

# A AÇÃO DE DRONES NA GUERRA NAVAL

CLAUDIO DA COSTA BRAGA\*  
Capitão de Mar e Guerra (RM1)

---

## SUMÁRIO

Introdução  
O estado atual da arte  
Limitações e vulnerabilidades  
Operação e Logística  
Aplicação em Vigilância, Sensoriamento e Reconhecimento  
Aplicação em apoio ao combate  
Perspectivas para o Brasil  
Conclusões

## INTRODUÇÃO

Um novo equipamento aéreo tem despertado grande interesse nas últimas décadas pela sua expressiva utilidade em diversos segmentos, em especial na guerra naval. Esse equipamento, inicialmente conhecido como “drone”, era um aparelho voador sob controle a distância

com poucos recursos disponíveis. Depois foi chamado de Vant (veículo aéreo não tripulado), com recursos mais elaborados, alcance e altura de operação maiores. Atualmente é designado ARP (Aeronave Remotamente Pilotada), já considerada como uma aeronave e com diversos recursos para emprego em ações de guerra naval, com sensores aplicáveis a diversas

---

\* Autor de diversos livros, com destaque para: *A Guerra da Lagosta, O Último Baile do Império, 1910 – O Fim da Chibata – Vítimas ou Algozes?*, *Tamandaré nas Guerras da Independência e Cisplatina* e *A Administração Naval do período de 1889 até o início do Governo Prudente de Moraes*.

operações e com análise das informações recebidas desses sensores por pessoal perito no assunto. São na realidade todos similares, sendo essas diferentes designações motivadas pela evolução da tecnologia agregada aos primeiros artefatos voadores dessa natureza.

Na atualidade, em decorrência do elevado e diversificado número desses equipamentos, a principal característica em sua definição refere-se à ausência de piloto embarcado, podendo ser dividido em duas categorias: os remotamente controlados e os autônomos (estes não autorizados no Brasil). Como o título do trabalho usa a palavra drone, sempre que possível será este o termo que empregaremos, nada impedindo o uso de suas designações de Vant e ARP. Aeronaves, navios de superfície e submarinos com definição de autônomos não serão considerados.

Para facilitar o entendimento, é importante se descrever a definição clássica de guerra naval na Marinha do Brasil (MB): “Parte constituída por ações militares conduzidas nos espaços marítimos, nas águas interiores e em certas áreas terrestres limitadas de interesse para as operações navais, incluindo o espaço aéreo sobrejacente. Consiste no emprego do Poder Naval, contribuindo para a conquista e a manutenção dos Objetivos Nacionais de Defesa” (Doutrina Militar Naval).

A convivência da MB com drones é de longa data. Recordo-me, quando ainda aspirante da Escola Naval, na década de 1970, por ocasião dos embarques em navios da Esquadra, que já observávamos exercícios de guerra naval empregando os drones.

Aspectos de legislação serão mencionados para agregar valor ao trabalho, porém não em profundidade, por considerar que isso fugirá do tema.

Vale destacar que a ação de drones na Guerra Naval, de emprego eminentemente militar, não estará submetida às regras referenciadas na maioria da bibliografia; seu emprego se processará, em muitas das ocasiões, fora do território nacional; logo, fora da observância de qualquer legislação nacional, se fosse o caso. Exceção quanto ao uso pelos fuzileiros navais, que o empregarão em território nacional, mas em área restrita e basicamente em conflito. Entretanto, esses documentos possuem uma série de conceitos úteis que ajudaram na elaboração deste trabalho.

No Brasil, o marco regulatório desses artefatos voadores é da responsabilidade do Comando da Aeronáutica (CA), da Agência Nacional de Aviação Civil (Anac) e da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). No entanto, não há uma definição legal, de forma que devemos tomar o termo drone como genérico, sem amparo técnico ou definição na legislação. É importante considerar, porém, as nomenclaturas presentes em nosso ordenamento jurídico para que não haja desentendimentos sobre o que se propõe a discorrer. Assim, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (Decea), órgão do Comando da Aeronáutica que tem por missão “planejar, gerenciar e controlar as atividades relacionadas ao controle do espaço aéreo, à proteção ao voo, ao serviço de busca e salvamento e às telecomunicações do Comando da Aeronáutica”, editou a AIC nº 21/10, que, juntamente com o Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E nº 94), da Anac, estabelece as seguintes definições:

a) Vant – Veículo aéreo não tripulado – veículo aéreo projetado para operar sem piloto a bordo, que possua uma carga útil embarcada (todos acessórios que não sejam necessários para o voo ou seu con-

trole) 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.

b) ARP – Aeronave Remotamente Pilotada – aeronave em que o piloto não está a bordo, sendo controlada a partir de uma estação remota de pilotagem, ou estação de controle, e utilizada com propósitos não recreativos. A ARP é considerada uma aeronave pelas organizações civis e militares, devendo observar os requisitos de certificação e homologação por elas estabelecidos, à semelhança das aeronaves tripuladas, assim como todos os equipamentos inerentes à sua manutenção, controle, enlances, sensores e os seus operadores.

c) Aeronave Autônoma – quando, uma vez programado o voo, não permite intervenção externa durante a sua realização. Não é autorizada no Brasil.

Outras designações também conhecidas descrevem:

– a Instrução Suplementar – IS nº 21-002A da Anac, publicada em outubro de 2012, define Vant como aeronave projetada para operar sem piloto a bordo, que possua uma carga útil embarcada e que não seja utilizada para fins meramente recreativos (Anac, 2012); e

– a Portaria Normativa nº 606, do Ministério da Defesa (MD), apresenta a seguinte definição:

Veículo aéreo não tripulado – Vant: veículo de pequeno porte, constituído com material de difícil detecção, pilotado remotamente, usando asas fixas ou rotativas, empregado para sobrevoar alvo ou área de interesse, com o objetivo de fornecer, principalmente, informações por meio de seu sistema de vigilância eletrônica.

Apesar de não estar descrito em nenhum desses documentos, o termo drone

é o mais antigo e popular para se referenciar a qualquer aeronave não-tripulada e que possua alto grau de automatismo. No início os drones tinham aplicação meramente recreativa e, quando militarmente empregados, eram, essencialmente, nos exercícios de tiro sobre alvos aéreos.

As regulamentações mais atuais, nacionais e estrangeiras, empregam os termos ARP ou aeromodelos, diferenciando-os apenas pela finalidade a que se destinam.

Os drones possuem numerosas aplicabilidades. Porém, neste trabalho, analisaremos somente a sua ação na guerra naval, em especial nas tarefas de vigilância, sensoriamento e reconhecimento e em apoio ao combate.

Vale destacar que os drones militares não precisam ser cadastrados na Anac. A regulamentação brasileira segue a linha de ação adotada pela Organização de Aviação Civil Internacional (Oaci). Em decorrência da natureza dinâmica da atividade com drone e dos avanços tecnológicos que se processam em tal aparelho, revisões constantes da legislação são sempre necessárias.

As demandas de frequências para operação dos drones militares devem ser gerenciadas pelo Decea, em coordenação com as demais Forças Armadas, o MD e a Anatel. Isso é necessário para ordenar a ocupação do espectro eletromagnético, a fim de evitar conflitos e interferências que poderão vir até a comprometer a operação e a segurança de voo. Cuidados deverão ser observados para que sejam evitadas interferências eletromagnéticas, intencionais ou não.

No que diz respeito à Anatel, ela certifica todos os drones, sejam de uso profissional ou particular. Quanto às frequências, as autorizadas estão na faixa de 2,4 GHz e 5,8 GHz, as mesmas autorizadas para

*wi-fi*. Encontra-se em estudo na União Internacional de Telecomunicações (UIT) a atribuição e a destinação de frequências nas faixas de 5.030 a 5.250 MHz para emprego por drones para telemetria e comando e controle.

Vale destacar que a expectativa de demanda por esses aparatos, em médio e longo prazos, por diversos segmentos da sociedade será enorme. Com isso, legislações pertinentes serão necessárias para se minimizar a ocorrência de acidentes aéreos, não-interferência mútua na operação entre eles, estabelecimento de limites de alcance e altitude de operação e requisitos que os operadores deverão possuir.

Essas recomendações envolverão, diretamente, vários órgãos de governo, podendo-se destacar, no Brasil, o MD, o CA, a Anac e a Anatel.

Em caso de emergência, a segurança das pessoas e das instalações deverá receber maior prioridade, com o sacrifício da aeronave, se for necessário. Independentemente da categoria do drone, sua operação poderá ser automatizada em todas as fases de voo, não eximindo o piloto da necessária supervisão ininterrupta, caso necessite, de imediato, assumir o controle da aeronave.

## O ESTADO ATUAL DA ARTE

Historicamente, podemos considerar que os drones tiveram um grande incentivo tecnológico a partir de 1970, com os Estados Unidos da América (EUA) e Israel desenvolvendo projetos de aparelhos pequenos, não tão velozes e com baixo custo. Por ocasião da guerra no Líbano, em 1982, os drones apresentaram grande sucesso nas operações realizadas por Israel e, depois, tiveram grande utilização quando empregados na Guerra do Golfo, nas operações designa-

das Tempestade no Deserto, dos EUA, em 1991, no Iraque.

Com o avanço da tecnologia, esses aparatos tornaram-se verdadeiras máquinas voadoras, similares às apresentadas em filmes de ficção científica. Os principais utilizadores são os EUA, Israel e os países da Organização do Tratado do Atlântico Norte (Otan), sendo os modelos americanos considerados os mais desenvolvidos e os mais letais. Uma das instituições que mais utilizam o drone é o Exército americano (US Army). Inicialmente designados para a área de inteligência, para dar suporte à tríade inteligência - reconhecimento - vigilância, logo os drones se viram envolvidos em diversas outras tarefas não típicas de inteligência, gerando problemas na área de padronização e controle do espaço aéreo. A solução encontrada pela US Army foi centralizar todos os drones na sua arma de Aviação, criando o Centro de Excelência de Sistemas Aéreos Remotamente Tripulados, que tem como tarefas, entre outras, o desenvolvimento da doutrina e treinamento, sincronizar os esforços e padronizar os assuntos atinentes aos drones naquela Força.

É importante mencionar que os drones foram utilizados, inicialmente, para o cumprimento de atividades militares como reconhecimento, vigilância e até mesmo como alvos para exercícios. Vale destacar que esses artefatos voadores têm sido empregados para ataque em diversos conflitos mundiais, tendo havido, na Organização das Nações Unidas (ONU), declarações de que os drones armados deveriam ser submetidos a legislação internacional. Hoje os drones possuem uma multiplicidade de emprego, em decorrência de sua demanda.

Como já abordado, apesar do termo drone ser reconhecido mundialmente, institucionalmente o mais empregado é

Aeronave Remotamente Pilotada (ARP). Não consideraremos a ARP isoladamente, mas sim componente de um sistema (Sarp) que engloba também uma carga útil, uma estação remota de pilotagem (ou estação de controle), equipamento de enlace de dados, um terminal de comunicações e recursos de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC), infraestrutura de apoio e recursos humanos.

Existem diversas categorizações de ARP, que consideram diversos requisitos. Na tabela abaixo são apresentadas as categorias definidas pelo MD para as Forças Armadas.

