

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC ALESSANDRO PIRES BLACK PEREIRA

ANÁLISE DA TECNOLOGIA EMPREGADA NOS VEÍCULOS AÉREOS NÃO
TRIPULADOS: tópicos de interesse para a sua implantação na MB.

Rio de Janeiro

2013

CC ALESSANDRO PIRES BLACK PEREIRA

ANÁLISE DA TECNOLOGIA EMPREGADA NOS VEÍCULOS AÉREOS NÃO
TRIPULADOS: tópicos de interesse para a sua implantação na MB.

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida

Rio de Janeiro

Escola de Guerra Naval

2013

AGRADECIMENTOS

À minha família pelo suporte nos momentos de dificuldade e ao Prof. Nival Nunes pela atenção e orientação na busca pelo meu desenvolvimento acadêmico.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise da tecnologia atualmente utilizada nos veículos aéreos não tripulados apresentando alguns tópicos principais sobre o tema com o intuito de colaborar com a sua implantação na Marinha do Brasil. Considerado como uma tecnologia disruptiva em relação a equipamentos militares e em virtude da revolução nos assuntos militares causada pela disseminação do seu emprego em diversas Forças Armadas, o emprego do VANT em operações navais deve ser avaliado principalmente por Marinhas de médio porte. Sua característica de propiciar o incremento da inteligência operacional resultando na diminuição dos efeitos causados pela falta ou baixa qualidade das informações no campo de batalha, teoria conhecida como a névoa da guerra, é sua principal vantagem competitiva. Também será apresentada uma análise da utilização das inovações tecnológicas advindas dos sensores embarcados nesse novo tipo de equipamento e as suas vantagens e desvantagens quando em operação no mar, além de alguns tópicos de interesse para a sua implantação pelos meios da MB. Aspectos relacionados com os requisitos operacionais e de sistemas para a operação no mar, o processo de formação e treinamento de pilotos e equipes de solo para operarem esses equipamentos, além das opções que a MB poderá analisar para a sua implantação serão abordados de forma sucinta e objetiva, de modo a despertar a preocupação no assunto para os setores envolvidos. A grande versatilidade trazida pelo uso de VANT permitirá a sua inclusão como equipamento embarcado em nossos meios navais como forma de melhorar a vigilância marítima, a coleta de informações decorrentes de reconhecimentos aéreos e contribuindo de forma significativa para aumentar o poder de comando e controle dos nossos meios navais, minimizando os efeitos negativos de equipamentos com baixo desempenho e da inteligência operacional deficiente.

Palavras-chave: Aviação Naval. VANT. Tecnologia Disruptiva. Transferência de Tecnologia. Névoa da guerra.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIC	Aeronautical Information Circular
AIS	Automatic Identification System
ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
AEW	Airborne Early Warning
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CASOP	Centro de Apoio a Sistemas Operativos
DCA	Diretriz do Comando da Aeronáutica
FAB	Força Aérea Brasileira
FLIR	Foward Looking Infra-red
LRF	Lei de Responsabilidade Fiscal
MB	Marinha do Brasil
OM	Organização(ões) Militar(es)
RAM	Revolução nos Assuntos Militares
RANS	Requisitos de Alto Nível de Sistemas
REM	Requisitos de Estado-Maior
TI	Tecnologia da Informação
UCAV	Unmanned Combat Air Vehicle
UCAS	Unmanned Combat Air System
UCARS	UAV Common Automatic Recovery System
UHF	Ultra High Frequency
VANT	Veículo aéreo não tripulado
VHF	Very High Frequency

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DOS VANT	9
2.1	A revolução dos assuntos militares com o emprego do VANT.....	10
2.2	A tecnologia disruptiva.....	12
2.3	A questão da transferência de tecnologias sensíveis.....	14
3	O EMPREGO DO VANT EM PROVEITO DA FORÇA NAVAL	18
3.1	Vantagens e desvantagens do emprego do VANT embarcado.....	18
3.2	A diminuição da névoa da guerra com o uso da tecnologia.....	24
4	TÓPICOS DE INTERESSE DA MB	28
4.1	Requisitos operacionais e de sistemas para operação no mar.....	28
4.2	Formação e treinamento de pilotos e equipes de solo.....	33
4.3	Opções de introdução do VANT na esquadra pela MB.....	35
5	CONCLUSÃO	38
	REFERÊNCIAS	41
	ANEXO A	45

1 INTRODUÇÃO

Desenvolvidos a partir de pequenos aeromodelos, cuja atividade como *hobby* é amplamente difundida na sociedade, empreendedores e visionários passaram a equipar seus pequenos modelos com câmeras fotográficas e equipamentos de transmissão de vídeo, passando a serem chamados de *drones*¹. Esses equipamentos rapidamente ganharam utilidade no meio militar, servindo como alvos para treinamento de tiro antiaéreo e para calibragem de sensores. Mas essas aeronaves ainda dependiam do controle humano através de rádios de curto alcance na faixa do VHF². Com o desenvolvimento da eletrônica e da computação e o aumento das suas possibilidades, essas aeronaves passaram a voar além da linha de horizonte visual, passando a voar controladas remotamente. Nesse momento, esses *drones* passaram a ser conhecidos como VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), podendo carregar inclusive cargas com função destrutiva ou não.

Esses VANT passaram a carregar uma diversificada quantidade de equipamentos de vídeo e de comunicação e controle, além do aumento das suas características de autonomia e de operação, chegando ao ponto de se tornarem verdadeiras aeronaves em porte e características de voo. Com essa evolução, questões como quem deveria pilotá-los, sua integração no espaço aéreo com as outras aeronaves regulares, a ética no seu emprego e o uso de armamento letal a partir dessas plataformas passaram a ser o objeto da discussão no seu desenvolvimento. Fazendo um paralelo com as aeronaves embarcadas nos navios de guerra e as oriundas de bases em terra, os VANT teriam as mesmas tarefas atribuídas quanto ao esclarecimento³ marítimo, tais como reconhecimento, busca, patrulha e acompanhamento.

¹ *Drone* é um vocábulo de origem inglesa, existente desde a Idade Média com a grafia *dran*. Em seu sentido clássico tem a tradução de “zangão, macho da abelha”. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/blog/sobre-palavras/palavra-da-semana/drone-do-zangao-ao-aviao/>>. Acesso em: 2 jul.2013.

² *Very High Frequency* (Frequência muito alta).

³ O esclarecimento visa a obtenção de informações para orientar o planejamento e emprego de forças. Inclui as tarefas de busca, patrulha, reconhecimento e acompanhamento, segundo a Doutrina Básica da Marinha (BRASIL, 2004).

O trabalho tem como propósito principal apresentar a tecnologia e a inovação dos VANT operando a partir de navios e o seu possível proveito pela Marinha do Brasil (MB), através da apresentação de alguns tópicos de interesse, entre eles a tecnologia embarcada e a sua possível introdução como equipamento na MB. O entendimento da ocorrência de uma revolução dos assuntos relacionados ao modo de como fazemos a guerra com o aparecimento desse tipo de tecnologia disruptiva⁴, a viabilidade do emprego dos VANT em substituição ou complemento às aeronaves orgânicas dos navios e das baseadas em terra, a demonstração da importância desse equipamento para a diminuição da névoa da guerra no ambiente marítimo e a apresentação de uma análise sobre os principais tópicos relevantes sobre o assunto que devam ser do conhecimento para a implantação deste tipo de equipamento em proveito da MB serão essenciais para que o objetivo proposto seja alcançado.

Para isso, no segundo capítulo apresentar-se-á a tecnologia e inovação dos VANT, observando a sua utilidade para o emprego no ambiente da guerra naval, os fatores que levaram essa tecnologia a se caracterizar como disruptiva, uma análise importante sobre a questão da transferência da tecnologia sensível que é observada neste tipo de equipamento e a sua capacidade de uso dual para a sociedade civil.

No terceiro capítulo, o trabalho abordará a sistemática do emprego do VANT em proveito de uma Força Naval, colocando as possíveis vantagens e desvantagens quando se utilizando deste equipamento embarcado e a sua capacidade de aumentar a linearidade da guerra, conceito conhecido como fricção ou névoa da guerra⁵, onde pequenas variáveis podem criar uma desproporcionalidade ou grandes consequências nos combates.

O quarto capítulo introduz alguns tópicos relevantes de interesse para a MB no processo de introdução do VANT como equipamento embarcado. Nele os principais requisitos

⁴ Tecnologia disruptiva ou inovação disruptiva é o termo que descreve a inovação tecnológica, produto, ou serviço, que utiliza uma estratégia "disruptiva", em vez de "revolucionário" ou "evolucionário", para derrubar uma tecnologia existente dominante no mercado (BOTANA, 2010).

⁵ Conceito atribuído a Carl Von Clausewitz, On War 1832. Editado e traduzido por Michael Howard e Peter Paret, Princeton University Press, 1976, p. 119.

operacionais e requisitos dos sistemas embarcados serão analisados com o foco na operação no mar. Será feita uma análise do processo de formação e treinamento dos pilotos e equipes de apoio no solo e a apresentação das opções existentes para essa introdução.

De forma a cumprir o objetivo proposto deste trabalho, será utilizado o método de pesquisa bibliográfica, aglutinando o conteúdo já publicado sobre os temas isoladamente e que nos levará a uma curta análise do ponto de vista de um possível interesse da MB na implantação deste equipamento com alto grau de tecnologia e inovação a bordo dos seus navios, de diversos propósitos e tamanhos, doravante denominados de Esquadra⁶.

A relevância desta abordagem em relação ao assunto, com a apresentação do emprego da tecnologia e inovação presente nos VANT e a sua possibilidade de emprego para as operações de guerra no mar, demonstra a importância do assunto para o estudo de uma Marinha moderna e voltada para o futuro, principalmente em função dos grandes desafios geopolíticos que se apresentam com o desenvolvimento de temas como a exploração da camada do pré-sal e da importância da Amazônia Azul⁷ para o povo brasileiro.

⁶ Organização constituída de navios, aeronaves, forças de fuzileiros e estabelecimentos de apoio diretamente relacionados com suas atividades, subordinada a um comandante-em-chefe (BRASIL, 2007).

⁷ Termo divulgado pela MB que representa o espaço geográfico da costa brasileira pleiteado junto à Comissão de Limites da Plataforma Continental (CLPC) da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) parte VI, para a extensão dos limites de sua Plataforma Continental além das 200 milhas náuticas (BRASIL, 2011).

2 TECNOLOGIA E INOVAÇÃO DOS VANT

A implantação de um processo tecnológico com a possível entrada do VANT em operação pela MB trará importantes questionamentos sobre as suas futuras capacidades científicas e tecnológicas⁸ e na necessidade de desenvolvimento de tecnologia inovadora, que poderão num curto espaço de tempo, servir de base para a revitalização do atual emprego da Aviação Naval.

O conhecimento prévio do que outras Marinhas de Guerra tem descoberto sobre o assunto pelo mundo, a experiência vivida pela Força Aérea Brasileira (FAB) e o conhecimento técnico do seu pessoal especializado permitirão que a MB defina os seus objetivos sobre o tema de forma clara, proporcionando a seus membros a percepção da importância das características da tecnologia disruptiva presente nos VANT. Se desenvolvido no seio da Aviação Naval, setor que no meu entender deve capitanear os estudos no assunto e que possui parte do conhecimento inicial necessário, permitirá que a implantação do VANT na Esquadra possa produzir um profundo efeito na futura guerra centrada em rede⁹, caminho que se desenha para as futuras guerras no mar.

A seguir será abordada a Revolução dos Assuntos Militares (RAM) com a entrada em operação dos VANT, as características da tecnologia disruptiva e como podemos utilizá-la a nosso favor, além dos problemas decorrentes da transferência de tecnologia sensível de emprego militar utilizada pelos VANT.

