrestres, etc. Além disso, a implementação dessas funções envolve a integração de equipamentos, sensores, software e hardware embarcados e de tempo real, sistemas de comunicação, aspectos de redundância e tolerância a falhas, dentre outros.

Em termos de aplicações, o potencial de utilização de de VRA's é extremamente vasto, abrangendo: a investigação e monitoração ambiental, climatológica e de biodiversidade; mapeamento; prospecção topográfica, mineral e arqueológica; levantamento de ocupação urbana e em áreas rurais; inspeção de grandes estruturas como linhas de transmissão ou oleodutos e gasodutos; observação de obras e represas; monitoração em estradas e rios; geração e retransmissão de sinais de comunicação; operação em zonas de perigo ou de desastres; vigilância; reconhecimento e apoio tático em atividades militares e de segurança pública; busca e salvamento.

Embora os VRA's ocupem atualmente uma pequena parcela no mercado aeroespacial, nas próximas décadas são previstos crescimentos acentuados da sua importância e participação no mercado mundial.

No cenário mundial em VRA's, destacam-se principalmente Estados Unidos, Israel, Austrália, Canadá e países Europeus. Nos EUA por exemplo, *roadmaps* para o segmento de VRA's são apresentados nos documentos do Departamento de Defesa (DoD, 2005) e da NASA (NASA, 2005). Nações, como a Coreia, por exemplo, vêm estabelecendo programas estruturados em VRA's visando a inserção no grupo de países detentores desta tecnologia. Em alguns países vêm sendo elaboradas regulamentações para o voo de aeronaves não-tripuladas; já se discute até mesmo a normalização para sua utilização

futura em harmonia com as aeronaves tripuladas (UAV MarketSpace, 2007).

No Brasil, os primeiros esforços na área de aeronaves radio-operadas datam da década de 1980, conduzidos no Centro Técnico Aeroespacial (CTA). Projetos recentes visando o desenvolvimento de aeronaves robóticas autônomas contabilizam mais de uma dezena no país.

É importante e estratégico que o Brasil estabeleça sua estratégia de desenvolvimento e domínio tecnológico em veículos robóticos aéreos, considerando tanto a vasta gama de aplicações relevantes para a realidade do país, quanto sua inserção no mercado.

No que tange a estruturação de uma política nacional para o setor, o Ministério da Defesa estabeleceu suas diretrizes através da Portaria Nº 606/MD de 11/06/04, publicada no DOU Nº 112 em 14/06/2004.

Dentre os grupos do país atuantes em VRA's, o CenPRA vem desenvolvendo atividades de P&D na área desde 1992. Inicialmente, participando, de 1992 a 1995, do esforço da empresa Gyron Tecnologia no desenvolvimento de um helicóptero não-tripulado - o projeto Helix. E a partir de 1996, conduzindo o projeto AURORA (Autonomous Unmanned Remote Monitoring Robotic Airship), no qual a plataforma aérea é um dirigível não-tripulado.

Baseado na experiência auferida pelo CenPRA e nas interações de seus pesquisadores com grande parte dos outros grupos do país atuantes em VRA's, se insere o presente trabalho, que visa propor a formação de uma rede nacional de ensino, pesquisa e desenvolvimento em VRA's. Assim, após essa seção introdutória que forneceu um panorama da área, o restante desse artigo está organizado da seguinte forma. Na seção 2 são apresentadas resumidamente as tecnologias envolvidas em VRA's. A fim de ilustrar a integração dessas tecnologias, a Seção 3 sintetiza as ações do CenPRA no desenvolvimento de VRA's e os resultados obtidos. A Seção 4 provê então uma visão geral das iniciativas em VRA's conduzidas atualmente no país e, na Seção 5, apresenta-se uma proposta para a criação da rede de pesquisa. Finalmente, a Seção 6 estabelece as conclusões do trabalho e são fornecidas as referências bibliográficas.