Ressalta-se que essa categorização é apenas uma referência para o enquadramento das características técnicas e operativas de uma ARP, podendo haver situações em que ela (ARP) não se enquadre exatamente em uma dessas categorias. Nesses casos, cada Força, a seu critério, efetuará o enquadramento da sua ARP considerando a maior similaridade com a tabela abaixo.

É esperado que, nos próximos dez anos, cerca de 12% de tudo o que voar seja drone. Com isso, a corrida tecnológica desenvolvimentista desses artefatos voadores tem sido intensa. Empresas de

| CAT | Nomenclatura Indústria                                            | Atributos            |                  |                              |               |
|-----|-------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|------------------------------|---------------|
|     |                                                                   | Altitude de operação | Modo de operação | Raio de operação típico (NM) | Autonomia (h) |
| 0   | Micro (MUAS)                                                      | até 3.000 ft (900m)  | LOS              | 5                            | ~1            |
| 1   | Pequeno (SUAS)                                                    | até 5.000 ft         | LOS              | 15                           | ~2            |
| 2   | Baixa altitude, grande autonomia (LALE)                           | até 10.000 ft        | LOS              | ~35                          | ~15           |
| 3   | Baixa altitude, grande autonomia (LALE)                           | até 18.000 ft        | LOS              | ~150                         | 20 - 25       |
| 4   | Média altitude, grande autonomia (MALE)                           | até ~ 30.000 ft      | LOS / BLOS       | 150 a 600                    | 25 - 40       |
| 5   | Alta altitude, grande autonomia (HALE)                            | até ~ 60.000 ft      | LOS / BLOS       | 3.000                        | >40           |
| 6   | Alta altitude, grande autonomia e baixa detectabilidade (HALE-LO) | ~ 60.000 ft          | LOS / BLOS       | 3.000                        | >40           |

Categorias de ARP definidas para as Forças Armadas

MUAS - Micro Unmanned Aircraft System

SUAS - Small Unmanned Aircraft System

LALE - Low Altitude Long Endurance

MALE - Medium Altitude Long Endurance

HALE - High Altitude Long Endurance

LOS - Linha de Visada (Line of Sight)

BLOS - Além da Linha de Visada (Beyond Line of Sight)

grande renome tecnológico têm se dedicado ao aprimoramento dos drones para diversos empregos, de uma forma geral capacitados para o uso militar, talvez por exigir mais de suas *performances*.

Com o aumento considerável de demanda por esse novo recurso por diversos segmentos, melhorias em seu desempenho irão ocorrer, principalmente nos aspectos *design*, autonomia e capacidade de uso em diversas atividades e em seus sistemas de controle.

A Marinha do Brasil vem, nos últimos anos, testando diversos drones, tanto para emprego embarcado como para emprego em terra pelos Fuzileiros Navais.

Dois desses sistemas foram o Scan Eagle, da empresa Insitu-Boeing, e o Comcopter S-100, da empresa Shiebel-Selex.

Esses novos recursos embutem em si vários aspectos de inovação tecnológica, desenvolvimento de sistemas correlacionados e novos conceitos operacionais, além do estabelecimento de uma estrutura organizacional adequada para conduzi-lo.

Considerando essa evolução tecnológica dos drones, necessidades operacionais tornaram-se prementes, em especial a qualificação necessária que um operador deveria possuir.

Um outro elemento de importância diz respeito aos diversos tipos de carga útil que podem ser transportados pelos drones, incluindo-se a crescente sofisticação tecnológica dos armamentos e de sensores.

Esse item também influenciará na qualificação do operador do drone. A abrangência da atuação desses drones de última geração influenciará significativamente nos requisitos para a formação dos pilotos que os irão operar. Esse piloto fará parte do sistema que deverá solucionar os problemas inerentes ao processo decisório durante o voo, e a sua formação e seu

treinamento serão essenciais para o bom desempenho do recurso. Nessa formação, serão fundamentais não só o aprendizado técnico e uma educação aeronáutica, como também a habilidade inata do novo piloto, seguida de treinamento intensivo. Além de todo o cuidado com a formação dos pilotos, programas de requalificações deverão ser previstos e aplicados.

Vale mencionar que algumas Organizações Militares (OM) da MB vêm testando e aplicando drones mais simples, classificados como de categorias civis e emprego dual (civil e militar) em tarefas não relacionadas ao tema deste trabalho. São eles: RQ-11 Raven, RQ-20 Puma (versão marítima), Carcará II, IAI Mini Panther, Skylar KC e FT-100 Horus. Mais adiante trataremos desta informação.

Diversas empresas têm se destacado na fabricação de drones, dentre elas Saab, Ael, Shiebel, Cassidian, Insitu, Indra e Flight Technologies.

Para emprego embarcado, podemos considerar os seguintes drones:

| Modelo         | Empresa      |
|----------------|--------------|
| Hermes 900     | Ael          |
| Pelicano       | Indra        |
| Tanan 300      | Cassidian    |
| FT-X1          | Flight Tech. |
| Skeldar V-200M | Saab         |
| Comcopter      | Shiebel      |
| Scan Eagle     | Insitu       |

Os novos drones possuem hoje excelentes capacidades tecnológicas, tais como: opção para decolagem e/ou aterrissagem verticais automáticas; possibilidade de voo autônomo com rota preestabelecida (piloto automático); sistema à prova de falhas

(*failsafe*) programável, com capacidade de estabelecer o retorno à base em caso de perda de sinal ou baixo nível de bateria; interface com programas computacionais livres, com código aberto etc.

Uma grande vantagem dos drones refere-se a poderem voar em baixa altitude, minimizando, desta forma, a interferência negativa da maioria das formações de nuvens, que dificultam a visibilidade. Com a capacidade de transmissão de imagens e vídeos em tempo real com significativa precisão, simplicidade e descrição, suas aplicações em vigilância, sensoriamento remoto, reconhecimento e apoio ao combate serão de grande valia nas ações de guerra naval.

## LIMITAÇÕES E VULNERABILIDADES

Um número considerável de acidentes com os drones tem sido registrado, chegando a ser cem vezes maior que o das aeronaves convencionais, com estatística de um acidente a cada mil horas de voo causado ou por pane mecânica/elétrica ou devido ao fator humano na condução de suas operações.

Estatísticas registradas desde os primórdios da aviação acusam que erro humano é o principal fator causador de acidentes e, portanto, a maior ameaça à segurança de voo. Por outro lado, a quantidade de dados de acidentes com drones não é tão volumosa como a referente às aeronaves convencionais. Os dados disponíveis indicam que 25% ocorrem por falha de motor, 24% por falha elétrica, 22% por erros durante o pouso, 10% por falha mecânica, 10% por erros durante o lançamento e 9% por erros diversos, inclusive humanos. Entretanto, a verdade é que os principais estudos realizados por entidades técnicas envolvidas no assunto,

ou por pesquisadores reconhecidos, apontam que mais de 50% dos acidentes com drones tiveram os fatores humanos como responsáveis. Mas que fatores humanos seriam esses? Proficiência, falhas durante o pouso, falhas ou atrasos em identificar e corrigir panes mecânicas?

Dentro desse quadro, quais são as ações necessárias a fim de evitar que mais acidentes venham a ocorrer?

Diversas instituições indicam a criação de um programa de segurança com foco nas operações com drones, a criação de critérios de seleção e treinamento de pessoal, o treinamento da coordenação navio-drone, a melhoria do formato de controle das estações GCS (*Ground Control Station*) e a criação de carreiras e cursos específicos destinados à operação e manutenção desses equipamentos.

Não podemos nos deixar envolver pelos “cantos das sereias” dos fornecedores desses recursos para emprego na MB, principalmente no que se referir a que não mais haverá perdas humanas em decorrência de seus erros e que drones viriam para solucioná-los. Penso serem os drones mais um elemento que ajudará na análise de acidentes aéreos fatais em decorrência de erros humanos.

Uma limitação já identificada hoje na MB é quanto às frequências de operação dos drones para uso militar. Estas são necessárias e ainda não estão estabelecidas. Todos os drones operados pela MB, pelas demais Forças Armadas e pela Polícia Federal empregam frequências ostensivas, utilizadas por qualquer usuário de drone. Para evitar tal situação, existe um grupo de militares que participam de fóruns distintos que, entre outros assuntos, tratam da atribuição, destinação e distribuição de faixas de frequências no mundo, nas regiões designadas pela UIT e no Brasil, sob a

responsabilidade da Anatel. Um desses fóruns é chamado de Comissão de Gerenciamento de Frequência de Interesse do Ministério da Defesa (Cogef), que funciona no MD; um outro fórum é designado Afaos – Anatel, Forças Armadas e Órgãos de Segurança, sob a coordenação da Anatel, que identifica as necessidades de radiofrequência dos órgãos de Estado mencionados; um outro chama-se Conferência Interamericana de

Telecomunicações (Citel), coordenado pela Organização dos Estados Americanos (OEA), que estuda as faixas de frequências para a Região 2 – Américas, como a UIT estabelece; e o de mais alto nível desses fóruns é a União Internacional de Telecomunicações, com sede em Genebra, como um organismo da ONU.

O quadro a seguir mostra os fatores contribuintes que podem levar à perda de um drone:

| Fator Contribuinte                                   | Possível Causa                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Resposta inadequada do operador                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falha em reconhecer uma situação crítica</li> <li>- Informação crítica de voo errada ou inadequada</li> <li>- Atraso no fluxo de informações</li> </ul>          |
| Inserção errada de dados críticos para o voo         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrada errada dos dados</li> </ul>                                                                                                                              |
| Excesso de informações do operador                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ação x tempo disponível</li> <li>- Sobrecarga dos sensores</li> </ul>                                                                                            |
| Informação crítica indisponível ou inadequada        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dependência do <i>design</i></li> </ul>                                                                                                                          |
| Demora na reação aos comandos                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Operador distante da malha de controle.</li> <li>- <i>Software</i> inadequado</li> <li>- Falha no <i>link</i> de controle</li> </ul>                             |
| Fadiga do operador                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Descanso inadequado</li> <li>- Troca de turnos ineficiente</li> <li>- Saturação de tarefas a serem cumpridas</li> <li>- Tempo x importância da missão</li> </ul> |
| Controle de múltiplas ARP                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Excesso de carga de trabalho</li> </ul>                                                                                                                          |
| Caminhos do <i>software</i> para situações inseguras | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reinicialização inesperada do sistema</li> <li>- Inadequada proteção de segurança no <i>software</i></li> </ul>                                                  |

Fatores contribuintes que podem levar à perda de drones (ARP)

Fonte: Range Commanders Council-Range Safety Criteria for Unmanned Air Vehicles



As demandas por faixas de radiofrequências já são intensas nos dias de hoje, e com perspectivas ainda maiores no futuro. Sua utilização é tão dispendiosa que posso afirmar que prefiro receber uma frequência do que uma “barra de ouro”!

Nas últimas Conferências Mundiais de Radiocomunicações (WRC), ocorridas na UIT, as faixas de 5.030 a 5.090 MHz e 5.091 a 5.150 MHz ficaram atribuídas, para a Região 2 – Américas, para uso primário em Radionavegação Aeronáutica, Móvel Aeronáutico (R) e Móvel Aeronáutico por Satélite (R). A faixa de 5.150 a 5.250 MHz foi destinada para uso primário em Radionavegação Aeronáutica, fixo por satélite (terra para espaço) e móvel (exceto móvel aeronáutico).