⁸ Grau de desenvolvimento científico e tecnológico, atingido pelas Forças Armadas, que permite projetar, desenvolver, produzir material de emprego militar e dispor de equipamentos modernos, organização e métodos avançados e recursos humanos qualificados (BRASIL, 2007)

⁹ Guerra que reúne em rede os mais diversos elementos das forças armadas de um país, permitindo-lhe administrar diversas tarefas que vão desde a coleta até a distribuição de informações críticas entre esses muitos elementos. Outorga-lhe maior capacidade de combate ao ligar em rede os elementos de sensoriamento, de combate e de comando. Visa obter melhor sincronismo entre aqueles elementos e os efeitos que podem proporcionar, assim como o incremento na velocidade das operações bélicas e do processo decisório de comando (BRASIL, 2007).

2.1 A revolução dos assuntos militares com o emprego do VANT

Para se compreender as alterações trazidas com a utilização desse novo tipo de equipamento, precisamos entender um pouco o seu histórico de inserção nos assuntos militares. A destruição de aeronaves de reconhecimento U-2 durante a Guerra Fria nos anos 60 foi o grande fator de motivação para o desenvolvimento desta tecnologia visando o emprego militar, evitando o embaraço político causado pela derrubada de uma aeronave e a possível prisão do piloto. Em seguida, começaram a ser desenvolvidos *drones* com o intuito de se transformarem em alvos para prática de tiro conta alvos aéreos e para executar missões de reconhecimento em ambiente hostil (JONES, 1997).

Após contínuos desenvolvimentos e após o sucesso em missões realizando reconhecimento sem contudo colocar em riscos aeronaves e vidas, os Estados Unidos da América passaram a ver com muito bons olhos esse tipo de equipamento. A Marinha norte-americana avaliou o seu grande potencial, principalmente para a designação de alvos e esgotagem¹⁰ do apoio de fogo naval, tendo a sua ampliação de emprego pelas outras forças, demonstrando todo o seu potencial na Operação Tempestade no Deserto em 1991 (GOEBEL, 2012).

Inovações tecnológicas são imprescindíveis para a ocorrência de uma RAM. Contando com elementos como inovação tecnológica, desenvolvimento de sistemas, conceitos operacionais e adaptação organizacional, quando em sinergia, reforçarão um sentido de quebra de paradigma, tornando-se uma competência fundamental.

“Uma RAM ocorre quando a aplicação de novas tecnologias num número significativo de sistemas é combinada com conceitos operacionais inovadores e adaptações organizacionais de modo a alterar o caráter e a condução do conflito, produzindo um grande aumento do potencial de combate e da eficiência militar das forças armadas.”(BRASIL, 2006, p 7-4).

¹⁰ Ação realizada pelo observador de tiro (BRASL, 2007).

Seu emprego na invasão do Afeganistão em 2001, e na operação *Iraque Freedom* em 2003, veio a celebrar esta sinergia, mudando a doutrina de C4ISR¹¹, trazendo uma revolução nos assuntos militares (RAM) e caracterizando-se como uma tecnologia disruptiva, e não somente um novo equipamento militar. Foi vital esse momento para que as Marinhas reconhecessem o rápido desenvolvimento da tecnologia empregada no VANT e se preparassem para a rápida e abrangente necessidade de implantação nas suas Esquadras, principalmente por se tornar uma competência fundamental (COUNCIL, 2005).

Nesse contexto, ao observar a tecnologia empregada e sua utilidade no ambiente da guerra, o uso do VANT pode ser caracterizado como uma RAM.

“Por definição as RAM envolvem mudança de paradigma na natureza e condução das operações militares que tornam obsoletas ou irrelevantes uma ou mais competências fundamentais de um competidor dominante, ou cria uma ou mais competências fundamentais em uma nova dimensão da guerra, ou ainda satisfaz ambas as condições acima” (BRASIL, 2006, p 7-4).

Fazendo uma análise da importância que tem sido dada ao assunto pelas potências militares, podemos deduzir que possivelmente os resultados iniciais de emprego e testes foram bastante promissores, permitindo que a tecnologia se desenvolvesse e ganhasse entusiastas. Essa tecnologia permitirá ver melhor o moderno campo de batalha e clarear a névoa que possa existir pela falta de informações ou sua imprecisão, o que permitiria que os Comandantes tenham uma imagem de toda a situação tática clara e precisa. A tecnologia do VANT se tornará cada vez mais revolucionária na medida em que mais Estados visualizem a sua importância e as suas possíveis utilidades nos conflitos.

Deste modo, ter a capacidade de operar o VANT no teatro de operações marítimo passou a ser o diferencial de uma Esquadra, sendo o investimento realizado pelos Estados no desenvolvimento dessa tecnologia a prova da transformação que eles introduzem no cenário

¹¹ Conceito de *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance e Reconnaissance* (commando, controle, comunicações, computadores, inteligência, monitoramento e reconhecimento) (GLADE, 2000).

da guerra as suas vantagens operacionais; e no campo da inteligência, reduzindo a não – linearidade que possa existir durante os combates no mar.

2.2 A tecnologia disruptiva

O termo "tecnologia disruptiva" foi criado por Clayton M. Christensen e Joseph Bower e introduzido no artigo "*Disruptive Technologies: Catching the Wave*"(1995). Após algum tempo a dupla incluiu o termo “Inovação disruptiva” por reconhecer que poucas tecnologias são realmente disruptivas ou sustentáveis. Eles descrevem o termo como a inovação tecnológica, produto, ou serviço, que utiliza uma estratégia de ruptura com a atualidade, em vez de "revolucionário" ou "evolucionário", com o intuito de derrubar uma tecnologia existente dominante no mercado.

Estudo de caso elaborado pela empresa *Delloite*¹² (2012), abordando a tecnologia disruptiva, apresenta claramente que o aparecimento de aeronaves remotamente pilotadas trouxe grande inovação para os assuntos militares e de equipamentos de guerra, operando em ambiente terrestre, aéreo e naval, constituindo um dos mais notáveis exemplos de tecnologia disruptiva na atualidade. A sua grande autonomia, engenharia dos sistemas, custo reduzido na maioria dos modelos e flexibilidade permitiram que os VANT claramente representassem essa alteração tecnológica disruptiva nos assuntos de defesa e inteligência.

Uma característica da tecnologia disruptiva é a de dominar um mercado existente, seja preenchendo um espaço no novo mercado que a tecnologia antiga não conseguia atender, por trazer uma grande vantagem competitiva em relação ao produto ou serviço existente, ou por sucessivamente ter a sua importância sentida pelo mercado. Podemos observar no histórico dos VANT esse movimento, onde eles começaram como brinquedos representados pelos aeromodelos, passando por aperfeiçoamentos e finalmente tendo a sua importância

¹² Disponível em: <http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Global/Local%20Assets/Documents/Public20Sector/dttl_DefenseUAV_DI_CaseStudy2012.pdf>. Acesso em: 10jul. 2013.

reconhecida pelos líderes do mercado. A dualidade no atual uso e emprego desses *drones*, facilmente encontrados no mercado civil para executar tarefas de fotografia e filmagem aérea, controle de pragas e monitoramento de grandes espaços, pode exemplificar a função disruptiva dessa tecnologia. (BOWER, 1995).

“Várias dessas tecnologias têm aplicações que vão muito além do setor de defesa e podem gerar importantes efeitos de transbordamento para o setor produtivo brasileiro. Veículos autônomos, por exemplo, vão desde aviões não tripulados, utilizados pela Aeronáutica até veículos submarinos utilizados, por exemplo, no setor de petróleo. Os sistemas de apoio e de comando remotos utilizados nesse tipo de veículo podem ser, também, utilizados em outros setores de atividade.” (ABDI, 2010, p 42)

De acordo com o Chefe de Gabinete da Força Aérea Norte-Americana (USAF - *United States Air Force*), Gen. Norton Schwartz, em artigo¹³ publicado na revista *Newsweek*, uma forma de demonstrar como o uso do VANT no cenário da guerra passou a ter preponderância sobre as atuais armas aéreas, as aeronaves, foi a declaração que a USAF treinará mais “pilotos de *joystick*”¹⁴ do que caçadores e pilotos de bombardeiro no ano de 2011. Ainda segundo Schwartz, se você quiser estar no centro da ação atualmente, você deveria pensar em trabalhar com VANT, não sendo um fenômeno temporário e sim uma das carreiras mais sustentáveis atualmente.

Portanto, podemos concluir que a tecnologia embarcada no VANT é uma tecnologia bastante promissora, com diversificada utilização, possibilidade de emprego dual e com grande utilidade para a condução das operações no mar, sendo considerada a tecnologia disruptiva do momento quando se fala em equipamento militar.

¹³ “Attack of the Drones.” *Newsweek*, Setembro 2009. Disponível em: <<http://www.thedailybeast.com/newsweek/2009/09/18/attack-of-the-drones.html>>. Acesso em: 20 jul. 2013.

¹⁴ São considerados os pilotos que se utilizam regularmente de simuladores de voo em computadores e videogames, tanto para treinamento quanto para entreterimento.

2.3 A questão da transferência de tecnologias sensíveis

A tecnologia embarcada no VANT precisa ser do conhecimento dos planejadores e usuários, além de ser necessário que o seu operador tenha a capacidade de efetuar as manutenções e alterações desejáveis ao longo da vida útil do equipamento. Para que isso ocorra, é necessário o desenvolvimento de uma Base Industrial de Defesa (BID) que tenha a capacidade de suprir a Força com um índice adequado de autonomia logística¹⁵. (ABDI, 2010)

Diversos Estados estão numa corrida de exportação de produtos relacionados com VANT. O desenvolvimento desse setor está intimamente ligado à importância que o Estado dá à sua BID, principalmente pela dualidade do seu uso em grande parte das tecnologias inovadoras desenvolvidas. É o uso da tecnologia militar em proveito do uso civil tendo como base as firmas cujos produtos e serviços têm impacto crucial na relação entre os países, ou mesmo nas relações Estado-Sociedade (SIPRI, 2004).

Conforme explicado por RAZA (2011), existe a necessidade de uma política de governo especificamente voltada para a tecnologia dos VANT com os seguintes propósitos a serem alcançados: o desenvolvimento de uma definição operacional uniforme e consistente dos VANT para o Ministério de Defesa, a Polícia Federal, a Agência de Aviação Civil e as três Forças Armadas; o desenvolvimento de doutrina para operação integrada dos VANT com aeronaves tripuladas em um mesmo espaço aéreo; a elaboração, teste e implantação de protocolos de operação de VANT nacionais com os de outros países que fazem fronteira ao Brasil; a viabilização de programa de financiamento para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas e projetos de investigação orientados para prover os fundamentos científicos dos avanços tecnológicos; desenvolver interfaces Operador-VANT para ações táticas e no nível do teatro de operações; e a revisão dos projetos de vigilância de fronteiras terrestres e marítimas

¹⁵ Capacidade que possui um elemento para executar, com os próprios meios orgânicos ou reforçados, as atividades inerentes às funções logísticas necessárias, que o possibilitem a execução de qualquer operação de caráter independente (BRASIL, 2007).

com o objetivo de integração em um único sistema de comando e controle e de informações operacionais.

Abordando a questão de transferência de tecnologia, pode-se observar que há o entendimento pela comunidade internacional sobre os benefícios da parceria causada pela transferência de tecnologia não sensível para os países em desenvolvimento, principalmente como uma forma de atenuar disparidades históricas ou até mesmo atenuar problemas sociais, estimulando o crescimento das capacidades dos arranjos produtivos locais (LONGO, MOREIRA, 2012).

As maiores dificuldades a essa transferência, constituindo de certa forma um cerceamento tecnológico, são as relações comerciais que permeiam a sociedade moderna, sendo no campo da política, economia, investimento em pesquisa e propriedade intelectual, principalmente se estivermos falando de produtos de defesa, onde a abordagem anterior de atenuação de problemas sociais não é vislumbrada.