2 Competências Envolvidas no Desenvolvimento de Um Veículo Robótico Aéreo

Idealmente, um veículo robótico aéreo (VRA) pode chegar a ser um robô muitíssimo sofisticado ao incorporar o estado da arte da tecnologia integrando as engenharias mecânica, aeronáutica, elétrica, de materiais, de controle, de computação e a robótica.

Nesta seção consideram-se dois grandes eixos principais na pesquisa e desenvolvimento de VRA's: robótica (congregando elétrica, controle, computação, robótica) e aeronáutica (congregando aeronáutica, materiais e mecânica). Embora haja interseção e

co-dependência entre eles, tal separação simplifica, sem perda de generalidade, a apreciação das competências envolvidas.

2.1 Robótica

Um VRA, em função do nível de tecnologia robótica utilizada, pode ter os seguintes graus de autonomia, mostradas a seguir. Esses níveis, que podem ser vistos como diferentes capacidades num sistema robótico inteligente, caracterizam também um enfoque evolutivo para o desenvolvimento de VRA's (Ramos, 2002):

- 1- VRA comandado por controle remoto (teleoperado) - O comando dos dispositivos de atuação do veículo é realizado diretamente pelo piloto em terra, que acompanha visualmente a evolução da aeronave, seja por observação direta, seja indiretamente através de imagens geradas por câmeras a bordo do veículo.
- 2- VRA teleoperado e telemonitorado - O comando do veículo é realizado pelo piloto em terra. O veículo dispõe de um conjunto sensorial embarcado cuja informação resultante – revelando sua situação instantânea, é transmitida ao solo (dados de telemetria) e permite ao piloto acompanhar a situação da aeronave.
- 3- VRA supervisionado - O veículo possui capacidade de executar comandos de movimentos pré-estabelecidos, ao passo que o operador em terra observava sua situação pelos dados de telemetria.
- 4- VRA autônomo - O veículo possui capacidade de executar e alterar planos de ação em função de informações captadas pelo sistema de percepção a partir das informações sensoriais embarcadas. A especificação da missão é feita num alto nível de abstração, em interação com o operador em terra, que acessa os dados de telemetria e de missão enviados pelo veículo à terra.

Sob o ponto de vista robótico, o desenvolvimento de um VRA requer um conjunto de componentes sobre os quais são implantadas as capacidades enumeradas anteriormente, dotando o veículo de autonomia. Esses componentes podem ser classificados segundo três funcionalidades interdependentes (robóticos, de suporte à implementação, de suporte ao desenvolvimento), resumidas a seguir (Ramos, 2002).

- A- Os recursos robóticos incluem componentes para:
- i) estabilização da aeronave, controle de movimentos e navegação;
 - ii) planejamento e controle de missão, e;
 - iii) percepção e interpretação sensorial em diferentes níveis de complexidade.
- B- Os recursos de suporte à implementação envolvem:
- i) infra-estruturas de hardware e software embarcadas e em terra para integração de componentes e processamento;
 - ii) software de tempo real;
 - iii) estação de terra para registro dos dados de telemetria e com interface humano-máquina para a operação do veículo, iv) sistemas de co-

municação bi-direcional veículo – terra; v) arquitetura de software robótico e; vi) soluções de redundância e tolerância à falhas.

C- Os recursos de suporte ao desenvolvimento incluem: i) modelagem matemática e metodologias de identificação; ii) ambiente de simulação e de projeto auxiliado por computador, e; iii) ambiente de apoio ao desenvolvimento e operação.

2.2 Engenharia Aeronáutica

Um VRA deve possuir características mecânicas, aerostáticas e aerodinâmicas, que permitam a sua utilização como veículo robótico. Isso inclui: aeronave que atenda aos requisitos operacionais, capacidade de carga adequada ao conjunto de componentes utilizados na sua operação e no desempenho de sua missão; conjunto de propulsão apropriado, que permita enfrentar condições de vento e distúrbios sem colocar em risco a integridade do veículo, nas operações da decolagem e aterrissagem ao voo cruzeiro, manobrabilidade adequada nas mesmas circunstâncias citadas, etc.

