

# FATOR HUMANO NA OPERAÇÃO DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS\*

*Nas estatísticas relacionadas aos acidentes aeronáuticos e a sua causalidade com fatores humanos, parece não haver discriminação entre sistemas de aeronaves tripuladas ou não tripuladas, o que seria talvez esperado, pelo nível de automação desses sistemas*

ALESSANDRO PIRES **BLACK PEREIRA**\*\*  
Capitão de Fragata

---

## SUMÁRIO

Introdução  
Desenvolvimento  
Seleção e treinamento  
Operação  
Manutenção  
Conclusão

## INTRODUÇÃO

**N**um momento em que avançamos nos estudos para a implantação de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP), operando-as a partir de nossos navios, vários outros aspectos do emprego deste sistema começam a ser observados de uma forma mais profunda e objetiva.

Durante o processo de elaboração da minha monografia na Escola de Guerra Naval (EGN), em 2013, vários assuntos tiveram de ser deixados de lado pela abrangência e escopo que tinha escolhido para o trabalho, mas que decididamente iriam contribuir de alguma forma para a sua relevância e o prosseguimento nos estudos sobre o assunto ARP. Um destes assuntos relevantes foi

---

\* Matéria publicada na *Revista da Aviação Naval*, nº 75, 2014.

\*\* Foi o primeiro oficial da MB a realizar voo solo em aeronave T-27 Tucano, da FAB (1999). Instrutor de voo no HI-1 por quase 10 anos. Atualmente serve na DGMM como gerente de Obtenção e Modernização de Meios Aeronavais.

a influência do fator humano nas operações e nos acidentes aeronáuticos que envolviam os equipamentos que já estavam em uso por diversas Forças Armadas (FA) estrangeiras, sendo elas operadas a partir de navios ou baseadas em terra. O objetivo do presente artigo foi o de preencher um pouco esta lacuna, iniciando o processo de alerta e divulgação sobre o assunto, relativamente novo na Marinha do Brasil (MB).

Sucessos operacionais têm demonstrado as suas vantagens estratégicas e as do emprego dos seus sensores e equipamentos embarcados para a diminuição do efeito do conceito da névoa da guerra. Estes sucessos levaram a um rápido desenvolvimento de diversos sistemas com características diferenciadas (asa-fixa ou rotativa, um rotor ou vários rotores, decolagem independente ou por meio de catapultas, estações de controle em terra ou embarcadas, dentre outras) e para aplicações limitadas, incluindo o esclarecimento no

mar, segurança interna e patrulhamento de fronteiras. No entanto, o alto índice de acidentes de ARP em serviço operacional é frequentemente citado como um elemento dissuasor para a ampliação do seu uso dual, principalmente na desejada integração com a circulação aérea geral no espaço aéreo.

Nas estatísticas relacionadas aos acidentes aeronáuticos e a sua causalidade com fatores humanos, parece não haver discriminação entre sistemas de aeronaves tripuladas ou não tripuladas, o que seria talvez esperado, pelo nível de automação desses sistemas. A análise histórica fornece

evidências de que o erro humano é identificado como o principal fator causal em acidentes de aviação, e é, portanto, a maior ameaça à segurança de voo. Já as taxas de acidentes envolvendo ARP chegam a ser cem vezes maiores do que as de aeronaves convencionais, havendo cerca de um acidente a cada mil horas de voo, a maioria deles causados por panes nas aeronaves, embora um elevado índice também seja observado no que diz respeito ao fator humano na condução de suas operações.

Dados acerca da análise dos fatores humanos em acidentes com ARP ainda são escassos, mas o assunto vem ganhando importância

**Sucessos operacionais têm demonstrado vantagens estratégicas do uso de ARP e as do emprego dos seus sensores e equipamentos embarcados para a diminuição do efeito do conceito da névoa da guerra**

desde que os orçamentos têm diminuído a disponibilidade de recursos para novas aquisições. Na composição dos acidentes, os principais fatores contribuintes foram, em média: 25% por falha de motor, 24% por falha elétrica, 22% devido a descuidos no pouso, 10% por falha mecânica, 10% por erro de lançamento e

pouso, e 9% de outros itens, como acuidade visual, assuntos relacionados a sobrecarga de trabalho e de saúde, baixa proficiência, desorientação espacial, falta de coordenação da tripulação e *design* da estação de controle. Os principais estudos relataram que mais de 50% dos acidentes tiveram elementos de fatores humanos, tais como as questões de proficiência, falhas durante o pouso e falhas ou atrasos em reconhecer e responder corretamente a panes mecânicas.