“No mercado de produtos de defesa e de tecnologia dual, observam-se práticas no sentido de restringir ou negar o acesso ou a posse de bens sensíveis ou serviços diretamente vinculados. Essas práticas erigem barreiras adicionais para que países em desenvolvimento rompam a defasagem que os separa dos desenvolvidos. Mesmo países que aderem aos principais atos do regime de não proliferação nuclear, podem não ter acesso aos materiais e tecnologias necessários ao desenvolvimento da tecnologia nuclear para fins pacíficos, o que constitui uma forma de cerceamento tecnológico” (MOREIRA, 2011, p.144).

Dentro dessa dificuldade, há ainda outra dúvida mais básica: a definição de tecnologia. Ela poderá variar de acordo com o interesse das partes. Uma interessante definição é o entendimento que tecnologia é o conjunto de conhecimentos voltados aos problemas de produção de bens e serviços, não se limitando aos conhecimentos científicos, mas também abrangendo os empíricos, os intuitivos ou inclusive os derivados da experiência (LONGO, MOREIRA, 2007).

A verdadeira transferência de tecnologia será verificada quando o receptor conseguir absorver os conhecimentos transferidos, de forma a passar a ter a possibilidade de

ampliar a sua capacidade inovadora. Essa absorção é relativamente difícil de ser verificada quando o assunto envolve equipamentos de defesa, onde visivelmente se observa uma certa falta de interesse em estimular esse aspecto ou até mesmo a intenção de efetuar um “cerceamento tecnológico”¹⁶. Formalizar o comprometimento entre as partes que estão realizando a transferência é primordial, tornando claro como serão tratados os assuntos de licença de direitos de exploração de patentes, desenho industrial e os de aquisição de conhecimentos tecnológicos, como os de fornecimento de tecnologia e prestação de serviços de assistência técnica e científica. A prática do *Offset*¹⁷ também tem considerado a transferência de tecnologia como uma forma de contrapartida ou compensação comercial (LONGO, MOREIRA, 2012).

O aspecto essencial de um de transferência de tecnologia é a capacidade da Base Industrial de Defesa nacional em absorver as informações que serão passadas, consideradas sensíveis (LONGO, MOREIRA, 2009). Sem que haja uma qualificação de pessoal adequada e que as infraestruturas tecnológicas de pesquisa e desenvolvimento sejam apropriadas, dificilmente esse processo alcançará o êxito desejado, não ocorrendo a alavancagem tecnológica esperada, impedindo que os conhecimentos sejam retidos e consolidados, perdendo-se uma ótima oportunidade de progresso industrial e tecnológico. O trabalho a ser conduzido para a gestão do conhecimento, evitando a evasão de talentos ou o “*brain drain*” é de fundamental importância para evitar perda de continuidade e da própria rotatividade de pessoal (LONGO, 1987).

¹⁶ Prática de Estados, grupos de Estados, organismos estrangeiros, empresas ou outros atores internacionais no sentido de bloquear, negar, restringir ou dificultar o acesso ou a posse de conhecimentos, tecnologias e bens sensíveis, por parte de instituições, centros de pesquisa ou empresas de outros países (LONGO, MOREIRA, 2010).

¹⁷ De acordo com a Política de compensação comercial, industrial e tecnológica da FAB (DCA 360-1, de 13 dez. 2005), *Offset* é: “Toda e qualquer prática compensatória acordada entre as partes, como condição para a importação de bens e/ou serviços, com a intenção de gerar benefícios de natureza comercial, industrial e tecnológica”. “... esses benefícios poderão concretizar-se na forma de: co-produção, produção sob licença, produção subcontratada, investimento financeiro em capacitação da industrial e tecnológica, transferência de tecnologia, treinamento de recursos humanos, contrapartida comercial, etc.”.

Resumidamente, neste capítulo apresentou-se a importância da tecnologia e inovação presente no desenvolvimento e emprego do VANT como equipamento militar, a sua crescente importância quando caracterizada como uma tecnologia disruptiva e o seu vislumbrado emprego nas operações navais, além de analisarmos a questão estratégica ligada à transferência de tecnologia sensível e à capacidade da BID nacional em absorver esse conhecimento de modo a torná-la disponível para a MB e para a sociedade através do uso dual desses equipamentos.

3 O EMPREGO DO VANT EM PROVEITO DA FORÇA NAVAL

Após observarmos a RAM trazida pela implantação dos VANT nas operações militares, da tecnologia disruptiva gerada com o seu desenvolvimento e a problemática da transferência de tecnologias sensíveis entre os Estados, representados por organismos públicos ou privados, apresentar-se-á as possibilidades do emprego da tecnologia do VANT que poderá ser utilizada em proveito da Força Naval, mostrando as principais vantagens e desvantagens do seu emprego quando embarcado em nossos navios da Esquadra e na sua utilização para diminuir e mitigar os efeitos do conceito da névoa e fricção da guerra.

Este conhecimento será essencial para o balizamento e direcionamento dos tópicos de interesse para a MB no processo de implantação desse novo equipamento, permitindo que se façam boas escolhas e se amplifiquem as ações estratégicas¹⁸, assunto que será abordado no capítulo seguinte.

Por não ser objeto deste trabalho, mas como informação adicional e relevante para a utilização do VANT no espaço aéreo brasileiro, mesmo sobre o mar, a AIC 21/10 foi inserida como o anexo A, representando a atual legislação aeronáutica brasileira para o assunto. Nela podemos também encontrar a denominação de ARP (Aeronave Remotamente Pilotada) para aqueles modelos que, principalmente, também podem ser controlados inclusive no solo, sendo considerada uma categoria de VANT.

3.1 Vantagens e desvantagens do emprego do VANT embarcado

Como tecnologia disruptiva da atualidade e sendo observada a sua vantagem relativa quando comparada com as aeronaves tripuladas, algumas Marinhas estão provendo

¹⁸ Ação que compreende um conjunto de medidas de natureza e intensidade variáveis, orientadas para o preparo e o emprego do Poder, na consecução da Estratégia, podendo ser de duas ordens: ação corrente e ação de emergência (BRASIL, 2007).

suas Esquadras com VANT operando embarcados. As características tecnológicas desse equipamento principalmente quanto a autonomia, versatilidade de emprego e ao seu custo reduzido em relação ao binômio navio-aeronave tem despertado a atenção para a possibilidade deste equipamento complementar ou até mesmo substituir os atuais meios aeronavais. O poder das tecnologias disruptivas e inovadoras está na sua capacidade de ampliar sinergias entre preço e desempenho, velocidade e qualidade, conveniência e nível de satisfação com resultados e tantos outros (DELOITTE, 2012).

No mar, o VANT poderá transmitir seus dados e ser controlado por estações em terra, mas também controlado diretamente por navios e outras aeronaves, permitindo uma ampla disseminação das informações, contribuindo para a diminuição da névoa da guerra causada pela incerteza ou erro na coleta dessas informações.

Há décadas a aviação naval mundial é servida por suas aeronaves de asa fixa e de asa rotativa, montando o binômio navio-aeronave. Em comparação com as aeronaves pilotadas que conhecemos hoje em dia, o uso do VANT possui algumas vantagens que o coloca como uma excelente opção para uso como equipamento embarcado. O principal deles seria o de não colocar em risco a vida dos tripulantes e pilotos, cuja formação é bastante onerosa para as Marinhas e cujas perdas trazem bastante impacto para o moral dos tripulantes a bordo (ASHWORTH, 2001).

Outra excelente vantagem dos VANT em relação às atuais aeronaves orgânicas é a sua capacidade de permanecer prolongados períodos em voo, desde que haja a troca dos componentes da equipe de controle no solo, em turnos (CLARKE, 2000).

Analisemos agora os custos envolvidos. A diminuição dos orçamentos dos Estados com aquisição de equipamentos de defesa indicam que o VANT leva vantagem por proporcionar, em média, um baixo custo de aquisição e de manutenção, comparando-os com as caras necessidades dos diversos modelos de aeronaves que equipam as frotas aeronavais da

atualidade. Outro custo indireto relacionado é o custo com a formação de pilotos. Um curso de piloto de helicóptero não sai por menos de US\$ 100.000,00 (cem mil dólares), basicamente em função da necessidade de manutenção das aeronaves e do combustível empregado. Para a formação específica de pilotos de VANT, é verificada uma grande redução desses custos, pois o piloto recebe treinamento quase que totalmente em simuladores de voo e com treinamento baseado em computador (GLADE, 2000).

Uma das suas principais vantagens quando estamos utilizando o VANT é a grande dificuldade dele ser detectado e interceptado, principalmente os modelos menores e de menor autonomia. Esses equipamentos possuem baixas assinaturas radar e térmica. Em contrapartida, eles possuem uma grande assinatura eletromagnética em função da constante transmissão de sinais necessários para o seu controle e monitoramento.

Nesse momento faz-se necessário enfatizar que as estatísticas do uso de VANT nos Estados que foram pioneiros na pesquisa e desenvolvimento deste equipamento experimentaram vários problemas envolvendo interferência eletromagnética, levando a um significativo número de acidentes (GOODMAN, MORTIMER, 2010).

No campo das desvantagens na operação do VANT embarcado, podemos elencar três problemas básicos: primeiro, o problema do *link* de comunicações e controle; segundo, a necessidade de um sistema que permita o pouso em locais restritos e em movimento, como são os conveses de voo dos navios que operam aeronaves, e em áreas com possibilidade de recolhimento em navios menores e sem convoo; e em terceiro, a baixa consciência situacional do piloto de forma a prover autodefesa para o VANT (ASHWORTH, 2001).

A primeira grande desvantagem do emprego de VANT embarcados não decorre somente da sua operação no mar, mas também em terra: as comunicações. O processo de comunicação do VANT com o navio ocorre por duas principais vias: por rádio ou por satélite. As comunicações e controle por rádio estão bastante suscetíveis à influência da meteorologia

local e de interceptações, possuindo grande poder atenuador e de interferências de outras transmissões eletromagnéticas no navio. Já a comunicação por satélite possui melhor qualidade e confiabilidade mas, quando embarcado, depende de estabilização em função do balanço do navio e da quantidade de banda¹⁹ disponível. As principais são a banda KU e X²⁰ (BRIEN, KALLIMANI, WILSON, MOORE, 2010).

Em relação à problemática do pouso em locais restritos, foram desenvolvidos diferentes recursos para receber, em segurança, esses equipamentos a bordo. Eles foram desenhados principalmente levando-se em consideração se o modelo de equipamento utilizava asa fixa ou asa rotativa, o que iria alterar suas velocidades e razões de aproximação. Engenhosos sistemas foram desenvolvidos: redes de recolhimento, sistemas óticos, sistemas por GPS, linha de recolhimento, uso de ganchos e tantos outros. A escolha dependerá do modelo escolhido, do seu tamanho e do tamanho da unidade marítima que o operará.

Outro aspecto que deve ser observado é a adaptação do combustível normalmente utilizado pelas aeronaves para o uso pelo VANT. Inicialmente seriam necessários tanques extras para guardar combustível específico para os VANT atuais numa área do hangar, diminuindo o seu espaço físico. A melhor forma de evitar esse inconveniente seria a operação de modelo que seja compatível com o combustível JP-5, utilizado atualmente pelas aeronaves embarcadas, tendo-se o cuidado de adaptar o bocal e o sistema de abastecimento de forma que forneçam o combustível a um menor razão de fluxo (GOODMAN, MORTIMER, 2010).

Ao abordar os sistemas de lançamento e recolhimento a bordo, dois fatores serão essenciais para determinar o melhor sistema: o balanço (movimento lateral) e caturro (movimento longitudinal) do navio e a área física no convés do navio disponível para essa operação. Um dos mais importantes aspectos na escolha do modelo a ser operado a bordo está

¹⁹ O conceito de banda na classificação dos satélites envolve a faixa de frequência tanto para o *uplink* (caminho percorrido pelas ondas eletromagnéticas até o satélite) quanto para o *downlink* (caminho das ondas do satélite) (BRIEN; KALLIMANI; WILSON; MOORE; 2010).