Um VRA deve também se pautar pelas metodologias típicas da engenharia aeronáutica, principalmente as associadas à segurança em voo. Neste caso devem ser considerados os aspectos ligados: i) à adequabilidade técnica do projeto; ii) à garantia e certificação da qualidade dos componentes utilizados, iii) às certificações da aeronave, de sua operação e da sua manutenção.

Para tal, deve-se a princípio calcar-se nas normas internacionais que estipulam diretrizes da concepção à certificação de aeronaves, bem como para sua operação. Em relação a esses aspectos, muito embora não existam ainda normas consolidadas (como as norte-americanas FAA para aeronaves tripuladas, por exemplo), vários países vêm estabelecendo suas próprias regulamentações para veículos não-tripulados, destacando-se a Austrália (CASA101, 2007), Canadá, EUA e África do Sul (UAVM-cert, 2007). Se por um lado a inexistência de padrões internacionais para certificação e uso de VRA's tem sido um fator que dificulta a disseminação do uso civil desses veículos, por outro lado, as sinalizações estabelecidas pelas normas citadas e a expectativa de crescimento do mercado, e por conseguinte da demanda, permitem pressupor que uma normatização de abrangência internacional será estabelecida em futuro próximo. Acrescenta-se, no entanto, que um outro elemento relevante - a integração e harmonização do tráfego de VRA's com aeronaves convencionais, encontra-se em sua fase inicial de abordagem.

3 A Experiência do CenPRA em VRA's

Esta seção apresenta resumidamente a experiência do CenPRA no desenvolvimento de VRA's, como base



Figura 1 O dirigível e estação de terra (esquerda), o sistema embarcado (superior direito) e parte da interface humano-máquina (inferior direito).

para a proposta de formação de uma rede de ensino, pesquisa e desenvolvimento no tema, objeto do presente artigo. A atuação no CenPRA nesse tema iniciou-se em 1992 com o projeto Helix (helicóptero) e tem sua continuidade, a partir de 1996, com o projeto AURORA (dirigível), como se mostra a seguir.

3.1 O Projeto Helix

O projeto HELIX teve como foco o desenvolvimento de um helicóptero robótico não-tripulado para fins de inspeção. O projeto foi desenvolvido pela empresa Gyron Tecnologia (SC) de 1992 a 2000 sendo que, até 1995, ele caracterizou-se por um modelo de ação cooperativa e coordenada, envolvendo a Gyron Tecnologia, o CenPRA e a UFSC.

Contando com financiamentos do CNPq, SEBRAE, FIESC e SOFTEX, o projeto gerou um protótipo de aeronave robótica, para a qual o CenPRA contribuiu com:

- i) modelo matemático, simulador, visualizador e ambiente de desenvolvimento;
- ii) sistema embarcado baseado em transputer e microcontroladores;
- iii) sistemas de telemetria, comunicação e interface de operação, e;
- iv) concepção e simulação dos sistemas de controle.

3.2 O Projeto AURORA

O projeto AURORA, idealizado em 1996, tem como foco o desenvolvimento de tecnologia robótica autônoma para veículos robóticos aéreos, usando dirigíveis não-tripulados como plataforma, objetivando aplicações de monitoração ambiental, inspeção e vigilância (Elfes et al., 1998), (Ramos, 2002), (De Paiva et. all., 2006).

No AURORA, foram desenvolvidos (ver Fig. 1): i) as infra-estruturas sensorial, de hardware e software (de tempo real e usando padrões abertos) tanto embarcada na aeronave quanto na estação de operação em terra; de comunicação entre os sistemas embarcado e em terra, e a interface humano-máquina de operação; ii) o sistema automático de controle e na-

Tabela 1. Atividades em Veículos Robóticos Aéreos no Brasil.