A partir da atribuição aprovada pela UIT, a Anatel estabelece a atribuição, destinação e distribuição das referidas faixas no Brasil; a faixa de 5.030 a 5.090 MHz ainda não foi destinada. A faixa de 5.091 a 5.150 MHz foi destinada, para uso primário, no Serviço Limitado Móvel Aeronáutico – Telemetria, mas ainda não foi distribuída. A faixa de 5.150 a 5.151 MHz está atribuída e destinada, para uso primário, para o Serviço Limitado Móvel Aeronáutico – Telemetria e Especial de Radiodeterminação por Satélite, porém ainda não foi distribuída. A faixa de 5.151 a 5.250 MHz está destinada, para uso primário, para o Serviço Especial de Radiodeterminação por Satélite, não tendo sido, ainda, distribuída. Por meio dos fóruns mencionados anteriormente, as Forças Armadas pleiteiam a destinação, para fins exclusivamente militares, de parte das faixas mencionadas. Vale destacar a importância da presença da MB nesses fóruns, porque todos necessitam de radiofrequência, e em um ambiente de escassez ninguém vai defender os interesses dos outros interessados.

Em decorrência da participação nesses fóruns, as atribuições feitas pela UIT, Cítel e Anatel têm correspondido aos interesses das Forças Armadas. Resta-nos, agora, trabalhar para que parte dessas frequências sejam destinadas e distribuídas para as Forças Armadas para uso militar.

Um tópico especial que deve merecer atenção, e que torna o drone vulnerável, é quanto à sua assinatura radar, como também a assinatura acústica e térmica de seu propulsor. Destacamos também outra limitação que deve ser contornada, que diz respeito ao seu raio de ação e à sua capacidade de se manter em voo em decorrência do combustível que deverá ser empregado.

Apesar da limitação de pequena autonomia dos drones atuais, existem perspectivas de que a utilização combinada com outros drones, operando como uma rede de sensores aéreos, dará maior flexibilidade ao utilizador nas operações de guerra naval onde forem empregados.

Espera-se que, com a evolução tecnológica, a capacidade de operação dos drones com maior autonomia de voo seja ampliada.

## OPERAÇÃO E LOGÍSTICA

A operação de uma ARP complementa a das aeronaves tripuladas, podendo substituí-las em áreas de elevada ameaça aérea. A necessidade de conhecimento, as restrições operacionais e os níveis de ameaça ditarão a escolha da categoria da ARP, podendo requerer a utilização de mais de um meio aéreo, em voo concomitante, em uma mesma área.

Em conflitos deflagrados, as ARP são capazes de desbalancear o oponente por meio de pequenas e discretas ações. Suas características de mobilidade, flexibilidade e portabilidade permitem seu uso por navios, mesmo de pequeno porte, sem res-

trições operativas devidas a movimentos de balanço e caturro.

O Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (Sarp) é um conjunto de elementos que abrange a estação remota de pilotagem (ou estação de controle), os correspondentes enlaces de comando e controle, recursos de Tecnologia da Informação e Comunicações e quaisquer outros elementos que podem ser necessários, a qualquer momento, durante a operação.

Entre as documentações necessárias que nortearão o emprego dos drones na MB está a doutrina de seu emprego, a ser elaborada pelo MD. Essa doutrina, definida como Requisitos Operacionais Conjuntos (ROC), abrange os drones de categoria 4, nível estratégico, com emprego em ações de inteligência, reconhecimento, vigilância e aquisição de alvos, e também visa a atender múltiplos empregos das Forças Singulares. Assim, haverá necessidade de o MD estabelecer os Requisitos Operacionais Conjuntos para as categorias de drones que atendam às peculiaridades doutrinárias de emprego de cada Força Armada (Marinha, Exército e Aeronáutica).

É de suma importância que as três Forças troquem informações de forma coordenada, a fim de permitir maior conhecimento no que tange aos aspectos operacionais, logísticos, de manutenção e doutrinários.

Para emprego na guerra naval, duas classes de drones deverão ser consideradas: tático e estratégico. Essas classes são definidas em decorrência de um conjunto de variáveis que consideram emprego, alcance, autonomia, peso, permanência e configuração dos equipamentos a serem transportados (tipos de sensores, armamentos e outros equipamentos).

Pretende-se que os drones estratégicos navais sejam empregados nas operações

de ataque, guerra eletrônica, enlace de dados, apoio ao combate, vigilância, sensoriamento e reconhecimento.

Já os drones táticos poderão ser subdivididos em tático portátil e tático naval. O tático portátil com emprego característico nas operações dos fuzileiros navais; enquanto o tático naval com operação embarcada a partir de meios de superfície.

No que se refere à operação das ARP, diversas instituições governamentais estarão envolvidas para o estabelecimento de programas de segurança, critérios de formação e treinamento de pessoal. Na MB, procedimentos para operação com os navios de guerra em proveito de ações na guerra naval serão necessários, além da criação de cursos específicos voltados para a operação e a manutenção de sistemas como um todo.

O emprego de drone minimiza, de forma significativa, a exposição das aeronaves convencionais e suas tripulações, em decorrência do elevado risco existente em certas operações.

Destaca-se que a operação de drone é um voo por instrumentos apoiado por sensores nele instalados e que, durante a execução da missão, o piloto, além de executar o comando e controle, irá receber imagens para análise, sendo todo esse processo muito estimulante.

O Sarp é, basicamente, composto por quatro subsistemas principais, assim definidos: a ARP; seus sensores e armamentos (se for o caso); seus equipamentos de comunicações (TIC); e a estação remota de pilotagem (ou estação de controle) de onde será conduzida a operação.

O custo reduzidíssimo de aquisição, operação e manutenção dos drones, quando comparado ao das aeronaves convencionais tripuladas, tem realçado a necessidade de incremento do binômio navio-drone, evoluindo para se dotar qua-

se todos os meios navais com esse recurso, mesmo os de pequeno porte.

A expressiva evolução tecnológica que essas aeronaves têm sofrido permite-nos afirmar que a sua operação a bordo dos navios é muito mais fácil e econômica. Uma coisa é certa: na MB, todos os meios navais poderão usufruir das vantagens do seu emprego; logo eles serão necessários em todos os Distritos Navais. Por outro lado, observa-se que o estabelecimento de novas doutrinas e novos procedimentos será necessário para a operação embarcada, a fim de alcançar um nível de segurança adequado e aceitável em todos os seus segmentos. Essas implementações envolverão várias OM da MB, e diversas questões terão que ser respondidas a fim de se estabelecer qual a estrutura administrativa que irá absorvê-los, onde ficarão depositados, onde e como serão feitas as manutenções rotineiras e quais serão elas e quais os procedimentos de qualificação dos pilotos e do pessoal que irá mantê-los. Como deverá ser o gerenciamento das diversas etapas de operação e logística desse recurso? Qual empregar: estratégico ou tático; asa fixa ou rotativa; um rotor ou vários rotores; decolagem livre ou com catapulta; estações de controle em terra ou embarcadas, entre outros fatores a serem considerados?

Esse processo deve ser concentrado em uma única OM, com os desdobramentos necessários onde eles precisarão operar, ou deve-se criar núcleos distritais para as necessidades locais?

Qual a equipe necessária para a sua operação a bordo? Este será um novo quesito a ser considerado. Os navios terão capacidade de acomodação para recebê-los? O pessoal de bordo poderá ser qualificado para operá-los? Enfim, talvez um excelente farol a ser seguido seria o estudo de como operam em outras Marinhas.

É importante destinar atenção especial à formação dos pilotos de drones, pois o emprego desses recursos não deve ser centrado no modelo que será utilizado, e sim no homem que irá operá-lo. Para isso, a aquisição de qualquer modelo para emprego na MB deve considerar os custos de treinamento, apoio para a instalação do sistema a bordo, lista de aprovisionamento inicial para o apoio operacional por, pelo menos, os dois primeiros anos e um contrato de suporte logístico para manutenção de nível 3, nos primeiros cinco anos de operação.

Os recursos humanos necessários para compor as equipes de operação e de apoio aos Sarp devem possuir qualificações individuais específicas, estabelecidas em função das diversas categorias de ARP e da concepção de seu emprego em cada Força. Dessa forma, o pessoal que irá operar e manter esses artefatos voadores deve estar qualificado, habilitado e certificado para cada tipo de ARP, além de dominar os critérios estabelecidos para o voo no respectivo espaço aéreo. De uma forma geral, são necessários os seguintes profissionais para a operação do sistema: piloto em comando; piloto auxiliar responsável pela operação dos sistemas de controle de voo: navegação, propulsão e comunicação *up link* e *down link* (controle e telemetria); piloto qualificado para pouso e decolagem; comandante da missão; operador de equipamentos eletrônicos; analista de imagem; analista de sinais; especialista em eletrônica ou comunicações; especialista em aviãoica; especialista em mecânica de aeronave; coordenador de solo e especialista em logística.

Sendo para emprego militar, as qualificações técnicas do pessoal envolvido e de seu quantitativo serão estabelecidas pela Força Singular em decorrência da missão a ser cumprida.

Na escolha da categoria de ARP, estabelecida pelo MD, em aplicações de apoio ao combate para aplicação de força, os compatíveis seriam os de categoria 3, 4, 5 ou 6; para aquisição de alvos, os de categoria 0 a 4.

As ARP categorias de 0 a 2, normalmente, são definidas para aplicação em nível tático. As de categoria 3 ou superior são para aplicação em nível operacional ou estratégico, dependendo das características da missão.

Fatores adversos externos (ação do inimigo, más condições meteorológicas etc.) ou internos (mudança na prioridade de alvos, restrições legais, deficiência na infraestrutura de apoio etc.) podem alterar os níveis tático, operacional ou estratégico de emprego da ARP. É importante que o princípio da unidade de comando não seja desprezado, mesmo quando o emprego da ARP seja em proveito de mais de um utilizador.

O voo de ARP categorias 0 a 2 depende da ativação de espaço aéreo segregado.

O gerenciamento da operação de uma ou de múltiplas plataformas (ARP) deve se concentrar em uma única organização, mesmo quando operem em várias áreas de interesse, simultaneamente ou não. A execução poderá ser descentralizada; contudo, todas as informações deverão ser direcionadas ao órgão central para que as ações possam ser planejadas.

As regras de engajamento são elaboradas em nível estratégico.

No que diz respeito às medidas para a coordenação do espaço aéreo, considera-se que o voo de ARP categoria 3 ou superior deva obedecer aos mesmos processos de planejamento das aeronaves tripuladas.

As operações de ARP podem ser consideradas como:

a) Operação Centralizada – quando todas as fases de voo (decolagem, missão

e pouso) são executadas a partir de uma estação, podendo ser em linha de visada ou além da linha de visada; ou

b) Operação Distribuída – quando múltiplas estações de controle estão envolvidas. A decolagem, a missão e o pouso são realizados por estações distintas, mas em proveito comum.

No quesito formação de pilotos, os drones disparam na frente em vantagens na comparação com a formação tradicional para aeronave convencional. Também podemos realçar as vantagens de baixo consumo de combustível dos drones em relação às aeronaves tradicionais. O emprego de drones em áreas onde o voo tripulado é de grande risco para o piloto de uma aeronave convencional torna-se uma das suas grandes vantagens.

A qualificação de pilotos de ARP os assemelha ao piloto comercial, com especificação de maior grau no âmbito da aviação civil. Além dessas exigências, aqueles que operarão em missões militares devem possuir amplos conhecimentos das regras do espaço aéreo e considerável experiência em helicópteros e nas aeronaves de combate do país.