²⁰ A banda KU é uma faixa de frequência utilizada nas comunicações por satélite de frequência comercial entre 10.7GHz e 18 GHz. Utiliza sinais diferenciados de transmissão e de recepção a partir do satélite. A banda X é uma faixa de frequência de 8 a 12 GHz sendo privativa para uso militar (*Ibidem*).

relacionado com essas características do navio. A experiência norte-americana no desenvolvimento do VANT embarcado demonstrou que a capacidade do sistema de lançamento e de recolhimento com uma rápida prontificação é essencial para o cumprimento da missão de modo eficiente. Ele deve ser possível de ser operado quando encontrar condições meteorológicas desfavoráveis em função da altura das ondas do mar de modo a minimizar o tempo de exposição no convés de lançamento. A turbulência nessa área também deve ser levada em consideração para a operação adequada, assim como acontece com as aeronaves embarcadas (*Ibidem*).

Passando ao patamar de emprego de armamento a partir dessas plataformas, tivemos recentemente a demonstração de lançamento catapultado e de recolhimento enganchado do modelo X-47B. A partir do porta-aviões USS George W. Bush, no dia 14 de maio de 2013, a Marinha norter-americana escreveu um novo capítulo na história da Aviação Naval ao catapultar com sucesso um VANT modelo X-47B da *Northrop Grumman Corp*. Esse modelo denominado UCAV possui capacidade de carga para empregar armamento. Em seguida a esse lançamento, podemos imaginar a inquietação por parte dos pilotos aeronavais americanos após a declaração do principal gerente do programa UCAS para a marinha americana, Don Blottenberger: “Estamos procurando um museu para as aeronaves” (Tradução nossa).²¹

Já em relação à sua autodefesa, devido à maioria possuir dimensões reduzidas e capacidade de carga restrita, grande parte dos equipamentos embarcados não provê ao piloto em posição remota subsídios para aumentar a sua realidade virtual a ponto de permitir uma

²¹ “We’re looking for a museum home for the planes”. Texto completo disponível em <<http://www.defensenews.com/article/20130514/DEFREG02/305140025/X-47-Unmanned-Aircraft-Makes-Successful-Launch>>. Acesso em 10 jul.2013

completa percepção do ambiente externo, restringindo a sua consciência situacional²² e a percepção necessária e indispensável em alguns momentos críticos do voo (GLADE, 2000).

Depois de apresentadas as vantagens e desvantagens no emprego do VANT em relação ao atual binômio navio-aeronave, é fácil entender a grande aderência ao uso desse tipo de equipamento por diversas Marinhas estrangeiras.

“A doutrina consolidada estabelece que VANTs devem executar todas as missões militares consideradas como longas, sujas e/ou perigosas. As missões longas são aquelas em que aeronaves devem permanecer muitas horas sobre uma determinada área, usualmente em tarefas de reconhecimento, busca e salvamento. As missões sujas são aquelas de reconhecimento de áreas possivelmente contaminadas por agentes químicos, biológicos ou nucleares (QBN). As missões perigosas são aquelas que envolvem incursão em território com alta possibilidade de ataque pelo inimigo, obrigando a realização de manobras arriscadas, dando origem a acelerações superiores àquelas que o ser humano é capaz de suportar. Não há o mínimo sentido lógico de empregar-se aeronaves tripuladas na execução dessas três classes de missões, donde decorre o enorme interesse no desenvolvimento de VANTs nessa última década” (ABDI, 2013, p.14 apud GOMES, 2006).

A adoção do uso do VANT embarcado por marinhas de porte médio²³ tem-se mostrado bastante atraente do ponto de vista econômico e operacional, trazendo ganhos para as suas Esquadras principalmente quando empregadas com o objetivo de aumentar a confiabilidade das informações no mar, contribuindo para a redução dos efeitos conceituais da abordagem Clausewitziana da névoa da guerra (HILL, 2000).

O atual nível de desenvolvimento desses equipamentos e a necessidade de carregamento de maiores quantidades de carga, denominada *payload*²⁴ tem levado os idealizadores desses equipamentos a se utilizarem de células de aeronaves comerciais para o desenvolvimento de seus modelos. Um excelente exemplo desta tendência é o emprego da célula da aeronave *Bell 407* para o desenvolvimento do novo VANT da Marinha norte-

²² Percepção precisa dos fatores e condições que afetam a execução da tarefa durante um período determinado de tempo, permitindo ou proporcionando ao seu decisor, estar ciente do que se passa ao seu redor e assim ter condições de focar o pensamento à frente do objetivo. É a perfeita sintonia entre a situação percebida e a situação real (BRASIL, 2007).

²³ Marinhas que não podem facilmente transformar parte da sua força enquanto comparada com uma força convencional maior e de maior número. Modelo descrito por Eric Grove, *The Future of Sea Power*, p. 236-240.

²⁴ “carga paga” ou carga útil– capacidade de carga que pode ser transportada, excetuando-se os sistemas básicos do VANT. Nele estão incluídos os sensores e o armamento quando embarcado (anexo A, p. 45).

americana para operações embarcadas, o MQ-8C *Fire X*, que proporcionará aos comandantes dos navios daquela Marinha um raio de ação aumentado, maior autonomia e capacidade de carga.

Deste modo, analisando os aspectos apresentados acima, é claro observar que as vantagens superam, nos campos tecnológicos e operacionais, as desvantagens na operação do VANT, desde que sejam tomados os devidos cuidados por ocasião da sua implantação e na condução criteriosa das suas atividades quando operando a bordo de navios.

3.2 A diminuição da névoa da guerra com o uso da tecnologia

Observado as várias possibilidades de utilização dos VANT embarcado, destacaria a capacidade de realizar esclarecimentos e de obter informação, do mesmo modo que as aeronaves embarcadas o fazem atualmente, mas com grandes vantagens. Podemos observar que um VANT tem várias competências²⁵ que o qualificariam para reduzir o que conhecemos como a metáfora da “névoa da guerra”.

Em sua obra “*On War*” (1832), Clausewitz (1780-1831) indicou que “a névoa” envolve não apenas as reais incertezas nas interações entre a execução e o planejamento e operação de combate, mas também em grande parte da falha de entendimento ou avaliação gerada pela falta ou conhecimento inadequado de todas as informações necessárias. Essa “névoa” de informação e de conhecimento seria a ferramenta mais adequada para aliviar os efeitos da atrição entre as forças oponentes. (DIEGO, THIAGO, 2013).

Ele também descreveu essas características da “névoa” como parte do conceito da “fricção da guerra”. A fricção se baseava no conjunto de fatores, externos e internos, que distinguiam a guerra real sendo executada da guerra do papel planejada. Fatores inesperados

²⁵ Competência, em administração, é a integração e a coordenação de um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes (C.H.A.) que na sua manifestação produzem uma atuação diferenciada. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/o-que-e-competencia-e-habilidade/48435/>>. Acesso em: 19 jul.2013.

fariam com que o planejamento tivesse que sofrer alterações e revisões constantes ao longo da batalha. Podemos entender também como a dificuldade que todos os escalões, do tático ao estratégico, tem de compreender a situação da guerra como um todo, e dos problemas causados pelas diferentes percepções desses escalões de uma mesma situação.

“Tudo na guerra é muito simples, porém a coisa mais simples é difícil. As dificuldades se acumulam e acabam por provocar um tipo de atrito que é inconcebível, a menos que se tenha experimentado a guerra. (...) Inúmeros incidentes sem importância combinam-se para baixar o nível geral de desempenho, de modo que sempre se deixa de atingir a meta pretendida” (McNEILLY, 2004, p. 160).

Durante os anos seguintes à sua publicação, essa teoria teve a sua origem atribuída à fumaça causada pela pólvora dos canhões, que criando uma névoa densa, dificultavam a observação do campo de batalha, levando à ações e deslocamentos desnecessários e até mesmo causando a morte de seu próprio pessoal.

No ambiente militar, operações de informação, esclarecimento e de inteligência tem sido desenvolvidas no campo tecnológico com o emprego de equipamentos eletroeletrônicos e de computadores, e recentemente passaram a ser empregados VANT por causa de sua flexibilidade e das características vantajosas já apresentadas anteriormente

A importância do incerto, da fricção e da desordem são bem notados na literatura militar, mas todas as atenções para esse fenômeno na RAM parecem demonstrar que o emprego da tecnologia vem a minimizar os seus efeitos quando aplicados aos conceitos de Clausewitz da névoa e da fricção na guerra. A guerra centrada em redes no mar vem a colaborar para o incremento da consciência situacional e para a dominância do teatro de operações. E nesse aspecto os VANT tem uma posição central para que o sistema de C² (Comando e Controle) funcione de forma satisfatória, permitindo que nossos líderes possuam a “dominância de todo o espectro” (SCHOLER, 2002).

A participação do VANT no cenário de operações navais permitirá reduzir o impacto de informações imprecisas e até mesmo a ausência de informações, de forma que

aparentes eventos sem significado possam ter consequências que fujam completamente ao nosso controle, não possuindo uma linearidade ou proporção, de difícil ou impossível previsão, caótico, traduzindo-se em fricção (ILACHINSKI, 1996).

O principal elemento que serve de elo na adoção da tecnologia embarcada do VANT é o homem, o piloto. Esteja ele dentro ou fora da cabine, o piloto é nesse contexto de um cenário de informações imprecisas, o grande receptor do fluxo de causalidade e de não linearidade apresentados na teoria da névoa da guerra. Do ponto de vista político ou tático no campo de batalha, ele será o principal elemento deste novo equipamento.

“O VANT é o elemento que carrega o fluxo de causalidade nesse ambiente de ações, ameaças e funções multidimensionais, para a geração dos efeitos políticos desejados, sem risco para os pilotos, com muito baixa capacidade de interceptação, a um custo muito mais baixo do que seria possível com sistemas convencionais tripulados. E se por acaso o VANT falhar em sua missão, não se tem nas mãos o “embaraço político” de ter pilotos capturados” (RAZA, 2010, p. 5).

Clausewitz (2010) listou as oito maiores fontes de fricção, que fariam com que um simples plano fosse tão difícil de executar na guerra:

- 1- Insuficiente conhecimento do inimigo;
- 2- Boatos e rumores (informação recebida de terceiros ou por espiões);
- 3- Incerteza sobre a sua própria força e posição;
- 4- Aumento exagerado das incertezas pela sua própria força;
- 5- Diferença entre a expectativa e a realidade;
- 6- O fato que a nossa própria força nunca é forte como aparece no papel;
- 7- Na dificuldade de fazer a logística adequada; e
- 8- Na tendência de abandonar ou alterar os planos quando confrontado com a realidade do campo de batalha.

Destes oito itens podemos facilmente identificar que a entrada de operação do VANT no teatro de operações marítimo permitirá que pelo menos cinco dos oito itens sejam mitigados (do item um ao cinco), diminuindo a “névoa” que existe no teatro de operações,

reforçando a grande importância que tem sido dada para o emprego desses equipamentos. O objetivo deles no mar seria de permitir aos Comandantes “ver e entender tudo no teatro de operações marítimo” (WATTS, 1996).

Após analisarmos a possibilidade de emprego do VANT em proveito de uma Esquadra, elencar as principais vantagens e desvantagens do seu emprego embarcado, e de analisar a diminuição da incerteza e da não-linearidade dos conflitos com o emprego da tecnologia presente nesses novos equipamentos remotamente pilotados, partiremos para uma apresentação dos principais tópicos de interesse para a MB no processo de interiorização das operações aéreas com esse novo aparato tecnológico. Esses tópicos permitirão o ingresso num seleto grupo de Estados que estarão se preparando para a guerra do futuro.