Projeto	Ano	Objetivo	Resultados
ACAUÃ	1984 1991	Avião teleoperado	Aeronave e amplificador de sinal de radio-controle
AEROMOT	1986	Alvo móvel KIAM	Aeronave e eletrônica, vôo “linear” estabilizado
Helix	1991 2000	Helicóptero não-tripulado para inspeção	Aeronave, sistemas embarcado e em terra, modelo, controle.
AURORA	1997	Dirigível não-tripulado para inspeção e monitoramento	Sistemas embarcado e em terra, modelo, de controle – realizou vôo autônomo
AERODESIGN	1999	Avião radio-controlado	Aeronaves (aeromodelo) para competições
ARARA	1999	Avião não-tripulado para inspeção e monitoramento	Aeronave, sistemas embarcado e de terra, controle – realizou vôo autônomo
FITEC	2003	Avião	Aeronave, sistemas embarcado e em terra
AGROROBOT	2003	Avião para pulverização	Aeronave
CESAR-ITA	2004	Avião para inspeção de linhas de transmissão	Projeto de aeronave, de controle, modelagem
SiDeVAAN	2004	Avião para inspeção	Aeronave, sistemas embarcado e em terra, controle – realizou vôo autônomo
CARCAH-EXPANSION	2004	Helicóptero para inspeção de linhas de transmissão	Sistemas embarcado e de terra, modelo, controle
VANT CTA	2005	Avião	Sistemas embarcado e em terra, controle
EPUSP-Mecatr.	2005	Avião	Aeronave e sistemas
UAV-UFBA	2005	Infra estrutura para VRA	Sistema embarcado
UAV EEUSP-SC	2006	Avião	Sistema embarcado e controle
ITA	2006	Avião	Aeronave e sistemas embarcado e em Terra
Watch dog / Flight Solutions	2007	Avião	Aeronave e sistemas embarcado e em Terra
UFRN	2007	Helicóptero	Sistemas embarcado e em terra, controle

vegação baseado em sensores como GPS, bússola, central inercial e sonda de vento.

No seu estágio atual, o dirigível robótico é capaz de seguir, de forma autônoma em vôo cruzeiro, trajetórias pré-definidas pelo operador da missão em termos de pontos de passagem e perfil de altitude. Obtidos entre 2000 e 2002, esses foram os primeiros resultados de vôo autônomo de dirigíveis robóticos e o primeiro VRA no país reportados na literatura.

Desenvolvimentos em curso contemplam principalmente: i) metodologias de controle e de navegação, baseadas em técnicas não lineares, para cobrir todas fases de operação (da decolagem / aterrissagem verticais e vôo pairado ao vôo cruzeiro); ii) metodologias de controle servo-visual para o seguimento baseado em visão de alvos estruturados como retas (linhas de transmissão, faixa de dutos, etc.) e sua evolução para ambientes não estruturados; iii) estratégias de fusão sensorial, de mapeamento e auto-localização, e; iv) arquiteturas de software robótico reativo-deliberativas para suportar a programação e execução de missões.

O Projeto AURORA abrange cooperações principalmente com o DCC/UFMG, INRIA e HEUDIASYC (França), IST e ISR (Portugal) e CMU (EUA); trabalhos de pós graduação desenvolvidos no AURORA foram defendidos na UNICAMP e UFSC. O AURORA vem recebendo financiamentos da FAPESP, CNPq e CAPES.

4 Projetos Brasileiros em VRA's

No Brasil, as primeiras iniciativas em VRA's deveram-se principalmente ao CTA, na década de 80. Atualmente, o número de projetos de P&D e empreendimentos no setor se aproxima de duas dezenas.

Esta seção fornece um panorama Brasileiro em VRA's. O levantamento apresentado não é exaustivo e as informações fornecidas foram obtidas da interação dos autores com pesquisadores de diversos grupos, do acesso a referências bibliográficas e de buscas na Internet.

A Tabela 2 resume as iniciativas recentes de projetos de VRA's no Brasil, sobre os quais informações adicionais são apresentadas a seguir.