O piloto treinado deverá estar capacitado a operar os drones para os diversos tipos de tarefas a serem cumpridas, cada uma com protocolos operacionais muitas vezes distintos, com tarefas múltiplas para o cumprimento da missão, tornando as exigências para um piloto de drone muito mais rigorosas.

CrITÉRIOS rÍgidos, à semelhança dos exigidos para os pilotos navais, deverão ser observados por ocasião do recrutamento dos candidatos a pilotos de drones, em especial suas habilidades psicomotoras e para operação em situações demasiadamente críticas e de grande tensão psicológica.

É de suma importância que sejam demasiadamente reduzidos os possíveis

acidentes aeronáuticos com os drones, em especial os causados por falha humana.

Em termos de segurança física do piloto de drone, em comparação com aeronaves tripuladas convencionalmente, o primeiro dispara na frente com muito maior segurança.

Vale destacar que a captura de um piloto em aeronave convencional por um país ou grupo opositor causará grandes constrangimentos políticos, além de afetar sensivelmente o moral da tropa, o que não acontecerá no caso de um drone capturado.

Os pilotos se destacam como os “bens” mais preciosos dentro do sistema aeronave-piloto, pela sua dificuldade de formação já em tempo de paz, agravando-se sensivelmente em situação de conflito, quando as perdas são acentuadas.

Outro fator de destaque refere-se ao sentimento de “romantismo” que envolve os pilotos tradicionais, podendo os pilotos de drones virem a ser discriminados pelos primeiros, ou até se autodiscriminarem por não serem pilotos tradicionais, e isto pode vir a provocar um certo desânimo e ser prejudicial à segurança aérea. Entretanto, não se espera que esse sentimento deva surgir, tendo em vista que o avanço tecnológico que se processa nos drones, e em diversos outros segmentos, estar criando uma nova mentalidade que valoriza e incentiva a realização de tarefas a distância – neste caso, o telecomando de drones. Espera-se, assim, que os pilotos de drone tenham igual ou maior reconhecimento do que os pilotos de aeronaves convencionais. E essa nova mentalidade poderá vir a valorizar ainda mais os operadores de drones do que os pilotos tradicionais.

Questões quanto à saúde ocupacional desses novos pilotos de drone deverão seguir critérios tão rigorosos quanto os

dos pilotos convencionais, sendo necessários estudos profundos para que sejam estabelecidos precisamente tais critérios.

Quanto ao aspecto logístico de manutenção, muita coisa ainda terá que ser feita, principalmente pela inexistência de dados sobre padrões de avarias dos diversos componentes, em especial no *hardware* e no *software* dos drones. Critérios deverão ser estabelecidos para permitir a elaboração de um planejamento eficaz de troca de componentes pelo tempo de vida (hora de voo) e não por manutenção corretiva.

Um outro aspecto importante é não deixar que se crie uma mentalidade de que os drones são descartáveis. Isso poderia acontecer em decorrência do fato de não colocarem a vida do piloto em perigo e também por serem bem mais baratos e não possuírem um tempo de vida muito longo.

Quanto aos requisitos de mobilidade, tais como velocidade, teto de operação, autonomia, alcance efetivo do *link*, raio de ação, combustível e capacidade de operação diurno e/ou noturno, estes deverão ser estabelecidos considerando a aplicação do drone em emprego na guerra naval.

Outros requisitos também deverão ser observados, tais como:

a) estruturais – materiais a serem usados na estrutura dos drones, pois serão empregados no ambiente marinho, altamente corrosivo, devendo possuir uma adequada vida útil sem comprometimento do material;

b) dificuldade de detecção – deverão possuir um sistema de propulsão com discreta assinatura acústica e térmica, bem como uma pequena seção radar;

c) sistemas auxiliares – especial atenção deverá ser dada a todos os demais recursos que compõem o sistema drone (Sarp) que não a própria aeronave, como a estação de controle remota de pilota-

gem, que, quando embarcada, deverá ter a capacidade de operar com razoável grau de balanço lateral do navio, assim como longitudinal (caturro); e com intensidade e direção do vento, estado de mar e classe de navio variáveis. Como se processará o seu lançamento/decolagem e seu recolhimento/pouso, de modo manual e/ou automático?;

d) apresentação simultânea dos sistemas de voo do equipamento, do mapa de missão e dos dados transmitidos pelos sensores;

e) sistema de indicação de pane (*Caution/Warnings*) para a condição insegura de voo;

f) sistema de proteção que evite, em caso de panes de energia, a perda de controle (*no-break*);

g) modo de proteção tipo *dead-reckoning*, que permita realizar o recolhimento do drone, em caso de perda do sinal satélite do sistema de navegação;

h) capacidade de controlar e monitorar múltiplos drones, além de garantir sua separação de tráfego e circulação;

i) capacidade de passar/assumir o controle de um drone para/de outra estação de controle;

j) que o sistema possua os canais de comando e de *link* de dados que operem nas faixas de frequências previstas pela Anatel e que, adicionalmente, possuam proteção criptográfica e salto em frequência capazes de resistir às tentativas de interferência externa;

k) dispor de recursos para gravação de imagens ópticas ou termais obtidas por seus sensores; e

l) ter capacidade de ampliar o alcance do *link* de dados utilizando um outro drone como *relay* para funções C2 (comando e controle) e *download* e *upload* de dados.

É importante destacar que os termos carga útil ou *payload*, que serão aqui empregados, vêm a ser todo equipamento

ou sensor embarcado na ARP. A escolha dos sensores deve considerar as missões e seus objetivos.

## Sensores

No que se refere a sensores para Comando, Controle e Comunicações, os mesmos devem adequar-se ao peso limite para embarque na ARP em que serão operados. Seriam eles:

a) optrônicos – sistema eletro-óptico (EO) e infravermelho (IV) com capacidade de reconfiguração que permita coletar, armazenar e transmitir imagens termais e óticas de alvos no mar e em terra;

b) radar – dentre tantos, o radar de abertura sintética conferirá ao drone embarcado capacidade de esclarecer alvos de superfície localizados até 20 km de distância de sua posição;

c) AIS (*Automatic Identification System*) – proverá a capacidade de identificação automática de alvos colaborativos e a sua integração ao sistema do navio base;

d) terminais – deverá ter a capacidade de apresentar as imagens captadas em, pelo menos, três terminais remotos para emprego por frações de tropa ou equipes de operações especiais; e

e) Mage – os drones embarcados que sejam empregados para monitoramento do espectro eletromagnético devem possuir equipamentos Mage que detectem sinais de radares ameaça.

## Sistema de Navegação

Da mesma forma que os sensores, os recursos de navegação que as ARP deverão possuir são:

a) *Transponder* – *Transponder/IFF* (*Identification Friend or Foe*) com capacidade ADS-B (*Automatic Dependent Surveillance – Broadcast*);

b) Sistema GNSS (*Global Navigation Satellite System*) – sistema de navegação com receptor padrão do Sistema de Satélite de Posicionamento Global (GNSS), com as seguintes características: capacidade de navegação por *waypoints*, apresentação das informações em indicadores apropriados e integração aos demais sensores do sistema de navegação;

c) Sistema de Navegação Inercial – deverá dispor de sistema de navegação inercial, integrável com o sistema GNSS, com capacidade de manter informação de localização da aeronave, no caso de interrupção da recepção de sinal GNSS, e de determinar altitude, rumo, aceleração e velocidade da aeronave;

d) AHRs (*Attitude and Heading Reference System*) – deverá dispor de AHRs capaz de determinar sua atitude, a fim de garantir a redundância desta informação;

e) Altimetro – deverá dispor de equipamento capaz de prover informações de altimetria que atenda aos requisitos de mobilidade.

f) Sistema de Navegação Automática – deverá dispor de um sistema que permita a realização de navegação automática, inclusive com uma posição predeterminada de retorno (*Returning Home*) em caso de perda em voo do enlace radioelétrico de comando.

### **Comunicações**

Estabelecer comunicação com a estação de terra para transmissão de dados, podendo utilizar as faixas de frequências de VHF, UHF e SHF.

a) Enlace de Comunicações – realizar enlace de comunicações (COM *Relay*) nas faixas de frequência de VHF, nos serviços móveis aeronáutico e marítimo; e

b) Comunicações por Satélite – capacidade para receber equipamentos para enlace satelital para C2 (comando e controle) e transmissão e recepção de dados.

### **Armamento**

Capacidade de transportar bombas, mísseis, torpedos etc.

### **Estação Remota de Pilotagem ou de Controle**

**O emprego militar deve englobar todas as especificações estipuladas para o emprego civil, acrescidas das necessárias à segurança e ao sigilo da atividade militar**

Poderá ser fixa ou móvel, compreendendo os recursos que permitirão o controle da ARP e o emprego das cargas úteis instaladas. A operação da ARP caracteriza-se por dois segmentos distintos de contro-

le: o da aeronave e o dos equipamentos embarcados, que normalmente estão integrados, empregando a mesma estrutura de controle e enlace de dados. O enlace de dados entre a estação de controle e a ARP permite o tráfego de todas as demandas da aeronave e da missão. O emprego militar deve englobar todas as especificações estipuladas para o emprego civil, acrescidas das necessárias à segurança e ao sigilo da atividade militar. O controle da ARP pode ser em linha de visada e/ou além da linha de visada, neste caso utilizando satélite ou *relay* de comunicações. A operação em linha de visada limita a ação da ARP no que se refere ao alcance.



A operação além da linha de visada expande a área de atuação da ARP e demandará uma estrutura de comunicações com recursos satelitais ou com outra ARP *relay*. Nesse tipo de operação, poderá ocorrer um retardo nas comunicações, dificultando o comando e a telemetria e exigindo mais experiência do piloto.

Um outro detalhe importante a considerar é quanto à transferência de controle de pilotagem, quando em linha de visada, para além da linha de visada ou vice-versa. Tal manobra exigirá um adestramento mais rigoroso dos pilotos.

### ***Sistema Logístico***

Para o bom funcionamento da ARP, uma infraestrutura de apoio será necessária, em especial com as funções logísticas de manutenção, suprimento e transporte, de modo a permitir a realização de montagens, reparos e movimentação dos demais recursos que compõem o sistema da ARP, de um local de operação para outro, além de equipamento para lançamento e recolhimento de ARP, geradores *no-break*, equipamentos de transporte (reboques, carretas) etc.

Resumindo, no que se refere à operação de drones, esta será composta de um piloto e uma estação de controle. Uma grande vantagem é que os pilotos podem se revezar, o que permite um voo mais longo e sem desgaste físico e mental para eles. Além da redução do cansaço a que o piloto estará sendo submetido, ele não estará se colocando em situação de ameaça física, pois estará longe da cena de ação, não exposto às adversidades que porventura venham a ocorrer.

Uma grande vantagem será a captação e transmissão, em tempo real, para os centros de controle, de imagens ou outros

elementos que os sensores neles colocados tenham capacidade de obter.

No que concerne à segurança de voo, a qualificação do pessoal para a sua operação deverá ter o mesmo tratamento dispensado aos pilotos embarcados. Operadores remotos deverão ter a capacidade para perceber, detectar e evitar tráfego aéreo, obstáculos geográficos, formações meteorológicas e demais situações de voo que possam ameaçar ou prejudicar a operação remota.