4 TÓPICOS DE INTERESSE DA MB

Após ter descrito a tecnologia e a inovação trazidas pelo emprego dos VANT e suas vantagens e desvantagens como facilitadores para a diminuição da névoa da guerra quando em uso e proveito da Esquadra no mar, apresentar-se-á alguns tópicos de interesse da MB para a implantação deste novo equipamento, diferentemente do modo de utilização utilizado atualmente pelo Centro de Apoio a Sistemas Operativos (CASOP).

Neste sentido, os itens a seguir apresentarão alguns requisitos operacionais e a descrição de alguns sistemas e equipamentos embarcados, como *payload*, a formação e treinamento dos pilotos e das equipes de apoio no solo e as diversas opções de introdução que a MB possui para inseri-lo como equipamento nos navios da sua Esquadra. No meu entendimento, o conhecimento desses tópicos deveriam ser do conhecimento de todos os Oficiais embarcados e que ocupam cargos de assessoramento em toda a cadeia de implantação deste novo equipamento na Esquadra, principalmente pelos Aviadores Navais.

4.1 Requisitos operacionais e de sistemas para operação no mar

Em decorrência da diversidade de tecnologia embarcada e das inovações trazidas através do emprego dos VANT, torna-se imprescindível uma boa análise dos requisitos operacionais e dos sistemas que escolheremos para equipar os modelos com a possibilidade de serem escolhidos para uso pela MB.

É requerida uma análise, baseada nas experiências adquiridas no mar por outras Marinhas e aproveitar a experiência no assunto da própria FAB. Essas experiências abrangem dados avaliando condições atmosféricas, estado do mar, missão a ser realizada, restrições operacionais e de tecnologia. Considerando os futuros requisitos a serem avaliados pela MB, e que certamente não deverão se restringir a um único modelo pela variedade de tarefas a serem

cumpridas, requisitos de aeronavegabilidade²⁶, performance de voo, *link* de dados e expectativa de carga a ser transportada devem ser estudados e a sua interação com o equipamento analisada (TORUN, 2000).

Características como relação custo x benefício, capacidade de manutenção, confiabilidade, resistência e disponibilidade são alguns dos requisitos desejáveis desses sistemas, além de certos requisitos básicos como a capacidade de operar dia e noite, em diferentes condições meteorológicas, em variadas altitudes de voo, além da linha de visada do operador, operação em tempo real e capacidade de operar multimissão (ASHWORTH, 2001)

A primeira grande definição a ser feita é sobre a utilização de modelos de asa fixa ou de asas rotativas. Após essa análise que levará em conta diversos fatores, alguns subsistemas devem ser observados para a aquisição, desenvolvimento e operação dos VANT por uma Esquadra. Para veículos aéreos seus principais subsistemas seriam os que envolvem os requisitos de aeronavegabilidade como raio de ação, a autonomia, o teto de operação, velocidade de voo e razão de subida.

Em relação à autonomia podemos observar uma variação bastante significativa entre os modelos de VANT existentes. Elas serão proporcionais à altitude voada, sua velocidade de cruzeiro, e principalmente, à capacidade de combustível que ele conseguirá carregar, em detrimento à necessidade de carregar sensores. É uma balança bastante sensível para o planejamento. Resumidamente, quanto mais combustível, menos sensores (BRIEN; KALLIMANI; WILSON; MOORE; 2010).

A capacidade de flexibilização e adaptação à novas tecnologias já devem ser previstas quando do desenvolvimento do projeto do VANT ou dos processos de aquisição, ampliando a sua capacidade e a sua própria possibilidade de se defender de tecnologias que lhe façam ameaça, como o desenvolvimento de contramedidas a esse tipo de equipamento (COUNCIL, 2006).

²⁶ Propriedade ou capacidade de uma aeronave de realizar um voo seguro ou navegar com segurança no espaço aéreo.

Um dos principais objetivos do VANT é que ele consiga carregar o maior número possível de sensores, os quais darão capacidade de comando e controle para o operador ou simplesmente se tornar os “olhos da Esquadra”. Nesse sentido se faz importante que eles sejam modulares e de fácil integração. Também deve ser observada a capacidade de dualidade do emprego das plataformas, podendo operar para o atendimento de diversos fins, tanto no campo de batalha como em atividades subsidiárias (DELBERT; RAFAEL; DAVID; HELMUT; MOPRITZ; 2001).

Em relação ao *link* de dados, o controle dos VANT era feito inicialmente na faixa UHF. De forma a ampliar o raio de ação e utilizar a grande autonomia de alguns modelos, passou-se a adotar o controle pela banda KU, normalmente empregada nas comunicações por satélite. A grande capacidade de uso da banda com imagens e vídeo é uma das grandes vantagens na adoção desse tipo de equipamento para apoio ao processo decisório e a diminuição dos efeitos da névoa da guerra. (PARDESI, 2005)

Algumas características desejáveis para o *link* de dados são a disponibilidade global da frequência utilizada, da capacidade de resistência a interferências não intencionais do espectro eletromagnético operando num ambiente com diversos sinais de radiofrequência e ter a capacidade de limitar a capacidade de interceptação provocada do *link*, tanto dos dados existentes nos sinais transmitidos e recebidos quanto da capacidade da unidade de controle no solo *Ground Control Station* (GCS) tornar-se um alvo para armamento antirradiação²⁷. Esta capacidade da banda do *link* de dados deve ser compatível com a capacidade da estação de controle no solo, de forma a permitir a operação das plenas capacidades do VANT em tempo real (TORUN, 2000).

As estações de controle no solo são o controle operacional do VANT e de todos os seus sistemas. Eles controlam o lançamento, todo o voo e o recolhimento, recebendo e processando os dados originados dos sensores embarcados. Tecnicamente o processo de

²⁷ Armamento que se destina a destruir pontos emissores de radiação radar ou transmissora de rádio.

miniaturização dos componentes de controle e recepção de dados e vídeo tem permitido a alocação desses sistemas em espaços cada vez menores, podendo até mesmo ser portátil com a adoção de GCS em pequenas maletas. Essas GCS portáteis permitem grande flexibilidade ao equipamento, além de serem ideais para a operação em pequenos navios. O tamanho dessa GCS deverá ser proporcional à capacidade de monitoramento, controle e análise dos dados coletados pelo VANT (*Ibidem*).

As características do GCS são importantíssimas para a operação segura e adequada do VANT. Como principais capacidades ele deverá gerar e processar os planos de voo, permitir a flexibilização dos sensores durante a execução da missão e principalmente possuir a capacidade de recebimento de áudio e vídeo através do *link* de dados em tempo real, permitindo a implantação de um plano de emergência em caso de falha de equipamentos e como interface para outros sistemas de comando e controle disponíveis e que se utilizem dos dados enviados do VANT (*Ibidem*).

Em relação ao controle e manutenção por pessoal devidamente qualificado, esse item será melhor analisado no tópico 4.2 que trata da formação e treinamento de pilotos e equipes de solo.

Os sensores embarcados são os “olhos e ouvidos” do VANT. A transformação no sentido de prover capacidade AEW, utilizando *link* de dados, permitirá a detecção de emissões eletromagnéticas e o seu consequente uso após análise para o ataque e a defesa da Força no mar. Contando com o sistema receptor AIS²⁸ ele permitirá uma rápida identificação dos navios.

Equipamentos sensíveis como os sensores Óticos e Infravermelho, comumente chamado de FLIR²⁹, permitem o acompanhamento de unidades no mar, durante o dia ou noite,

²⁸ *Automatic Identification System* - Sistema de monitoramento utilizado em navios com o objetivo de identificar e localizar embarcações.

²⁹ O FLIR (do inglês "*Forward Looking Infra-Red*" - "infravermelho olhando para a frente") (tradução nossa) é um dispositivo que detecta a radiação infravermelha emitida por objetos. Usa a energia térmica emitida para formar imagens tridimensionais dos objetos observados.

sendo empregados em missões de reconhecimento e inteligência. Em função de diferentes temperaturas dos meios a serem acompanhados e da temperatura média do mar, esse tipo de equipamento é bastante adequado para ser utilizado nas operações navais (BRIEN; KALLIMANI; WILSON; MOORE, 2010).

Devem ser também avaliados sistemas de voo automático e de designação de rota que reduzem a carga de trabalho dos controladores, além de permitirem o foco no objetivo da missão e na análise dos dados coletados. A GCS deve ter a capacidade de trocar informações com os sistemas táticos dos navios, permitindo uma maior sensação de controle e diminuindo os efeitos da falta de informações corretas e confiáveis, contribuindo para minimizar os efeitos da teoria da névoa da guerra.

A capacidade de carregar armamento como parte do seu *payload* tem sido bastante desenvolvida através dos VANT denominados UCAV, com maior capacidade de carga e autonomia, onde prioritariamente devem ser utilizadas bombas inteligentes³⁰, maximizando o efeito desejado. Dificilmente VANT projetados para realizar a tarefa básica de esclarecimento estarão capacitados a carregar a quantidade de carga adequada para levar armamento aéreo.

Outros importantes aspectos relacionados com o início das operações do VANT é a utilização do espaço aéreo conjunto com outras aeronaves, da legalidade no seu uso e das implicações éticas como consequência do possível emprego de armamento a partir dessas plataformas, aspectos esses que serão omitidos neste trabalho por não fazerem parte do escopo proposto da pesquisa com o foco na tecnologia.

Logo, conclui-se que as várias características tecnológicas deste novo equipamento e das possibilidades vislumbradas quando em uso na MB devem ser levados em consideração no momento de elaboração dos Requisitos de Estado-Maior (REM) e dos

³⁰ Bomba inteligente é uma munição guiada destinada a atingir com alto grau de precisão alvos específicos, usualmente de elevado valor econômico (condição estratégica) ou militar (condição tática), minimizando os danos colaterais. (HALLION, 1995)

Requisitos de Alto Nível de Sistemas (RANS) de forma que o VANT cumpra a sua missão de forma eficaz e eficiente quando operado a partir dos navios da Esquadra.

4.2 Formação e treinamento de pilotos e equipes de solo

Analisar-se-á primeiramente o pessoal de apoio das equipes de solo. Fazendo uma analogia com o pessoal de manutenção e de apoio já existentes nas operações aéreas embarcadas com as nossas aeronaves, pouca coisa deve mudar. A formação de equipes, ou DAE³¹, deverá abranger as diversas especialidades existentes nos modelos de VANT e suas tecnologias, pessoal especializado para as operações de lançamento e recolhimento, controle da carga e de manutenção dos sensores. Especial atenção deverá ser dada para o pessoal de eletrônica e de motores, que serão bastante sobrecarregados pela característica tecnológicas dos VANT. Por exemplo, modelos de VANT utilizados pela Marinha norte-americana de decolagem vertical requerem 18 pessoas para cobrir todas as necessidades operacionais e de manutenção. Operações a partir de terra mas com controle a bordo requererão equipes bem menores, somente para controle operacional (RAZA, 2010).

É importante salientar que deve ser evitado o incremento das equipes quando o objetivo é a redução de custos com a implantação do VANT. Em navios de pequeno porte, pessoal da tripulação deverá ser treinado para satisfazer as necessidades básicas de apoio aos lançamentos e recolhimentos. Em caso de necessidade, pessoal técnico como parte da tripulação poderá prover manutenção de 1º escalão³² quando necessário (BRIEN; KALLIMANI; WILSON; MOORE, 2010).

³¹ Destacamento Aéreo embarcado – Fração de um Esquadrão, constituído para operar organicamente uma aeronave a partir de um determinado navio (BRASIL, 2007).

³² Compreende as ações realizadas pelo usuário e/ou operador do equipamento, com os meios orgânicos disponíveis no próprio quartel, visando a manter o material em condições de apresentação e funcionamento. Engloba atividades de manutenção preventiva e preditiva, com ênfase na conservação do equipamento, podendo ser realizada reparações de falhas de baixa complexidade. NBR 5462 (ABNT, 1994)

Uma das atratividades do VANT quando do início do seu desenvolvimento foi a possibilidade de tirar o piloto do campo de batalha. O VANT permitiria a manutenção dos efeitos políticos desejados pela intervenção militar efetivada, mas sem risco para os pilotos de serem abatidos ou mortos em combate, reduzindo os efeitos políticos negativos dessa situação para os Estados a nível zero (RAZA, 2010). Sendo assim, o processo de formação de pilotos para a operação desse tipo de equipamento e de equipes de manutenção e de solo passou a ser essencial durante o seu desenvolvimento.