ACAUÃ / CTA - O Acauã - projeto pioneiro em VRA's, foi desenvolvido pelo CTA entre 1984 e 1991. Nele foram concebidos a aeronave e amplificador para rádio controle, e realizados vôos rádio-controlados (D'Oliveira, 2005).

AEROMOT - desde 1986 desenvolve o alvo móvel KIAM – um produto que possui estabilização digital e telemetria em roll e pitch, permitindo comando remoto à distâncias de 70 Km (Jotz, 2005).

Helix / GYRON TECNOLOGIA - 1992 - 2000, já detalhado na Seção 3.1

AURORA / CenPRA/MCT - 1996, já detalhado na Seção 3.2

ARARA / LCMC/USP-SC - 1999, envolveu parceria com a EMBRAPA e compreendendo aeronave, sistemas embarcado e de terra, modelo matemático e sistemas de controle. Já realizou diversos vôos autônomos para experimentos de monitoramento de áreas agrícolas (Jorge, 2005).

AERODESIGN- desde 1999 os alunos de inúmeras escolas de engenharia exercitam-se no projeto, construção e ensaios de vôo de aviões não-tripulados para competições da Aerodesign (Aerodesign, 2007), obtendo resultados relevantes em termos mundiais.

FITEC - Desenvolve um programa de capacitação interna desde 2003 para domínio de tecnologias de VRA. Construiu a aeronave, sistema embarcado e em terra, realizando alguns vôos (Borges, 2005).

AGROROBOT / PRINCE - fabricante de aeromodelos, desenvolveu a aeronave para aplicações em pulverização agrícola, com apoio da FAPESP (Prince, 2007).

CESAR-ITA - Iniciado em 2005, com encerramento previsto em 2006, consiste numa cooperação entre o CESAR (PE) e o ITA (SP) para realização de estudo conceitual de veículo aéreo aplicado voltado à inspeção de linhas de transmissão, com financiamento da CHESF/ ANEEL (ITA-CESAR, 2007).

SiDeVAAN / UFMG - Iniciado em 2004, envolve os Departamentos de Ciência da Computação, Engenharia Eletrônica e Mecânica da UFMG. Em março de 2007 realizou o primeiro vôo autônomo com aeronave projetada pela UFMG (Estado, 2007).

CARCARAH /UNB- Expansiom - Visa o desenvolvimento de protótipo de helicóptero aplicado à inspeção de linhas de transmissão, contando com financiamento da empresa Expansion/ANEEL (Carcarah, 2007).

VANT CTA - Reúne o CTA (Aeronáutica), CTEX (Exército) e IPqM (Marinha) no desenvolvimento de um Sistema de Navegação e Controle a ser utilizado nas diferentes plataformas de VRA's das unidades do Ministério da Defesa. Vem-se desenvolvendo aspectos de engenharia aeronáutica voltados à concepção do sistema de controle, os sistemas embarcados e de terra e de comunicação (D'Oliveira, 2005 e 2006).

EPUSP-Mecatrônica - envolve alunos da Engenharia Mecatrônica da EPUSP, que a partir de 2005 desenvolvem um avião não-tripulado, sistemas em terra e embarcado (Br-auav, 2005).

UAV-UFBA - Trabalho de mestrado realizado na UFBA sobre infra-estrutura embarcada de um VRA utilizando microcontrolador da família 8051, (Filardi, 2005).

UAV EEUSP-SC- engloba o projeto da aeronave, sistemas embarcados e terra, mais algoritmos de controle e simulação (Uaveesc, 2007).

ITA- Trabalho de mestrado no ITA que construiu avião e infra-estrutura embarcada com GPS e sensores de atitude e altitude barométrica embutidos; estação de terra; comunicação via celulares. Realizou vôo teleoperado (Rangel, 2006).