Um outro destaque para os drones é o seu voo silencioso e a dificuldade em ser detectado pelo oponente.

Outra vantagem do emprego da ARP é que a sua estrutura pode ser rapidamente deslocada para local seguro, bastando movimentar apenas três elementos essenciais: o módulo de voo, o módulo de controle em solo e o módulo de comando e controle, além de, obviamente, pilotos e demais elementos que compõem a estrutura de apoio.

Os pilotos de ARP para emprego na guerra naval, apesar de cumprirem missões em área marítima específica, na maioria das vezes fora do mar territorial brasileiro, necessitarão conhecer os marcos regulatórios estabelecidos pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo e também os estabelecidos pela Agência Nacional de Aviação Civil e pela Anatel no que couber à homologação dos transceptores e das frequências a serem empregadas.

Similarmente às aeronaves pilotadas, os drones também devem observar uma manutenção rigorosa, com revisões e substituição de peças sensíveis, além de testes e calibração. Os requisitos que irão estabelecer tais revisões e manutenções poderão ser as horas voadas, os pousos e os lançamentos ou outros critérios determinados pelo fabricante e pelos operadores.



## **APLICAÇÃO EM VIGILÂNCIA, SENSORIAMENTO E RECONHECIMENTO**

Considerando o título deste artigo, é importante que se conheçam alguns conceitos empregados pela MB que envolvem a guerra naval e suas operações navais decorrentes e que irão nortear este trabalho. Como já citado, a MB define guerra naval como: “as ações militares conduzidas nos espaços marítimos, nas águas interiores e em certas áreas terrestres limitadas de interesse para as operações navais, incluindo o espaço aéreo sobrejacente. Consiste no emprego do Poder Naval, contribuindo para a conquista e a manutenção dos Objetivos Nacionais de Defesa”. (Doutrina Militar Naval).

A guerra naval comporta diferentes tipos de operações navais que devem concorrer, de alguma forma, para a execução das tarefas básicas do Poder Naval: Controle de Área Marítima, Negar o Uso do Mar ao Inimigo, Projetar Poder sobre Terra e Contribuir para a Dissuasão Estratégica.

Existem diversos tipos de operações navais, todas podendo interagir entre si. Assim, observamos que a Operação de Reconhecimento é o tipo de Operação de Esclarecimento que tem por propósito obter informações, táticas ou estratégicas, referentes às atividades e aos meios do inimigo, ou coletar informações de caráter geográfico, hidrográfico, meteorológico, eletrônico e acústico, referentes à provável área de operações e necessárias para orientar o planejamento e o emprego de forças.

O emprego da ARP em vigilância e reconhecimento permitirá a transferência, em tempo real, de informações que suportam a decisão do comandante da operação.

O emprego desses novos drones, com os recursos técnicos e de operação que possuirão, com certeza irá quebrar alguns paradigmas, na MB, no trato e na condução da guerra naval. Sua aplicação permitirá a coleta de dados para o estabelecimento de um quadro tático mais seguro.

A capacidade dos drones em cumprir longos períodos de voo, sem colocar em risco o elemento humano e com uma velocidade expressiva, elevará, sem sombra de dúvidas e de forma significativa, a capacidade de captar informações que muito ajudarão na condução da atividade de comando e controle de uma força naval.

As vantagens do emprego dos drones em vigilância, sensoriamento e reconhecimento, em comparação com aeronaves pilotadas, são marcantes, principalmente no que se refere à segurança de aviação, quando o risco de vida dos pilotos torna-se inexistente. Vale destacar o custo e o tempo despendidos na formação de um piloto naval, além do impacto negativo que a perda em missão de um piloto causa na sociedade do país e no moral dos tripulantes a bordo.

Vale destacar também a versatilidade de emprego de que os novos drones dispõem, dependendo dos equipamentos que eles transportem.

Pela última edição do Plano de Articulação e Equipamento da Marinha do Brasil (Paemb), de 2013, os drones embarcados, com capacidade de lançamento e recolhimento, numa primeira fase poderão ser empregados: em tarefas de esclarecimento e, quando em situação de paz, para coletar, armazenar e transmitir dados de imagens a fim de otimizar tarefas relacionadas à busca e salvamento (SAR); para contribuir no estabelecimento de doutrina de seu

emprego em ambiente naval; para ajudar no combate de ilícitos no que diz respeito a pesca predatória, extração mineral ilegal, contrabando, pirataria e crimes ambientais; e para salvaguarda da vida humana no mar.

O emprego de drones dependerá dos recursos a eles agregados para a obtenção de dados necessários, podendo-se dar como exemplo equipamentos eletrônicos do tipo *Synthetic Aperture Radar* (SAR), que é um sistema de obtenção de imagens de alta resolução via radiocomunicações, com especificação técnica para sensoriamento remoto. Um outro recurso eletrônico agregado aos drones seria o Flir – *Forward Looking Infrared*, um equipamento de visão noturna que, de forma passiva, obtém imagens por meio da diferença de temperatura, acoplado à câmera de vídeo para transmissão de imagens em tempo real.

Drones podem também realizar sensoriamento remoto, que vem a ser a técnica de medição e obtenção de dados sobre um alvo, por meio de sensores que não se encontram em contato físico com o objeto investigado. A alta precisão dos sensores, combinada aos procedimentos de processamento digital de imagens, oferece a possibilidade de extração de diversas informações e análises espaço-temporais do alvo. Podemos aplicar diversas tecnologias, sendo uma das mais antigas a fotogrametria.

Para se estabelecer a categoria adequada de ARP para uma das operações do título deste capítulo, diversos condicionantes deverão ser observados:

- a) tipo de missão;
- b) quais objetivos estratégicos, operacionais e táticos serão estabelecidos;
- c) qual o cenário e as condicionantes operacionais (dimensões da área de operação, distância, relevo, meteorologia etc.);

d) possibilidades e necessidades de logística, principalmente infraestrutura e recursos humanos; e

e) necessidades e possibilidades de coordenação, que dependem dos processos de comando e controle estabelecidos e dos meios de comunicação e redes de computação disponíveis.

Destacamos que as ARP podem operar em ampla variedade de missões e que a escolha da categoria em que esse recurso se enquadra deverá adequar-se à metodologia da concepção operativa estabelecida pela MB e aos fatores da decisão em cada nível de planejamento (estratégico, operacional ou tático).

A escolha da categoria deverá considerar as necessidades de comando e controle e as possibilidades relativas no que tange à pilotagem.

Entre as categorias hoje estabelecidas pelo MD para aplicação em vigilância, sensoriamento e reconhecimento em nível estratégico, as ARP compatíveis seriam as de categoria 4, 5 ou 6; para as mesmas aplicações em nível tático, as categorias seriam 0, 1, 2, 3 ou 4.

Os sistemas de sensoriamento remoto, com o emprego de satélites ou de ARP, são indicados para o esclarecimento de grandes extensões marítimas, aéreas e terrestres de interesse, que estejam sob o controle do inimigo.

Vale destacar que, no espaço aéreo brasileiro, cabe ao Decea, observando resoluções da Oaci, a autorização para o voo de ARP. No emprego militar serão emanadas normas específicas.

## APLICAÇÃO EM APOIO AO COMBATE

Em uma abordagem operacional e tática na aplicação das ARP em apoio ao combate, serão necessários informações,

reconhecimento, vigilância, detecção, identificação, localização de alvos com suficiente detalhamento e aquisição de alvos, de modo a permitir o efetivo emprego de meios adequados. Nesta aplicação, podemos empregar uma ARP com armas para ataque; apoio aéreo aproximado; supressão de defesa aérea inimiga; defesa aérea. Pode-se, ainda, integrar o setor de guerra eletrônica; realizar esclarecimento de superfície; realizar reconhecimento e vigilância; identificar terrenos, alvos e objetivos; avaliar danos e apoiar ações de Operações Especiais. Uma outra aplicação seria na discriminação e seleção de alvos para o apoio de fogo empregando uma emissão *laser* para apontar alvos inimigos.

Os objetivos a serem alcançados em proveito das forças navais, aeronavais e de fuzileiros navais são a coleta, o armazenamento e a transmissão: da localização de alvos no mar e em terra; de imagens termais e óticas; de informações necessárias à orientação do planejamento e do emprego das Forças; e de dados meteorológicos e geográficos de uma determinada área. Deverá também prover enlace de dados entre os meios adjudicados.

A Estratégia Nacional de Defesa (END), dentro do conceito de preservação da paz e preparo para a guerra, estabelece que a MB deve estar pronta para responder a qualquer ameaça às linhas de comunicações marítimas.

Para isso, é prevista como uma das tarefas do Poder Naval a projeção de poder sobre terra, devendo assim estar operacionalmente capacitada com forças anfíbias em condições de pronta resposta; para defender instalações navais e portuárias; para defesa dos arquipélagos e ilhas oceânicas; e para controlar as margens de vias fluviais, entre outras tarefas. Logo, a MB deverá possuir fuzileiros navais em

permanente condição de pronto emprego em prol de assegurar sua capacidade de projeção de poder sobre terra.

Além dessas capacidades, a Constituição Federal prevê o emprego da MB em operações de Garantia da Lei e da Ordem (GLO).

A END também menciona que as Forças Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais podem ser apoiadas por drones no monitoramento do ambiente marítimo e em prol de objetivos estratégicos e táticos.

O Paemb prevê o emprego dos drones em operações de esclarecimento, ataque, interceptação e apoio à guerra eletrônica.

O emprego dos drones elevará a capacidade de comando e controle da força operativa, aumentando sobremaneira a consciência situacional marítima ou terrestre numa operação clássica do Poder Naval.

Em apoio às operações dos Fuzileiros Navais de caráter tático, emprega-se hoje na MB o drone Carcará II, que, no momento, encontra-se em aprimoramento pela empresa Santos Lab, a fim de atender a novos requisitos operacionais estabelecidos pela MB.

Por ocasião da Olimpíada no Rio de Janeiro, em 2016, em decorrência do apoio prestado pela Marinha do Brasil nas atividades de segurança, foram adquiridos dois drones FT-100 – Horus, da empresa FT Sistemas, os quais encontram-se em operação com os Fuzileiros Navais.

No que se refere ao drone tático, a Estratégia Nacional de Defesa estabelece os objetivos estratégicos e táticos relacionados à MB. No repertório de práticas e capacitações operacionais, determina à MB a tarefa de monitorar a superfície do mar a partir do espaço. A referida END menciona que o emprego de forças navais, aeronavais e de fuzileiros

navais no monitoramento da superfície do mar em prol de objetivos estratégicos e táticos poderá ser apoiado por drones. Quanto aos drones táticos (portátil e naval), observa-se que o drone Carcará II (portátil), devido às suas características de portabilidade e recuperabilidade, entre outras, tem atendido, parcialmente, às demandas táticas das operações anfíbias, terrestres e ribeirinhas. É mister a necessidade de seu aperfeiçoamento para o pleno atendimento das demandas dos fuzileiros navais nos vários escalões e tipos de missões.

Nota-se que este tipo de drone terá uma grande interação e aplicabilidade nos meios de superfície de pequeno porte, particularmente nos que operam no ambiente ribeirinho, nas tarefas de esclarecimento de curto alcance (até 15 km) ao longo dos rios e bacias hidrográficas.