Em relação aos pilotos é essencial reconhecer a sua função a bordo das aeronaves atuais. O piloto é um dos requisitos técnico operacionais para que sejam solucionados os problemas inerentes ao processo decisório ao longo do voo, baseado no seu treinamento, talento individual e na sua educação aeronáutica, com ciclos de decisão bastante curtos e ação proativa. (*Ibidem*).

Já os pilotos do VANT são necessários para assegurar a integridade dos protocolos operacionais e de controle de toda a missão, incluindo fases específicas e que normalmente requerem grande habilidade psicomotora como o pouso e a decolagem. Outra interessante análise sobre a formação e treinamento de pilotos para o VANT é que esse equipamento tem a capacidade de reduzir o estresse operacional devido à redução da exposição ao risco e à sensação de segurança.

“Os VANT são o elemento que carrega o fluxo de causalidade nesse ambiente de ações, ameaças e funções multidimensionais para a geração dos efeitos políticos desejados sem risco para os pilotos, com muito baixa capacidade de interceptação e a um custo muito mais baixo do que seria possível com sistemas convencionais tripulados. E, se por acaso o VANT falhar em sua missão, não se tem nas mãos o “embaraço político” de ter pilotos capturados[... Pilotos são os “bens” mais difíceis e caros de se produzir em tempo de paz, e com alta taxa de perdas em tempo de guerra, cuja escassez condiciona alternativas estratégicas” (RAZA, 2011).

Uma das principais controvérsias no emprego por forças militares é a reação adversa encontrada entre os reais pilotos de aeronaves. Os Estados Unidos da América estão

encontrando dificuldades para atrair e manter pilotos de VANT qualificados, denominando-o nível de retenção (DELBERT; RAFAEL; DAVID; HELMUT; MOPRITZ; 2001).

Há uma certa discriminação contra os pilotos de VANT, não sendo a eles transferida a imagem romântica da atividade aérea, nem tampouco os registros de horas de voo e o alcance de respectivas marcas, tão importantes para o desenvolvimento das suas carreiras aéreas. Para reduzir esse desconforto na categoria, já estão sendo realizados cursos especializados para a formação e treinamento de pilotos especializados de VANT (RAZA, 2011).

4.3 Opções de introdução do VANT na Esquadra pela MB

A MB opera desde os anos 80 alguns modelos de alvos aéreos com o objetivo de auxiliar o processo de alinhamento de sistemas de direção de tiro e a condução da avaliação de sensores e outros equipamentos nos navios da Esquadra. Operados pelo CASOP, esses equipamentos introduziram a tecnologia do VANT em apoio aos navios, mas em nada contribuíam operacionalmente de forma direta para a sua operação no mar e nas comissões que os navios participavam.

Existem algumas opções de introdução da operação de VANT nas Esquadras que podem ser adotadas por Marinhas de médio porte e que são dependentes de tecnologia externa, como por exemplo a MB. Ashworth, em seu livro “*Unmanned Aerial Vehicles And The Future Navy*” (2001) apresentou as três principais opções de modelos de como introduzi-lo numa Esquadra.

A primeira delas seria esperar um pouco mais a definição de equipamentos, sistemas e modelos adotados por Marinhas melhor equipadas, observando o que está sendo feito e seus resultados. Esse tipo de abordagem proporcionaria tempo para uma aprendizagem com a experiência alheia e a verificação dos verdadeiros sucessos alcançados quando da

operação em serviço. Este caminho evitaria gastos desnecessários com testes e escolhas erradas tomadas pela pressão do mercado e sua constante necessidade de vendas e de atualizações. Ao mesmo tempo poderia ganhar experiência com o intercâmbio de oficiais e praças em Marinhas que já operam os diversos equipamentos, de forma a montar uma base de conhecimento técnico sobre o assunto. A desvantagem dessa abordagem é a incapacidade de mitigar os riscos causados pelo uso desse equipamento por outras Marinhas, pelo desconhecimento operacional e tecnológico do equipamento e das suas possibilidades e limitações.

Uma segunda opção de emprego seria a aquisição ou arrendamento de um conceituado modelo, de decolagem vertical ou de asa fixa, com os recursos tecnológicos adequados para a operação embarcada por um período determinado de tempo, contemplando uma variada gama de equipamentos embarcados e sensores. Nele os modelos poderiam ser testados em vários modelos de navios, dos maiores para os menores, permitindo uma avaliação dos modelos e observados suas vantagens e desvantagens, facilitando um melhor aprofundamento para o processo de aquisição em escala. É importante lembrar que o VANT possui tempo de vida relativamente curto em relação às aeronaves utilizadas pela Aviação Naval. São equipamentos frágeis e bastante sensíveis. Esse modelo permitiria a maturação de procedimentos operativos necessários ao longo dos diversos testes realizados.

O terceiro e mais caro processo de introdução do VANT numa Esquadra seria a aquisição de um sistema completo já operacional em número e modelos adequados aos diversos meios navais. Nesse modelo de aquisição estariam incluídos o treinamento completo das equipagens e suporte de material. Com a aquisição do pacote completo, a MB estaria apta a operar de forma satisfatória em curto espaço de tempo o VANT em operações navais, como substituto ou em complemento às operações aeronavais embarcadas. Como desvantagem desta solução elencaria o desconhecimento tecnológico adequado e a falta de uma BID

adequada para a realização de atualizações e manutenção, ficando a MB dependente completamente do fabricante de origem e o País com um equipamento para sua defesa com grande vulnerabilidade.

Em face ao exposto, o aspecto mais importante que deverá ser levado em consideração é que a nossa Esquadra possui navios de diferentes tonelagens, operando aeronaves convencionais em convoos ou não. Deste modo, imaginar que toda a Esquadra deverá optar por um único modelo de VANT apresenta-se como inadequado e equivocado.

Eles deverão ser escolhidos de acordo com a missão que realizarão, mas principalmente a partir de qual plataforma serão operados. Desta forma, é da minha opinião que a MB deva criar o mais rápido possível um Esquadrão de VANT, de forma a centralizar os estudos, avaliar a tecnologia disponível e o conhecimento técnico sobre o assunto, com os mesmos objetivos operacionais utilizado pela FAB quando da criação do seu Esquadrão 1º/12º GAv - Esquadrão Hórus, baseado em Santa Maria – RS.

5 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram abordados alguns conceitos tecnológicos sobre o VANT e de como ele deve ser empregado em operações aéreas no mar. Mas muitos desses conceitos ainda dependem de estudos aprofundados e de estudos na área técnica de forma a garantirem um nível adequado de sobrevivência aos sistemas, evitando desperdício de dinheiro e de energia, já que vivemos dias de restrições orçamentárias e contingenciamento de recursos

Observado o presente estado tecnológico da maioria dos VANT com capacidade de operar a bordo de navios, ainda podemos observar que persistem problemas relevantes que limitam nossa habilidade de usar esse equipamento de forma apropriada, principalmente aquelas que auxiliarão as decisões que serão tomadas no calor da batalha. Alguns problemas de sistemas de lançamento e recolhimento em navios menores ainda persistem.

A padronização e entendimento por todos os setores envolvidos como a Esquadra, os Centros de Instrução e Adestramento, os navios e suas tripulações, a Aviação Naval e seus pilotos e mecânicos, permitirão que a operação adequada do VANT em operações aeronavais seja praticada em curto espaço de tempo pela MB, desde que observados aspectos tecnológicos relevantes e de segurança. Com os atuais avanços tecnológicos disponíveis, mas ainda em processo de aquisição por Marinhas de médio porte como a MB, é possível prever que dentro de um curto espaço de tempo o emprego de VANT se tornará um pré-requisito para as operações das Esquadras no mar e um grande fator contribuinte para o incremento do Poder Naval de diversos Estados.

O entendimento que houve uma RAM com a utilização da tecnologia presente no VANT no cenário dos conflitos armados é essencial para a percepção da sua necessidade da sua integração com os diversos sistemas de bordo dos navios e o provável emprego muito similar às nossas aeronaves embarcadas, cumprindo o trabalho com muito mais segurança do

que o binômio navio-aeronave com pilotos a bordo em operações de risco, mesmo em tempos de relativa paz.

Apresentamos também a característica disruptiva da tecnologia envolvida. Questões como capacidade de assimilação de uma transferência de tecnologia pela nossa BID e como fazê-la em função das informações sensíveis é de essencial importância principalmente num processo de aquisição e internalização de novos meios e equipamentos, além da vulnerabilidade em relação ao domínio da tecnologia e da manutenção e reposição de equipamentos e peças.

Tivemos também a oportunidade de analisar neste trabalho algumas características dos VANT que os tornam adequados ao esclarecimento marítimo e outras tarefas. Os VANT que dispõem de grandes autonomias, a capacidade de operar em grandes altitudes, e a possibilidade de controle via satélite, possibilitam o esclarecimento em grandes áreas marítimas, fora do alcance visual dos navios. A instalação de múltiplos e variados sensores e equipamentos os tornam ainda mais um equipamento desejável, tanto para substituição quanto para complemento das aeronaves orgânicas tripuladas.

Requisitos de confiabilidade, sustentabilidade em ambiente hostil e de mobilidade devem ser observados na escolha do equipamento a ser adquirido ou projetado. Operar diferentes modelos que estejam adequados para diferentes tarefas é uma opção que deve ser discutida.

Verificamos ainda que deve ser dada especial atenção para o pessoal, o nosso maior bem. O processo de formação de pilotos e mecânicos deve ser orientado para as novas tecnologias empregadas, facilitando uma melhor adaptação e melhoria do rendimento no cumprimento da missão.

Finalmente, elencamos algumas das possibilidades de internalização do equipamento VANT na MB e os principais aspectos que devem ser levados em consideração

para esta escolha, principalmente aspectos políticos e estratégicos relacionados à importância do domínio da tecnologia e suas vulnerabilidades.

Sendo assim, as características dos VANT permitem que tenhamos a certeza de que essa nova tecnologia disruptiva, complementa ou substitui com vantagens os sensores embarcados, as aeronaves orgânicas e as aeronaves provenientes de terra para realizar esclarecimento marítimo e tarefas de inteligência operacional no mar, minimizando os possíveis problemas e dificuldades oriundos da falta de informações confiáveis no campo de batalha marítimo, evidenciados pelo conceito de fricção e da névoa da guerra de Clausewitz.

REFERÊNCIAS

ASHWORTH, Peter. Lieutenant Commander, RAN. **Unmanned Aerial Vehicles And The Future Navy**. Working Paper No. 6. Sea Power Centre, Royal Australian Navy, 2001. Disponível em: < http://www.navy.gov.au/sites/default/files/documents/Working_Paper_6.pdf > Acesso em: 4 jul. 2013.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Estudos Setoriais de Inovação – Base Industrial de Defesa. Determinantes da acumulação de conhecimento para inovação Tecnológica nos setores industriais no Brasil**. Brasília, DF, 2010. 72p. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Estudo_Setorial_Inovacao_Defesa.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2013.

_____. **Panorama da Base Industrial de Defesa - Segmento Aeroespacial**. Brasília, DF, 2013. 72p Disponível em: < [http://www.abdi.com.br/Estudo/Aeroespacial_baixa%20\(2\).pdf](http://www.abdi.com.br/Estudo/Aeroespacial_baixa%20(2).pdf) >. Acesso em: 5 ago. 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5462: Confiabilidade e manutenibilidade - terminologia**. Rio de Janeiro, 1994.