Watch dog / Flight Solutions - é uma empresa que está em seu início, fruto da associação da Flight Technologies (FT) e Advanced Composite Solutions (ACS). A FT tem experiência no desenvolvimento dos sistemas embarcado e de terra do projeto VANT-CTA e a ACS, na construção da aeronave do projeto

SiDeVAAN da UFMG (Estado, 2007).

UFRN - Está estruturando um projeto de helicóptero não-tripulado.

O resumo precedente mostra iniciativas em VRA's no país contemplando o desenvolvimento de aeronaves, dos sistemas embarcados e de terra e de metodologias autônomas. Muitas dessas iniciativas são recentes, e sabe-se que outras estão em estruturação.

Quando se considera o viés militar, este vem sendo contemplado pelo projeto VANT liderado pelo CTA. Em relação ao lado notadamente civil de ensino e pesquisa, observa-se um conjunto de trabalhos desarticulados em sua maioria.

Esse isolamento abre a oportunidade para se buscar uma maior sinergia entre os grupos a fim de incrementar a evolução da área, sendo a percepção dos autores de que um dos caminhos nesse sentido consiste na estruturação de uma rede de ensino, pesquisa e desenvolvimento em VRA's.

5 Criação de uma Rede de Ensino, P&D em VRA's

O desenvolvimento das tecnologias associadas aos veículos robóticos aéreos e a formação dos recursos humanos para sua consecução, demandam uma atuação sinérgica para otimizar os investimentos e a produção resultante, acelerando o processo de domínio tecnológico do país no setor. A Figura 2, apresentada pelos autores ao Ministério da Ciência e Tecnologia (em 2002, 2003 e 2004), ao Ministério da Defesa (em 2003) e à Secretaria de C&T, Desenvolvimento Econômico e Turismo de SP (em 2002) constitui um modelo possível, calcado em uma estruturação estratégica reunindo indústria, academia, usuários e governo.



Figura 2: Estratégia para o desenvolvimento da área de VRA's no Brasil

A exemplo de casos de sucesso de redes temáticas no país (Genoma, Proantar, Sistemas on Chip, Brasil-IP, Manet, ...), propõe-se portanto a criação de uma rede nacional voltada ao ensino, pesquisa e desenvolvimento em VRA's. Esta rede teria três eixos:

- i) a curto prazo, a criação e disponibilização de:
 - a) aeronaves não tripuladas;
 - b) uma plataforma de hardware e software aberta, embarcada, em terra e com recursos de comunicação, para suportar o desenvolvimento de VRA's;
 - c) recursos de suporte básicos na forma de modelos matemá-

- ticos e simuladores, além da algorítmica de base para estabilização, controle e guiagem de aeronaves; d) uso da Internet para compartilhamento de informações e interação: documentação, cursos, vídeos, etc.;
- ii) visando objetivos de médio e longo prazos, o estabelecimento de uma estratégia no que tange o desenvolvimento gradual, compartilhado e complementar, das diferentes tecnologias voltadas à operação autônoma dessas aeronaves e de grupos de aeronaves agindo colaborativamente;
- iii) a busca de fomento para viabilizar as ações estabelecidas em (i) e (ii) acima.

A fim de estruturar as ações relativas ao item (i) e principalmente, aquelas relativas aos itens (ii) e (iii), mostra-se interessante a realização de um Workshop sobre o tema de VRA's, contemplando aspectos como:

- a apresentação dos projetos em aeronaves não tripuladas, veículos robóticos aéreos, sistemas e sensores aviônicos, em desenvolvimento no país;
- a apresentação, sob a ótica da aplicação, por parte de potenciais usuários desta tecnologia, representativos pela sua relevância e abrangência nacional;
- a apresentação de representantes de Ministérios e Órgãos de Fomento diretamente relacionados ao tema, delineando as atuais políticas para o setor e perspectivas de financiamento e estruturas estratégicas;
- a discussão da criação de uma rede de pesquisa na área de veículos robóticos aéreos, e definições acerca da sua estruturação, estabelecendo os objetivos, plano de trabalho, forma de atuação, etc.;
- o mapeamento das competências existentes no país e eventuais áreas pouco contempladas, visando equacionar as ações cooperativas e priorizar esforços de formação;
- a discussão de formas e estratégias de ação e fomento visando a criação de uma Política Nacional para o setor.