Os drones táticos deverão ser empregados para inúmeras tarefas em tempo de paz e em tempo de guerra, a partir de plataformas fixas ou móveis, por forças navais, aeronavais e de fuzileiros navais. Dependendo de suas características técnicas e operacionais, devem à observância das tarefas básicas do Poder Naval e ser usados, em especial, em vigilância, sensoriamento, reconhecimento e apoio ao combate.

Para a execução dessas tarefas, os drones deverão possuir equipamentos condizentes com o que se pretende, devendo ser capazes de:

- a) coletar, armazenar e transmitir a localização de alvos no mar e em terra;
- b) coletar, armazenar e transmitir imagens termais e óticas com alta resolução;
- c) obter informações necessárias para a orientação do planejamento e do emprego de forças navais, aeronavais e de fuzileiros navais, se possível, em tempo real;

d) coletar dados meteorológicos e geográficos em uma determinada área;

e) prover enlace de dados entre e intra meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais;

f) possuir baixa assinatura acústica;

g) possuir estações de comando e controle compatíveis com a operação de bordo e de terra, com pleno controle de lançamento e de retorno à base, remotamente;

h) operar nos períodos diurnos e noturnos; e

i) permitir interoperabilidade com as demais forças singulares.

O emprego adequado dos drones constitui um grande diferencial para os comandantes numa ação de guerra naval.

Visando ao emprego da ARP em apoio ao combate por meios navais pelo Paemb, está prevista a aquisição de várias ARP a serem empregadas embarcadas (ARP-E), já tendo sido, inclusive, estabelecidos os seus Requisitos de Alto Nível de Sistema (Rans).

Dentro do processo de aquisição da ARP-E, diversas empresas se apresentaram para fornecer à MB atendendo ao Rans estabelecido. Foram elas: Saab, Ael, Shiebel, Cassidian, Insitu, Indra e Flight Technologies.

A operação das ARP pelos meios navais e de fuzileiros navais está de acordo com o previsto nas tarefas básicas da MB, já descritas anteriormente, quais sejam: Controle de Área Marítima, Negar o Uso do Mar ao Inimigo, Projetar Poder sobre Terra e Contribuir com a Dissuasão Estratégica. Inicialmente, como previsto no Paemb, as ARP poderiam ser empregadas em operações de esclarecimento, como de busca, vigilância (patrulha), acompanhamento e reconhecimento.

Assim, foram consideradas as seguintes ARP:

| Modelo         | Empresa             |
|----------------|---------------------|
| Hermes 900     | Ael                 |
| Pelicano       | Indra               |
| Tanan 300      | Cassidian           |
| FT-X1          | Flight Technologies |
| Skeldar V-200M | Saab                |
| Comcopter      | Shiebel             |
| Scan Eagle     | Insitu              |

No caso das Operações Anfíbias, a ARP deve possuir elevada mobilidade tática com capacidade de transpor obstáculos verticais, a fim de apoiar a progressão da tropa, aumentando o poder de combate, permitindo que se atue contra o inimigo em pontos diferentes, num curto espaço de tempo.



Empresa Ael (Hermes 900)



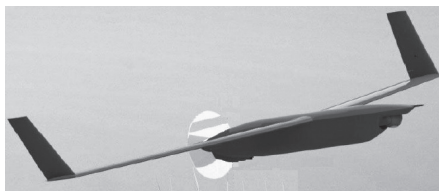
Empresa Saab (Skeldar V-200 M)



Empresa Shiebel (Camcopter S-100)



Empresa Cassidian (Tanan 300)



Empresa Flight Technologies (FT-X1)



Empresa Indra (Pelicano)



Empresa Insitu (Scan Eagle)



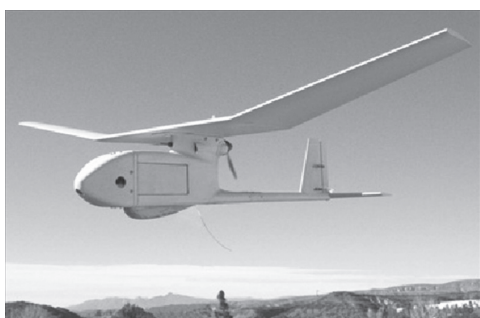
Caçador



Carcará II



Panther



RQ-11 Raven



RQ-20 Puma



## PERSPECTIVAS PARA O BRASIL

No Brasil, o projeto para o desenvolvimento de um drone nacional para as Forças Armadas, que atenda às demandas de inteligência, vigilância, reconhecimento, sensoriamento remoto e apoio ao combate, vem sendo tratado no âmbito do MD desde 2004, estando a MB representada por oficiais dos diversos Órgãos de Direção Setorial (ODS) da sua estrutura administrativa. Em 18 de dezembro de 2008, o MD divulgou e publicou a END, que estabelece a reorganização da Base Industrial de Defesa, assegurando que o atendimento às necessidades de equipamento das Forças Armadas apoiem-se em tecnologias sob domínio nacional, preferencialmente as de emprego dual, militar e civil. A END foi revisada em 2012 e aprovada pelo Decreto Legislativo nº 373 em 25 de setembro de 2013.

Em 28 de junho de 2010, o MD emitiu a Portaria Normativa nº 1.065, criando o GT Vant para tratar do seu uso pelas Forças Armadas, cuja coordenação ficou a cargo da FAB.

Pela Portaria nº 1.983/MD, de 3 de julho de 2013, são discriminados os Requisitos Operacionais Conjuntos para ARP, e pelo Ofício nº 15146/MD, de 11 de dezembro de 2013, para o Estado-Maior da Aeronáutica (EMAer), foi atribuída à FAB a coordenação do processo de desenvolvimento nacional e aquisição do referido artefato voador.

Em seguida, o EMAer, em 5 de fevereiro de 2014, determinou à Comissão Coordenadora do Programa Aeronave de Combate (Copac) da Força Aérea Brasileira (FAB) a ativação do Projeto do Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada do MD.

Em decorrência, em 2015, representantes das três Forças Singulares conso-

lidaram uma Concepção de Operações Conjuntas de ARP (Conops-CJ-ARP). Esta concepção tem por finalidade discriminar as principais capacidades e características de operação das ARP, subsidiar a sua aquisição e integração no âmbito do MD e estabelecer uma arquitetura conceitual e doutrinária voltada para o emprego das diversas categorias estabelecidas. A Concepção estará sujeita às atualizações conforme a evolução tecnológica, o aperfeiçoamento doutrinário das Forças ou a introdução de modificações no emprego de seus diversos subsistemas, caso apresente necessidade de revisão.

Em complemento, estudos preliminares de viabilidade são realizados pela Copac para o estabelecimento de uma proposta de Conceito de Emprego, a ser apreciada pelas Forças.

Entretanto, estudos conduzidos pelo MD visando à interoperabilidade entre as Forças Armadas propõem que o conceito de emprego e estratégias para a implantação da ARP do Ministério da Defesa deverá estar calcado em um projeto nacional para atender às demandas de Defesa Nacional. Sua implantação abrangerá inúmeras avaliações operacionais e o desenvolvimento de doutrina, além de medidas para consolidar a interoperabilidade do sistema (Sarp) nas Forças Armadas. Para tanto, deverão ser abordadas:

- a) a capacitação dos recursos humanos;
- b) a integração de sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicações (TIC), aqui abordando aspectos gerenciais de apoio ao comando e controle, de gestão logística, de gestão do programa e seus projetos; e
- c) a implantação de uma cultura de trabalho conjunto nas Forças Armadas, incrementando a interoperabilidade no uso da ARP.



Dessa forma, a concepção de emprego propõe que a Força Aérea seja a coordenadora das atividades de manutenção, decolagem, traslado até as áreas de operações e o retorno dessas áreas até o pouso. Enquanto a ARP estiver na área de operações, a pilotagem e a operação dos sensores ocorrerão conjuntamente, a partir do Comando de Defesa Aérea Brasileira (Comdabra), por meio de enlace por satélite. Para isso, pilotos e operadores de sensores serão lotados em cada Força, constituindo uma equipe mista para o atendimento das particularidades de cada missão. Cada Força gerenciará suas demandas de pedido de dados, a análise desses dados e sua difusão, respeitando as respectivas particularidades de comando, controle e inteligência. Imagina-se com isso grande economia financeira, pois, com um único voo, múltiplas missões podem ser executadas.

O Ministério da Defesa visualiza as seguintes metas para o emprego de ARP:

a) que tenha capacidade de apoiar operações de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR), singulares ou conjuntas, em proveito de ações militares de defesa e segurança;

b) efetuar voo com ARP categoria 2 ou superior, em espaço aéreo compartilhado, integrado ao sistema de tráfego aéreo brasileiro, sem diminuir os níveis de segurança de voo;

c) que tenha capacidade de integrar os processos de comando e controle nos níveis estratégico, operacional e tático, com a coleta e processamento das imagens obtidas; e

d) que tenha capacidade de empregar armamento contra alvos de superfície.

A ação de drone na guerra naval possui conceitos específicos. No que tange às missões, tarefas e ações a serem empregadas e executadas por ARP na MB, podemos destacar o emprego das

seguintes categorias, estabelecidas pelo MD, em operações de:

a) Ataque – categorias de 3 a 6;

b) Anfíbias – todas as categorias;

c) Esclarecimento – todas as categorias;

d) Especiais – todas as categorias;

e) Defesa de Porto/Área Marítima Restrita – todas as categorias;

f) Plataforma de Petróleo no Mar – categorias de 2 a 6;

g) Bloqueio – categorias de 3 a 6;

h) Defesa Tráfego Marítimo – categorias de 2 a 6; e

i) Operações Ribeirinhas – todas as categorias.

Podemos realçar que o Ministério da Defesa tem incentivado as empresas nacionais a desenvolverem ARP fabricadas no Brasil, com o intuito de fortalecer a Indústria Nacional de Defesa.

Uma empresa de destaque é a Avionics Services, que, juntamente com a empresa Israel Aerospace Industries (IAI), desenvolveu a ARP Caçador, primeira aeronave a receber a aprovação do Ministério da Defesa como um Produto Estratégico de Defesa – PED. Desenvolvido a partir do Heron-1, da empresa IAI, o Caçador se enquadra nos requisitos de Declaração de Conteúdo Nacional (DCN).

O Caçador tem autonomia de 40h de voo, atinge altitude de até 30 mil pés, com peso máximo de decolagem na ordem de 1.270 kg, o que lhe permite transportar 250 kg de carga útil e realizar uma variedade de missões, em especial as necessárias para as Forças Armadas, tipo vigilância, sensoriamento e reconhecimento.

Seu alcance em controle, na linha de visada por satélite, pode atingir até 250 km, na banda C; e se for incluída banda Ku de satélite, pode chegar a mil km de sua base de controle.

No Brasil, em 2011, a FAB estabeleceu na sua estrutura administrativa a primeira

unidade militar a utilizar drone de forma operacional, o Esquadrão Hórus, 1<sup>a</sup>/12<sup>a</sup> Grupo de Aviação da FAB, com sede na Base Aérea de Santa Maria (RS), que tem como responsabilidade a operação das ARPs da Força.

Esse Esquadrão é a semente para o aprendizado da operação dessas aeronaves e também a base para o desenvolvimento de uma doutrina, pois não basta ter a aeronave, é preciso saber como empregá-la, além de ter a capacidade de processamento das informações por elas transmitidas. Nesse Esquadrão, somente aviadores podem ter o controle dessas aeronaves. Dispostos em duplas, eles devem possuir experiência em voo, conhecimento das áreas de operação e familiaridade com as regras de controle do espaço aéreo, assegurando alto grau de segurança aérea em sua operação.