BOTANA, Flavio. **O que são tecnologias disruptivas e como estão afetando o setor gráfico**. Revista Tecnologia Gráfica. Nº 74. 2010. Disponível em: < http://www.revistatecnologiagrafica.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1242:o-que-sao-tecnologias-disruptivas-e-como-estao-afetando-o-setor-grafico&catid=81:gestão >. Acesso em: 7 ago. 2013.

BOWER, Joseph L.; Christensen, Clayton M. (1995). **Disruptive Technologies: Catching the Wave**. Harvard Business Review, vol 73 January-February 1995.p. 43-53.

BRASIL. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. **EMA- 305 Doutrina Básica da Marinha. 1. Revisão**. Brasília, DF, 2004. 46p.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Amazônia Azul. O Patrimônio brasileiro no mar**. Site Institucional do Comando da Marinha. Brasília, DF, 2011. Disponível em <http://www.mar.mil.br/menu_v/amazonia_azul/html/definicao.html>. Acesso em: 04 jul. 2013.

_____. Escola de Guerra Naval. **Guia de Estudos de Estratégia**. EGN 304B. Rio de Janeiro, 2006.

_____. Força Aérea Brasileira. **Política e estratégia de compensação comercial, industrial e tecnológica da Aeronáutica**. DCA 360-1, Brasília, DF, 2005. 21p.

_____. Ministério da Defesa. Estado-Maior de Defesa. **Glossário das Forças Armadas – MD35-G-01**. 4 ed. Brasília, DF, 2007. 274p.

BRIEN, A; KALLIMANI, J; WILSON, P; MOORE, L. **Applications for Navy Unmanned Aircraft Systems**. National Defense Research Institute. 2010. Disponível em: <

http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/monographs/2010/RAND_MG957.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2013.

CLARK, Lt Col Richard M., **Uninhabited Combat Aerial Vehicles: Airpower By the People, For the People, but Not With the People**. CADRE Paper no. 8, College of Aerospace Doctrine, Research and Education (Maxwell AFB, AL: 2000), 15–16. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA382577>>. Acesso em: 05 abr. 2013.

CLAUSEWITZ, Carl von. **On War**. 1832. Editado e traduzido por Michael Howard e Peter Paret, Princeton University Press, 1976, p. 119.

CLAUSEWITZ, Carl Von. **Da Guerra**. São Paulo: Martins Fontes. 3ªEd. 2010. p 1040.

COUNCIL, National Research. **Autonomous Vehicles in Support of Naval Operations**. Committee on Autonomous Vehicles in Support of Naval Operations. 2005. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/11379.html>>. Acesso em: 5 abr.2013.

_____. **Identification of Promising Naval Aviation Science and Technology Opportunities**. Committee on Identification of Promising Naval Aviation Science and Technology Opportunities, 2006. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/11566.html>>. Acesso em: 5 abr. 2013.

DELBERT C., RAFAEL R., DAVID P., HELMUT H.,MORITZ E. **Shaping the future of naval warfare withunmanned systems**. Naval Surface Warfare Center. 2001. Disponível em: <<http://www.dtic.mil/cgi-bin/GetTRDoc?AD=ADA397057>>. Acesso em: 01jul.2013.

DELOITTE Touche Tohmatsu Limited (DTTL). UK. **How disruptive innovation can help government achieve more for less: Disruptive innovation case study of Unmanned Aerial vehicles**. 2012. Disponível em: <http://www.deloitte.com/assets/Dcom-Global/Local%20Assets/Documents/Public%20Sector/dttl_DefenseUAV_DI_CaseStudy2012.pdf>. Acesso em: 10jul. 2013.

DIEGO, R; THIAGO B. **Reflections on The Fog of (Cyber)War**. National Center for Digital Government. 2013. NCDG Policy Working Paper No. 13-001. Disponível em: <http://www.umass.edu/digitalcenter/research/working_papers/13_001_Canabarro-Borne_FogofCyberWar.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2013.

GLADE, David. Lt Col, USAF. **Unmanned Aerial Vehicles: Implications for Military Operations**. Occasional Paper No. 16. Center for Strategy and Technology, Air War College, 2000. Disponível em: <<http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/cst/csat16.pdf>> Acesso em: 1 jul. 2013.

GOEBEL, Greg. **Unmanned Aerial Vehicles v 2.0.0**. 2012. Site que reúne informações disponíveis em domínio público. Disponível em: <<http://www.vectorsite.net/twuav.html>>. Acesso em: 15 abr. 2013.

GOMES, V. A. **Poder aeroespacial não convencional: tendências doutrinárias de emprego de sistemas de veículos aéreos não tripulados**. 2006. 149 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Aeroespaciais) – Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2006.

GOODMAN, M; MORTIMER, R. **UAV Integration Aboard U.S. Navy Ships**. EUA. 2010. American Society of naval Engineers. Disponível em: https://www.navalengineers.org/SiteCollectionDocuments/2010ProceedingsDocuments/Launch2010/Goodman_Paper.pdf >. Visitado em 08jul.2013.

GROVE, Eric. **The Future of Seapower**. US Naval Institute Press. EUA.1990. P 236-240.

HALLION, P. Richard. **Precision Guided Munitions and the New Era of Warfare**. Air Power Studies Centre. 1995. APSC Paper number 53. Australia. Disponível em <<http://www.fas.org/man/dod-101/sys/smart/docs/paper53.htm>>. Acesso em 17jul. 2013

HILL, Richard. Rear Admiral -Former, RAN. **Medium Power Strategy Revisited**. Working Paper No. 3.Sea Power Centre, Royal Australian Navy, 2000. Disponível em: <http://www.navy.gov.au/sites/default/files/documents/Working_Paper_3.pdf > Acesso em: 5 jun. 2013.

ILACHINSKI, Andrew. **Land Warfare and Complexity- Part I: Mathematical background and Technical Sourcebook**. Center for Naval Analysis. EUA. 1996, pg 57. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.76.2070&rep=rep1&type=pdf> >. Acesso em: 15jul.2013

JONES, Christopher A. **Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) : An Assessment Of Historical Operations And Future Possibilities**. Air Force Staff and Command Course Paper. EUA, 1997. Disponível em: <<http://www.fas.org/irp/program/collect/docs/97-0230D.htm>>.Acesso em: 13 jun. 2013.

LONGO, W. P.; MOREIRA, W. S. **Contornando o cerceamento tecnológico**. Defesa, Segurança Internacional e Forças Armadas, Editora Mercado de Letras, 2010., Campinas, SP. p.309-321.

_____. **Transferência de tecnologia e defesa**. Forças Armadas em Revista, ano 7, vol.29. 2012. Editora FAER, São Paulo, SP. p.43-48.

_____. **O acesso a "tecnologias sensíveis"**. Tensões Mundiais, v. 5, n. 9, 2009. Fortaleza , CE. p. 76-98.

_____. **Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento**. Tensões mundiais, Vol.3, n.5, 2007. Fortaleza, CE. p. 111-143.

LONGO, W.P. **Tecnologia e transferência de tecnologia**. Anais do Seminário sobre propriedade industrial e transferência de tecnologia, 82, 1987. São José dos Campos, S.P.

McNEILLY, Mark. **SunTzu e a Arte da Guerra**. Tradução de Luiz Carlos do Nascimento Silva. 2ª ed. Editora Record, Rio de Janeiro, 2004, 416p.

NEWSWEEK, Magazine. **Attack of the Drones**. Setembro 2009. Disponível em: <<http://www.thedailybeast.com/newsweek/2009/09/18/attack-of-the-drones.html> >. Acesso em: 20 jul. 2013.

MOREIRA, William S. **Obtenção de Produtos de Defesa no Brasil: O Desafio da Transferência de Tecnologia**. Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, v.17 n. 1 p. 1-172, /jun 2011.

PARDESI, Manjeet Singh. **Veículos Aéreos Não-Tripulados/Veículos Aéreos de Combate Não-Tripulados prováveis missões e desafios futuros relevantes para o estabelecimento de políticas**. Revista “*Air & Space Power*” 4º trimestre 2005. Disponível em: <<http://www.airpower.maxwell.af.mil/apjinternational/apj-p/2005/4tri05/pardesi.html>>. Acesso em: 5 jul. 2013.

RAZA, Salvador. **O papel transformador do VANT na defesa nacional**. Revista Banco de idéias SET /OUT /NOV - 2011 -Nº 56, p22-25.

_____. **VANT: Passaporte para a modernidade da defesa**. Ensaios e artigos - 2010. Disponível em: < <http://www.institutoliberal.org.br/conteudo/download.asp?cdc=3800>>. Acesso em: 15jul. 2013.

SCHOLER, Aaron. **The return of friction and the transformation of US Naval Forces in the 21st Century**. American Political Science Association. Publicado pelo The Commonwealth Institute, Massachusetts, USA.2002. 39p. Disponível em: < <http://www.comw.org/rma/fulltext/0208scholer.pdf>>. Acesso em: 2 ago. 2013.

STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE (SIPRI). **SIPRI Yearbook 2004: Armaments, Disarmament and International Security**. Oxford University Press, Oxford, 2008.

TORUN, Erdal. **UAV Requirements and Design Consideration. Advances in Vehicle Systems Concepts and Integration**. North Atlantic Treaty Organization 2000. <<http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/p010321.pdf>> Acesso em: 20jul.2013.

VEJA, Revista. **Palavra da semana**. 2013. Seção Blogs e Colunistas. 9 fev.2013. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/blog/sobre-palavras/palavra-da-semana/drone-do-zangao-ao-aviao/>>. Acesso em: 2 jul.2013.

WATTS, Barry D. **Clausewitzian Friction And Future War**. 1996. McNair Paper 52. Institute For National Strategic Studies. National Defense University. EUA. Disponível em: < <http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/ndu/mcnair52.pdf>>. Acesso em: 14jul.2013.

ANEXO A

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO SUBDEPARTAMENTO DE
OPERAÇÕES AV GENERAL JUSTO, 160 – 2º AND. -CASTELO 20021-130

RIO DE JANEIRO – RJ

AIC N 21/10

23 SEP 2010

TEL: (5521) 21016320 AFTN: SBRJGYC FAX: (21) 21016198

VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS 1 DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

1.1 FINALIDADE

A presente Circular de Informações Aeronáuticas (AIC) tem por finalidade apresentar as informações necessárias para o uso de veículos aéreos não tripulados no espaço aéreo brasileiro.

1.2 ÂMBITO

As informações constantes nesta AIC aplicam-se a todos aqueles que, no decorrer de suas atividades, pretendam ocupar o espaço aéreo brasileiro com voos de veículos aéreos não tripulados, bem como aos órgãos componentes do SISCEAB.

2 ABREVIATURAS E CONCEITUAÇÕES

2.1 ABREVIATURAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ARP	Aeronave remotamente pilotada
CAG	Circulação Aérea Geral
CINDACTA	Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
COM	Circulação Operacional Militar
COMDABRA	Comando de Defesa Aeroespacial Brasileiro
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
ERP	Estação Remota de Pilotagem
IFR	Regras de Voo por Instrumentos
OACI	Organização de Aviação Civil Internacional
SDOP	Subdepartamento de Operações do DECEA
SISVANT	Sistema de Veículo Aéreo Não Tripulado
SRPV-SP	Serviço Regional de Proteção ao Voo de São Paulo
UASSG	Grupo de Estudos da OACI sobre Veículos Aéreos não Tripulados
VANT	Veículo Aéreo não Tripulado
VFR	Regras de Voo Visual

2.2 CONCEITUAÇÕES

Deve ser ressaltado que a terminologia usada para descrever a operação de sistemas aéreos não tripulados, bem como o pessoal e os equipamentos envolvidos, encontra-se em constante evolução e cada mudança deverá ser objeto de discussão em âmbito internacional e posterior concordância dos Estados signatários da OACI.

2.2.1 AERONAVE AUTÔNOMA -VANT que, uma vez programado, não permite intervenção externa durante a realização do voo. É uma subcategoria de VANT.