6 Conclusão

Neste artigo, apresentou-se uma visão geral da área de veículos robóticos aéreos, os domínios do conhecimento e requisitos envolvidos no seu desenvolvimento, e a situação Brasileira no setor. A partir desse panorama, apontou-se a oportunidade de uma maior sinergia entre os grupos no país que atuam no tema.

Neste contexto, foi proposta a formação de uma rede de ensino e pesquisa em veículos robóticos aéreos, e delineada a estratégia para sua formação. Os próximos passos e definições resultantes passam pelo envolvimento e consensuação entre os atores ligados à temática de VRA's no Brasil.

Agradecimentos

Este trabalho recebe o suporte do CNPq (303522/2006-2) e da FAPESP (04/13467-5)

Referências Bibliográficas

- Aerodesign; <www.saebrasil.org.br/eventos/aerodesign>, 2007
- Borges, A.; *Arquitetura de Sistema de Navegação e Controle Evolutiva para VANT*; 1º Seminário VANT, CTA, Junho 2005.
- Br-auav; <br.groups.yahoo.com/group/br-auav>
- Carcarah; <www.ene.unb.br/~gaborges/pesquisa/aerea/index.htm#heli2>, 2007.
- CASA101; *Certification requirements related to the design, manufacturing and airworthiness of UAVs* <rrp.casa.gov.au/project/cs0501.asp>, 2007
- D'Oliveira, Flavio A.; *CTA e o Projeto VANT*, 1º Seminário VANT, CTA, Junho 2005.
- D'Oliveira, Flavio A.; *Projeto Vant - Histórico e Situação Atual*; 2º Workshop sobre Nanotecnologia Aeroespacial, CTA, Outubro 2006.
- DePaiva et. All.; *"Project AURORA: Infrastructure and Flight Control Experiments for a Robotic Airship"*. Journal of Field Robotics, vol. 23, 2006,
- DoD; <www.acq.osd.mil/usd/Roadmap%20Final2.pdf>, 2005.
- Elfes, A. et. All.; *"A Semi-Autonomous Robotic Airship for Environmental Monitoring Missions"*, ICRA'98, Leuven, Belgium, 1998.
- Estado de Minas; *Avião-robô 100% brasileiro*, edição de 14 abril de 2007.
- Filardi, Vítor L et al.; *Projeto de um sistema de navegação e telemetria para aeronaves não tripuladas*. IV Seminário Nacional de Controle e Automação, Salvador., 2005.
- Jorge, Lúcio A. C.; *Utilização de VANT na Agricultura*, 1º Seminário VANT, CTA, 2005.
- Jotz, Cláudio; *Histórico das atividades da Aeromot na área de VANTs - Situação Atual - Perspectivas*, 1º Seminário VANT, CTA, 2005.
- NASA <www.nasa.gov/centers/dryden/pdf/111761main_UAV_Capabilities_Assessment.pdf>, 2005.
- Prince; <www.princeairmodel.com/novidades/agrodetail.htm>; 2007.
- Ramos, J. J. G.; *Contribuições para o Desenvolvimento de Dirigível Robótico*, Tese de Doutorado, DEEL/UFSC, 2002
- Rangel, Rodrigo K.; *Desenvolvimento de Um Sistema de Veículo Aéreo Não-tripulado*, Dissertação de Mestrado, ITA, 2006.
- UAV MarketSpace, <www.uavm.com>, 2007
- Uaveesc, <www.uaveesc.com/>, 2007
- ITA-CESAR; <www.aer.ita.cta.br/uav>; 2007.
- UAVM-cert; *Airworthiness Certification - Where Are We?* <www.uavm.com/uavregulatory/airworthinesscertification.html>, 2007