Na MB, foi estabelecido um Pelotão para a operação de ARP no Batalhão de Controle Aerotático e de Defesa Antiaérea, subordinado ao Comando da Força de Fuzileiros da Esquadra, com sede no Rio de Janeiro. No momento, opera as ARP FT-100 Horus, a Falcão e a Phantom. Por falta de procedimento específico e por serem de emprego dual (civil e militar), as instruções observadas são as estabelecidas na Circular de Informação Aeronáutica – AIC 100-40, do Comando da Aeronáutica, além de um Procedimento Operativo por eles criado que trata da padronização de operação e do adestramento dos militares.

Além desse pelotão, navios de grupos de patrulha Naval, com sede ao longo do nosso litoral, também têm feito uso das capacidades de ARP em proveito de operações de Patrulha Naval que executam. As ARP empregadas têm sido: RQ-11 Raven, RQ-20 Puma (versão marítima), Carcará II, IAI Mini Panther, Skyler KC e FT-100 Horus.

Como já mencionado, não existe uma doutrina, com decorrentes procedimentos operacionais estabelecidos, na MB para a operação de ARP.

No que tange à Anatel, cabe-lhe o estabelecimento de faixas de frequências para operação de drones para fins militares, uso civil no Brasil e a defesa dessas faixas em nível internacional. Para isso, esse órgão do governo vem tratando do assunto promovendo palestras, debates e seminários, e criando grupos de trabalho, entre outras ações, a fim de levantar as perspectivas e necessidades de vários setores governamentais ou privados no emprego, comando e controle desse recurso.

Além da regulamentação das faixas de radiofrequências para drones, outros assuntos deverão ser resolvidos e esclarecidos, tais como: regulamentação internacional, gerência do espaço aéreo, certificação e homologação de equipamentos e licenciamento de estações que operam drones.

Aprofundando esses conhecimentos, se tornará mais fácil e equânime a elaboração da regulamentação pertinente pelos órgãos governamentais envolvidos no assunto, tais como o Comando da Aeronáutica, a Anac e a Anatel, e será ampliada a defesa desses interesses junto a organismos internacionais, como a União Internacional de Comunicações (UIT), Organização Internacional da Aviação Civil (Icao), Organização Marítima Internacional (IMO) etc.

Apesar de o Paemb prever a aquisição de Sarp-E em proveito das operações dos meios navais e de fuzileiros navais, operando embarcado, e das especificações técnicas e documentações específicas estarem prontas e aprovadas, não é possível, no momento, a sua aquisição, em decorrência das dificuldades financeiras hoje vividas pelo País.

O projeto prevê a aquisição de um número razoável de Sarp-E que permita

o adestramento de lançamento e recolhimento a partir de navio e o estabelecimento de sua doutrina de emprego, juntamente com as demais Forças Armadas, além da criação futura de esquadrão de aviação para operar e manter este novo meio aéreo.

Prioritariamente, essas aeronaves deverão ser empregadas nas tarefas básicas do Poder Naval de Controle de Área Marítima, Negar o Uso do Mar ao Inimigo, Projetar Poder sobre Terra e Contribuir para a Dissuasão Estratégica em operações de reconhecimento (busca, vigilância – patrulha, acompanhamento e esclarecimento), além de, em situação de paz, coletar, armazenar e transmitir dados de imagens sobre a otimização das tarefas relacionadas à busca e salvamento (SAR); criar doutrina própria do seu emprego no ambiente naval e reprimir ilícitos em geral (pesca predatória, extração mineral ilegal, contrabando, pirataria, crimes ambientais etc.).

Há que se pensar no tipo de estrutura administrativa que a MB deverá estabelecer para a operação de ARP. Como já descrito, diversas OM já operam esse recurso em proveito de suas tarefas específicas. Por outro lado, possuímos uma Base Aérea Naval como nosso maior centro de operação, formação e treinamento e de tudo o que envolve o elemento aéreo na Força, onde estão sediados nossos principais esquadrões de aeronaves. Contudo, temos também esquadrões de aeronaves sediados em alguns distritos navais espalhados pelo País.

A Diretoria de Aeronáutica da Marinha (DAerM), como OM líder no assunto na MB e apoiada pela Diretoria de Sistemas de Armas da Marinha (Dsam) e pela Diretoria de Comunicações e Tecnologia da Informação da Marinha (DCTim), assumiu a responsabilidade de estudar a exequibilidade dos drones.

Diversos foram os drones analisados pela MB para emprego estratégico ou tático pelas forças navais, aeronavais e de fuzileiros navais, considerando todas as categorias hoje estabelecidas. Inicialmente, vislumbrou-se um drone já operacional. Considerando os Requisitos de Estado-Maior para o meio e os consequentes Rans, entre os diversos disponíveis optou-se em analisar os drones Scan Eagle, da empresa Insitu-Boeing, e o Camcopter-S-100, da empresa Shiebel, austríaca.

Foi também apresentada proposta de desenvolvimento de um drone nacional pela empresa Flight Technologies – FT Sistemas. Com sede em São José dos Campos, a empresa lançou o drone, tipo helicóptero, FT-200 FH, que poderá ter versão militar e civil. Esta ARP tem alcance de 100 km e autonomia de mais de 10 horas de voo e pode transportar até 50 kg de carga útil.

Esse drone reúne as mais avançadas tecnologias em aeronáutica, micromecânica, sistemas propulsivos e sensores embarcados de alta *performance*, com exclusivo sistema de navegação, pilotagem automática e sistemas de contingências. Apesar de esta empresa ter tido seu plano de negócios aprovado, por meio do Programa Inova Aerodefesa, parece que o processo ficou inviabilizado pela falta de indicação firme de uma demanda por parte das Forças Armadas, em decorrência das restrições orçamentárias ora vigentes.

Recentemente, a FAB testou o drone estratégico categoria 3, Hermes 450, chegando à conclusão de que não atendia plenamente às necessidades operacionais das Forças Armadas.

Quanto ao desenvolvimento do drone nacional Falcão, o projeto encontra-se parado. Para sua continuidade, foi estabelecida uma *joint venture* – Harpia, com par-

ticipação da Embraer (51%), Ael (40%) e Avibras (9%). Foi revisto o projeto inicial, adequando-o aos principais requisitos operacionais para atender ao Conceito Operacional Conjunto. Entretanto, como nenhuma indicação de demanda ocorreu, a empresa Harpia foi desmobilizada e o projeto arquivado.

No momento, continua com a FAB, que agora opera o Hermes 900, a competência do trato dos assuntos de drone. A MB possui militares deslocados na FAB participando do aprendizado de sua operação.

Sabe-se que a Copac, da FAB, continua envolvida nas atividades de desenvolvimento e obtenção de um drone nacional, todavia a MB não está participando.

Deve-se incentivar o processo de nacionalização desses artefatos voadores, assim como dos sensores que irão transportar, devendo-se buscar e estimular a participação de empresas nacionais em seu desenvolvimento e sua integração, produção e manutenção.

É esperado para os próximos anos o desenvolvimento expressivo nos sistemas de propulsão de eletrônica/telecomunicações e no uso de materiais compostos na construção desses artefatos voadores. Logo, um surto desses drones é esperado nos anos vindouros.

Com isso, grandes serão as exigências regulatórias emanadas pelas autoridades governamentais correspondentes e também nos critérios de formação e atualização dos pilotos desses artefatos.

Nas aplicações militares, as regras para a operação dos drones têm sido estudadas pelo Comando da Aeronáutica, juntamente com as demais Forças Singulares. Vale destacar que o uso militar normalmente ocorre em espaços aéreos segregados, onde não é permitida a entrada de qualquer outra aeronave sem

autorização prévia, aumentando, com isso, a segurança aérea.

Em decorrência dessas considerações, torna-se de extrema importância o estabelecimento de uma doutrina própria de emprego no ambiente naval.

### *Legislações em vigor no Brasil*

De acordo com a legislação brasileira, que segue as normas internacionais, a ARP é considerada uma aeronave e, portanto, está sujeita à legislação aeronáutica. Nenhuma ARP civil poderá operar no Brasil sem a devida autorização da Anac e de outros órgãos federais, como o Decea, a Anatel e, em alguns casos, o Ministério da Defesa (Anac, 2012). Entretanto, existe legislação que trata do uso civil de aeromodelos que, devido às suas características de operação, requerem licenciamento prévio por parte da Anac.

No Brasil, existem atualmente três legislações oficialmente emitidas que versam especificamente sobre ARP.

A primeira é a AIC nº 21/10, uma Circular de Informação Aeronáutica emitida pelo Comando da Aeronáutica em 2010, que estabelece alguns procedimentos para a operação de Vant em geral. A segunda é a Decisão nº 127, da Anac, expedida em 2011, que fornece diretrizes com a finalidade de autorizar a operação aérea de ARP pelo Departamento de Polícia Federal. E a terceira, e última, é a Instrução Suplementar nº 21-002, Revisão A, também da Anac, expedida em outubro de 2012, que orienta a aplicação da Seção 21.191 do RBAC-21 (Regulamento Brasileiro de Aviação Civil) para emissão de Cave (Certificado de Autorização para Voo Experimental) para ARP de uso experimental (pesquisa e desenvolvimento, treinamento de tripulações e pesquisa de mercado) (Anac, 2012).

A Circular de Informações Aeronáuticas nº 21/10 tem por finalidade apresentar as informações necessárias para o uso de veículos aéreos não tripulados no espaço aéreo brasileiro e aplica-se a todos aqueles que, no decorrer de suas atividades, pretendam ocupar o espaço aéreo brasileiro com voos de ARP. Nessa publicação, as operações de uma ARP, quanto ao seu perfil, são divididas em dois tipos: operação na linha de visada, realizada em obediência às regras de voo visuais – VFR, em que o piloto ou o observador mantém o contato visual direto com a ARP, visando preservar as separações previstas, bem como prevenir colisões; e operação além da linha de visada, realizada sob as condições de voo visuais ou por instrumentos – IFR, em que não há a necessidade de manter contato visual com a ARP.

As operações de uma ARP, quanto à sua natureza, também são divididas em dois tipos: operação ostensiva, de caráter geral, realizada na Circulação Aérea Geral, sob coordenação do órgão regional e do Decea; e operação sigilosa, de caráter reservado, realizada na Circulação Operacional Militar, sob coordenação do órgão regional e do Comdabre.

Todo voo de ARP que envolver contato rádio com órgãos de Controle de Tráfego Aéreo, deverá, em sua chamada inicial, utilizar a expressão "ARP", com a finalidade de elevar a consciência situacional dos envolvidos na operação, sem demandar qualquer tipo de tratamento especial por parte do órgão de Controle de Tráfego Aéreo.

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 colisão, os voos são sempre realizados em espaços aéreos condicionados.

Com a finalidade de proporcionar um acesso ordenado e seguro dos drones no espaço aéreo brasileiro, levando-se em conta a publicação *Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems* (RPAS), da Icao, as solicitações para voos de ARP são analisadas caso a caso, em função das particularidades do pedido e levando-se em conta todos os aspectos concernentes à segurança dos usuários do transporte aéreo, entre eles: a operação de qualquer tipo de drone não deve aumentar o risco para pessoas e propriedades, no ar ou no solo; a garantia de manter, pelo menos, o mesmo padrão de segurança exigido para as aeronaves tripuladas; e a proibição do voo sobre cidades, povoados, lugares habitados ou sobre grupo de pessoas ao ar livre.