2.2.2 AERONAVE DE ACOMPANHAMENTO -Aeronave tripulada que, através de voo próximo, realiza o acompanhamento da ARP, com a finalidade de garantir a separação da mesma com relação aos obstáculos e outras aeronaves. A tripulação mínima exigida é de um piloto e um observador de ARP.

2.2.3 AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA (ARP) - Aeronave em que o piloto não está a bordo. É uma subcategoria de VANT.

2.2.4 ALCANCE VISUAL - Distância máxima em que um objeto pode ser visto sem o auxílio de lentes (excetuando-se lentes corretivas).

2.2.5 ÁREA PERIGOSA - Espaço aéreo de dimensões definidas, dentro do qual possam existir, em momentos específicos, atividades perigosas para o voo de aeronaves.

2.2.6 ÁREA PROIBIDA - Espaço aéreo de dimensões definidas, sobre o território ou mar territorial brasileiro, dentro do qual o voo de aeronaves é proibido.

2.2.7 ÁREA RESTRITA - Espaço aéreo de dimensões definidas, sobre o território ou mar territorial brasileiro, dentro do qual o voo de aeronaves é restringido conforme certas condições definidas.

2.2.8 CARGA ÚTIL- São todos os equipamentos a bordo de um VANT que não são necessários para o voo e nem para o seu controle. O seu transporte visa, exclusivamente, o cumprimento de uma missão específica.

2.2.9 DETECTAR E EVITAR - Capacidade da aeronave de ver, perceber ou detectar tráfegos conflitantes e outros riscos e de tomar as ações adequadas de acordo com as regras apropriadas.

2.2.10 EQUIPE DE SISVANT- São todos os membros de uma equipe com atribuições essenciais à operação de um VANT.

2.2.11 ESTAÇÃO REMOTA DE PILOTAGEM (ERP) -Estação na qual o piloto remoto pilota uma ARP.

2.2.12 *LINK* DE COMANDO E CONTROLE -*Link* entre a ARP e a ERP, com a finalidade de controlar o voo do VANT.

2.2.13 OBSERVADOR DE ARP -Membro da equipe de um SISVANT que, através da observação visual de uma ARP, auxilia o piloto remoto na condução segura do voo.

2.2.14 OPERAÇÃO AUTÔNOMA- Operação de um VANT, durante a qual não há intervenção externa na realização do voo.

2.2.15 OPERADOR- É a pessoa, órgão ou empresa dedicada à operação de aeronaves.

2.2.16 ÓRGÃO DE CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO- Expressão genérica que se aplica, segundo o caso, a um Centro de Controle de Área, Controle de Aproximação ou Torre de Controle de Aeródromo.

2.2.17 ÓRGÃO REGIONAL- São órgãos que desenvolvem atividades na Circulação Aérea Geral (CAG) e na Circulação Operacional Militar (COM), coordenando ações de gerenciamento e controle do espaço aéreo e de navegação aérea nas suas áreas de jurisdição.

São Órgãos Regionais do DECEA: os CINDACTA e o SRPVSP.

2.2.18 PERDA DE *LINK*- É a perda do *link* de comando e controle com a ARP, de tal forma que impossibilita o controle da aeronave pelo piloto.

2.2.19 PILOTO EM COMANDO -É o piloto designado pelo operador, sendo o responsável pela operação.

2.2.20 PILOTO REMOTO -É a pessoa que manipula os controles de voo de uma ARP.

2.2.21 SISVANT- Aeronave e componentes associados destinados à operação sem piloto a bordo.

2.2.22 VANT- É um veículo aéreo projetado para operar sem piloto a bordo, que possua uma carga útil embarcada e que não seja utilizado para fins meramente recreativos. Nesta definição incluem-se todos os aviões, helicópteros e dirigíveis controláveis nos três eixos, excluindo-se, portanto, os balões tradicionais e aeromodelos.

3 DISPOSIÇÕES GERAIS

3.1 A proliferação de SISVANT ao redor do mundo, com suas características únicas de operação, vem provocando o desenvolvimento de diversos procedimentos e legislações a respeito. Através do Grupo de Estudos sobre Veículos Aéreos Não Tripulados da OACI-UASSG, o DECEA participa ativamente desse processo com o intuito de manter-se atualizado e de defender os interesses do Estado.

3.2 O VANT é, reconhecidamente, uma categoria de aeronave e, como tal, tem que ser pilotado. O controle desse tipo de aeronave pode ser exercido diretamente por um piloto localizado em uma estação remota de pilotagem-ERP (aeronave remotamente pilotada) ou indiretamente através de programação (aeronave autônoma). Tendo em vista as restrições tecnológicas ainda existentes, bem como a maior facilidade de adaptação às regras em vigor, preliminarmente, apenas as ARP terão acesso ao espaço aéreo brasileiro.

3.3 As operações de uma ARP, quanto ao seu perfil, são divididas em dois tipos:

- a) operação na linha de visada -operação VFR em que o piloto ou o observador mantém o contato visual direto com a ARP, com vistas a manter as separações previstas, bem como prevenir colisões; e
- b) operação além da linha de visada -operação VFR ou IFR onde não há a necessidade de manter contato visual com a ARP.

3.4 As operações de uma ARP, quanto à sua natureza, são divididas em dois tipos:

- a) operação ostensiva -de caráter geral, realizada na CAG, sob coordenação do Órgão Regional e do DECEA; e
- b) operação sigilosa -de caráter reservado, realizada na COM, sob coordenação do Órgão Regional e do COMDABRA.

3.5 Todo voo de ARP que envolver contato rádio com Órgãos de Controle de Tráfego Aéreo, deverá, em sua chamada inicial, utilizar a expressão “VANT...”. Tal procedimento tem por finalidade elevar a consciência situacional dos envolvidos na operação, sem demandar qualquer tipo de tratamento especial por parte do Órgão de Controle de Tráfego Aéreo.

3.6 Tendo em vista as limitações impostas pela ausência do piloto a bordo e a atual impossibilidade de uma ARP cumprir com diversos requisitos previstos nas legislações aeronáuticas em vigor, em especial com relação à sua capacidade de detectar e evitar, os voos serão sempre realizados em espaços aéreos condicionados.

3.7 Com a finalidade de proporcionar um acesso ordenado e seguro dos VANT ao Espaço Aéreo Brasileiro, levando-se em conta a ausência de publicações da OACI a respeito, as solicitações para voos de VANT serão analisadas caso a caso, em função das particularidades do pedido e levando-se em conta todos os aspectos concernentes à segurança dos usuários do SISCEAB, entre eles:

- a) a operação de qualquer tipo de VANT não deverá aumentar o risco para pessoas e propriedades (no ar ou no solo);
- b) a garantia de manter, pelo menos, o mesmo padrão de segurança exigido para as aeronaves tripuladas;
- c) a proibição do voo sobre cidades, povoados, lugares habitados ou sobre grupo de pessoas ao ar livre;
- d) os VANT deverão se adequar às regras e sistemas existentes, e não receberão nenhum tratamento especial por parte dos Órgãos de Controle de Tráfego Aéreo;
- e) o voo somente poderá ocorrer em espaço aéreo segregado, definido por NOTAM, ficando proibida a operação em espaço aéreo compartilhado com aeronaves tripuladas; e
- f) quando for utilizado aeródromo compartilhado para a operação do VANT, as operações devem ser paralisadas a partir do início do táxi ou procedimento equivalente até o abandono do circuito de tráfego, na sua saída, e da entrada no circuito de tráfego até o estacionamento total, na sua chegada.

4 AUTORIZAÇÃO PARA VOO

4.1 As solicitações para os voos de VANT, no espaço aéreo brasileiro, deverão ser encaminhadas aos órgãos regionais do DECEA (CINDACTA I, CINDACTA II, CINDACTA III, CINDACTA IV e SRPV-SP), responsáveis pelo espaço aéreo onde irão ocorrer os voos, com uma antecedência mínima de 15 (quinze) dias. Tais solicitações deverão conter o maior número de informações de interesse do controle do espaço aéreo, como:

- a) características físicas da aeronave (medidas, peso, asa fixa/rotativa, número de motores, etc.) e da ERP;
- b) características operacionais da aeronave (velocidade, teto, autonomia, modo de decolagem/lançamento e de pouso/recuperação, etc.);
- c) capacidade de comunicação com os Órgãos de Controle de Tráfego Aéreo, se aplicável;
- d) características da operação pretendida (localização exata dos voos, incluindo rotas, altura/altitude, data/horário e duração);
- e) localização da ERP;
- f) informações sobre a carga útil, se aplicável;
- g) procedimentos a serem adotados no caso de perda de *link*;
- h) capacidade de navegação e de detectar e evitar da ARP;
- i) número de telefone, fac-símile ou *email*, para contato; e
- j) quaisquer outras informações e observações julgadas necessárias.

4.2 O órgão regional é o responsável por emitir as autorizações para voos de VANT na CAG (ostensivos).

4.3 O órgão regional deverá elaborar, num prazo de cinco dias úteis, um parecer abordando, pelo menos, os seguintes aspectos: a) o impacto que a operação terá sobre o fluxo do tráfego aéreo; b) a localização exata da área pretendida, com relação às Áreas Terminais, circuitos de tráfego, rotas ATS, SID e IAC; c) informação com relação à concentração de pessoas e propriedades na área do voo; d) informação quanto à característica civil, policial ou militar da operação; e) restrições e modificações com relação à solicitação inicial, se houver; e f) quaisquer outras informações e observações julgadas necessárias.

NOTA: Caso seja necessário algum ajuste para a aprovação da solicitação, o órgão regional deverá entrar em contato com o usuário para verificar a viabilidade de mudanças que possibilitem o atendimento do previsto nesta AIC e a consequente autorização do voo.

4.4 Tal parecer deverá ser arquivado e poderá ser solicitado pelo DECEA sempre que necessário.

4.5 Em autorizando o voo, o órgão regional deverá tomar as providências necessárias à sua realização e comunicar ao usuário e ao DECEA (SDOP), via fac-símile, a sua decisão, especificando todas as condições que deverão ser atendidas para a operação.

4.6 Caso o órgão regional avalie que a solicitação de voo não atende ao previsto nesta AIC, deverá comunicar ao DECEA (SDOP), via fac-símile, sobre a referida decisão, informando o motivo da proibição. O SDOP analisará o parecer do órgão regional e decidirá sobre a realização ou não do voo, informando o mesmo num prazo de cinco dias úteis. Neste caso, o órgão regional deverá manter o usuário informado do andamento do processo.

4.7 A autorização, de acordo com a solicitação do usuário e a análise do órgão regional, poderá abranger um período de até seis meses.

4.8 No caso de utilização de VANT por organizações militares e órgãos públicos de segurança, como Polícias e Receita Federal, as restrições descritas no item 3.7 poderão ser reavaliadas pelo órgão regional e, subsequentemente, pelo DECEA, considerando as peculiaridades da missão requerida.

5 GENERALIDADES

5.1 As autorizações e orientações emitidas pelo DECEA aplicam-se somente ao uso do espaço aéreo.

5.2 Autorizações relativas à aeronavegabilidade/licença de pessoal e uso de frequências para controle da ARP deverão atender às legislações dos órgãos competentes, respectivamente ANAC e ANATEL.

5.3 As orientações contidas nesta AIC aplicam-se aos voos realizados na CAG. As solicitações para voo na COM (operações de caráter sigiloso) deverão obedecer à legislação específica.

6 DISPOSIÇÕES FINAIS

6.1 Esta AIC foi aprovada pelo Boletim Interno do DECEA, nº 146, de 04 AUG 2010.

6.2 Esta AIC cancela a AIC N29/09, de 19 de novembro de 2009, na data da sua publicação.

6.3 Os casos não previstos nesta Circular serão resolvidos pelo Exmo. Sr. Diretor-Geral do Departamento de Controle do Espaço Aéreo.