Os drones devem se adequar às regras e aos sistemas existentes e não recebem nenhum tratamento especial por parte dos órgãos de Controle de Tráfego Aéreo. O voo de ARP somente poderá ocorrer em espaço aéreo segregado, definido por Notam, ficando proibida a operação em espaço aéreo compartilhado com as demais aeronaves tripuladas. Quando for utilizado aeródromo compartilhado, 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.

No caso de utilização de ARP por organizações militares e órgãos públicos de segurança, como polícias e Receita Federal, algumas restrições poderão ser reavaliadas pelo órgão regional e, subsequentemente, pelo Decea, considerando as peculiaridades da missão requerida. As autorizações e orientações emitidas pelo Decea aplicam-se somente ao uso do espaço aéreo. Autorizações relativas a aeronavegabilidade, licença de pessoal

e uso de frequências para controle da ARP devem atender às legislações dos órgãos competentes, respectivamente Anac e Anatel.

Por ocasião do primeiro seminário internacional com o tema “ARP em Combate”, realizado pela Força Aérea Brasileira em junho de 2017, diversos assuntos foram tratados:

- a) o futuro operacional das ARP;
- b) desafios e tendências no emprego dessa aeronave;
- c) elaboração de regras para inserção da ARP militar no espaço aéreo civil;
- d) desenvolvimento de sistemas para tornar a aeronave autônoma segura e com facilidade na tomada de decisões;
- e) operações conjuntas de ARP; e
- f) operação de armamentos transportáveis e a logística agregada.

Vale destacar que um dos propósitos básicos da FAB é garantir a soberania do espaço aéreo nacional.

## CONCLUSÕES

A rápida evolução tecnológica que vem se processando na ARP e em tudo que lhe envolve nos permite vislumbrar, em futuro próximo, aeronaves mais leves, cargas úteis mais eficientes e com menores dimensões e peso e autonomies maiores com uso de energias alternativas. Assim, com essas inovações esperadas, suas possibilidades de emprego serão expandidas, podendo-se imaginar, para emprego na guerra naval, ARP com velocidade hipersônica, com baixíssima capacidade de serem detectadas, grande manobrabilidade em voos com condições meteorológicas severas, expressiva autonomia, comandos mais automatizados, grande flexibilidade de navegação e emprego na guerra naval contra alvos de superfície e aéreos.

A ação de drones na guerra naval, numa perspectiva para o Brasil, envolverá a necessidade de uma sinergia e unidade de esforços entre as demais forças singulares (EB e FAB), sob a coordenação do MD, para se vislumbrar o êxito dos projetos de pesquisa, desenvolvimento, produção e aquisição de todo o sistema (Sarp), visando à sua nacionalização. Os processos de especialização, certificação e treinamento de recursos humanos, necessários para a operação de toda a estrutura do Sarp, deverão ser padronizados e unificados, respeitando-se as peculiaridades de emprego de cada Força.

Aspectos doutrinários deverão ser estabelecidos e padronizados no mais alto grau de comando, tais como: sistemática de pedido de missão; especificações do formato de imagens, vídeos e dados; padrões de fraseologia etc.; e os decorrentes até o nível mais baixo, específicos, taticamente, para cada Força. As etapas de implantação desses recursos deverão ocorrer paralelamente em cada Força.

Também podemos vislumbrar que, em decorrência dessa marcante evolução tecnológica que o setor aéreo tem sofrido, as perspectivas futuras da aviação militar irão recair em sistemas automatizados e com inteligência artificial. No momento, o maior desafio é o desenvolvimento de sistemas que sejam realmente autônomos para que a aeronave possa pousar, aterrissar, realizar manobras de defesa aérea, empregar armamentos e desviar de obstáculos, entre outras ações. O futuro do combate incluirá aeronaves que tenham capacidade de armazenar informações sigilosas e possuam alta velocidade e armas poderosas que consigam atacar diversos alvos simultaneamente, além de impedir a sua detecção pelo opositor. É esperada a operação combinada/conjunta de ARP com aeronaves tripuladas.

As perspectivas de emprego de ARP pelas Forças Armadas em aplicações militares apresentam uma grande demanda reprimida. No Brasil, existem diversos projetos envolvendo o desenvolvimento e o emprego de ARP para diversas aplicações, civis e militares, em especial para emprego na guerra naval. A interação ARP de aplicação civil com a de aplicação militar, aqui incluído o de emprego na guerra naval, é muito importante e irá permitir o aumento de demanda e viabilizar os projetos, tendo em vista as restrições financeiras vividas pelas Forças Armadas.

As ARP têm demonstrado ser de grande utilidade para os comandantes operativos, em especial em apoio ao combate, vigilância, reconhecimento e sensoriamento, atendendo às demandas nas diversas ações da guerra naval.

Por sua característica de operação não tripulada, não expõe tripulações a riscos como as aeronaves convencionais, além de permitir o uso de diversificada gama de sensores, possibilitando a execução de variadas missões em um único voo.

É importante que a regulamentação quanto ao uso e emprego de ARP se aperfeiçoe com a evolução tecnológica pela qual irá passar, sem que seja perdido o foco na segurança de navegação e tráfego aéreo, aqui envolvidas também as aeronaves tripuladas.

O incremento do uso de ARP, que já ocorre no momento, deverá ter um impulso muito grande nas próximas décadas. Muitos desafios serão enfrentados e vencidos, até que seja alcançada uma operação com índices mínimos de acidentes e eficiente emprego operacional. Para isso, deveremos investir intensamente na formação de novos pilotos, no treinamento e no estabelecimento da logística adequada, a fim de estabelecer uma integração eficiente dos drones com nossos navios e o

seu pessoal, num trinômio navio-aeronave-drone. Com certeza, esse novo recurso complementar a operação das atuais aeronaves tripuladas, aumentando os níveis de segurança por ocasião das operações navais com emprego do elemento aéreo, possibilitando a retirada da tripulação de um ambiente de risco ou hostil, sendo elas empregadas somente quando isto for imprescindível.

À semelhança dos esquadrões de aeronaves, deve-se pensar em um esquadrão específico de drones, no qual todos ficariam concentrados para dar suporte operacional e de manutenção aos drones da MB. Pode ser vislumbrada a criação de esquadrão de drone na Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia para ser o centro de cultura desses recursos e os provedores dos apoios onde for necessário na MB. Outras organizações também deverão estar envolvidas como formadoras de pilotos para a operação dos drones, para adestramento e para disseminar conceitos, sendo as mais indicadas o Centro de Instrução e Adestramento Aeronaval (Ciaan) e o Centro de Adestramento Almirante Marques de Leão (CAAML).

Fatores operacionais diversos e específicos poderão provocar a descentralização dos drones em proveito de operações de fuzileiros navais ou em áreas distritais, onde o seu emprego seja mais expressivo e necessário em decorrência da demanda das operações navais na região, à semelhança do que já ocorre com alguns esquadrões de aeronaves de asa rotativa, que possuem esquadrões nas sedes de alguns distritos navais, fora da Base Aérea Naval de São Pedro da Aldeia.

Assim, torna-se, desde já, de suma importância o envolvimento e o empenho de vários setores da MB para a implantação eficiente deste novo recurso, em proveito do cumprimento das ações de guerra



naval, nas aplicações em vigilância, sensoriamento e reconhecimento e em apoio ao combate.

Especial atenção deverá ser dada ao estabelecimento e desenvolvimento de uma doutrina de emprego dos drones. Entrelaçamentos com as demais Forças Singulares irão permitir a troca de informações sobre os diversos tipos de drones, que facilitará a consolidação de doutrinas específicas, em especial as de emprego nas tarefas do Poder Naval.

Dentro da MB, seguindo as instruções estabelecidas para a aquisição de um drone, primeiramente deve-se estabelecer os Requisitos de Estado-Maior (REM) do meio em pauta. Em seguida, deve-se elaborar os Requisitos de Alto Nível de Sistemas, criar um projeto e, sob a liderança de uma OM do setor do

Material, dar continuidade ao processo de aquisição, dando atenção especial ao Estudo de Exequibilidade (EE), apresentando as suas conclusões aos Órgãos de Direção Setorial (ODS) dos setores do Material e Operativo. Este deverá ser o caminho a seguir.

Dentro da estrutura organizacional da MB, deverá ser a DAerM a OM que irá liderar o processo de definição dos requisitos técnicos dos drones, em proveito dos meios navais e de fuzileiros navais, baseados nos requisitos operacionais estabelecidos pelo Comando de Operações Navais (ComOpNav). Em ambas as situações, a DAerM contará com apoio de outras OM, em especial da DCTim quando do estabelecimento dos requisitos de Tecnologia da Informação e Comunicações que envolverão o novo recurso.

 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:  
<CIÊNCIA & TECNOLOGIA>; Veículo não tripulado;

## BIBLIOGRAFIA

- BRASIL. Presidência da República. Lei nº 7.565, de 19/12/1986 – Código Brasileiro de Aeronáutica.
- MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria Normativa nº 606/MD, de 11/6/2004, Dispõe Sobre a Diretriz de Obtenção de Veículos Aéreos Não Tripulados e dá Outras Providências.
- \_\_\_\_\_. Portaria Normativa nº 1983/MD, de 3/7/2013 - Requisitos Operacionais Conjuntos (Roc) para o Veículo Aéreo Não-Tripulado de Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos (Vant/ARP) das Forças Armadas.
- \_\_\_\_\_. Decreto Legislativo nº 373, de 25 de setembro de 2013. Estratégia Nacional de Defesa (END).
- MARINHA DO BRASIL. Plano Estratégico da Marinha.
- \_\_\_\_\_. Plano de Articulação e Equipamentos da Marinha do Brasil – Paemb-2013.
- \_\_\_\_\_. EMA-305 – Doutrina Militar Naval, Ed. 2017.
- \_\_\_\_\_. EMA-420 – Normas para Logística de Material (2ª Rev.).
- COMANDO DA AERONÁUTICA. Circular de Informação Aeronáutica – AIC nº 21-10, setembro de 2010.

\_\_\_\_\_. Circular de Informação Aeronáutica – AIC nº100-40 – Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada e Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro.

\_\_\_\_\_. Circular de Informação Aeronáutica – AIC nº 24-17 – Aeronaves Remotamente Pilotadas para Uso Exclusivo em Operações dos Órgãos de Segurança Pública, da Defesa Civil e de Fiscalização da Receita Federal.

\_\_\_\_\_. Diretriz de Implantação e Operação de Vant no Espaço Aéreo Brasileiro – EMAer/2010 – DCA 55-36.

\_\_\_\_\_. Análise e Gerenciamento do Risco na Copac, NPA Nº vicepac/71, Copac, de 8 de outubro de 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC. Instrução Suplementar nº 21-002A – Emissão de certificado de autorização para voo experimental com base no Regulamento Brasileiro de Aviação Civil.

\_\_\_\_\_. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 21 – Certificação de Produto Aeronáutico.

\_\_\_\_\_. Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial – RBAC-E nº 94 – Requisitos Gerais para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL. Plano de Atribuição, Destinação e Distribuição de Faixas de Frequências no Brasil, 2017.

ICAO. Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS). Doc.10019.1 Ed. Montreal. 2015.