Dentre as muitas recomendações emanadas destes trabalhos de pesquisa, algumas são bastante interessantes para o nosso início

de operação com ARP: criação de um programa de segurança com foco nas operações com ARP, criação de critérios de seleção e treinamento de pessoal, treinamento em coordenação com os navios, melhoria no *design* dos sistemas de controle GCS (*Ground Control Station*) e a criação de carreiras e cursos específicos voltados para a operação e a manutenção desses sistemas.

Não só a escolha do melhor equipamento é suficiente para o sucesso do processo de implantação das ARP na MB, mas outros aspectos também precisam receber nossa atenção:



## DESENVOLVIMENTO

Diversas Forças Armadas têm sido continuamente desafiadas a enfrentar adequadamente a integração de sistemas humanos para aperfeiçoar o desempenho dos sistemas ARP.

A própria adoção do termo ARP (RPA em inglês), em detrimento ao antigo *Drone* ou *Vant* (veículo aéreo não tripulado), foi motivada, pela imagem negativa de que eram robôs sem cérebro ou no modo automático, sem a existência de personalidade (piloto, operador do sensor, analista de inteligência), missão típica de quem estaria no controle desses equipamentos.

Dentre os fatores humanos mais importantes a serem observados na fase de desenvolvimento e implantação de um sistema ARP, podemos realçar as deficiências de engenharia e projeto quando do delineamento ergonômico das estações GCS, causando impacto no erro humano em vários acidentes analisados. Posicionamento dos monitores, sistemas de entradas de dados (teclado, *mouse*, *joystick*, reconhecimento de voz, *trackball*), luminosidade no ambiente, posicionamento dos dados nos monitores, luzes de alarme e cores utilizadas, dentre outros, são detalhes que têm levado à identificação de problemas de ergonomia funcional dentro de algumas GCS.

## SELEÇÃO E TREINAMENTO

“As qualificações e o *status* dos operadores de veículos remotamente pilotados estão entre os aspectos mais controversos do desenvolvimento deste equipamento. Opiniões sobre quem devem ser os futuros operadores variam entre o homem da rua e um piloto altamente qualificado, com formação em engenharia” (Kiggans, 1975).

Lendo a declaração acima, podemos entender um pouco a abrangência que este fator irá trazer para a condução nas operações com ARP. O piloto é um dos requisitos técnico-operacionais fundamentais para que sejam solucionados os problemas inerentes ao processo decisório ao longo do voo, baseado no seu treinamento e talento individual e na sua educação aeronáutica, com ciclos de decisão bastante curtos e ação proativa. Os pilotos de ARP são elementos básicos necessários para assegurar a integridade dos protocolos operacionais e de controle de toda a missão, incluindo fases específicas e que normalmente requerem grande habilidade psicomotora, como o pouso e a decolagem. Questões sobre o processo de recrutamento, seleção, necessidade de experiência prévia

de voo e o treinamento com currículo adequado para a qualificação são essenciais e deverão ser analisados.

O processo de formação de pilotos e mecânicos deve ser orientado para as novas tecnologias empregadas, facilitando melhor adaptação e melhoria do rendimento no cumprimento da missão, o que irá reduzir certamente a interferência de indesejáveis fatores humanos nos possíveis acidentes aeronáuticos com ARP.

## OPERAÇÃO

“ARP são o elemento que carrega o fluxo de causalidade nesse ambiente de ações, ameaças e funções multidimensionais para a geração dos efeitos políticos desejados sem risco para os pilotos, com muito baixa capacidade de interceptação e a um custo muito mais baixo do que seria possível

com sistemas convencionais tripulados. E, se por acaso a ARP falhar em sua missão, não se tem nas mãos o “embaraço político” de ter pilotos capturados. Pilotos são os “bens” mais difíceis e caros de se produzir em tempo de paz, e com alta taxa de perdas em tempo de guerra, cuja escassez condiciona alternativas estratégicas” (RAZA, 2011).

Facilmente, com a leitura desta citação, podemos verificar a importância dos pilotos nesses sistemas. Mesmo assim há certa discriminação contra os pilotos de ARP, não sendo a eles transferida a imagem romântica da atividade aérea, nem tampouco os registros de horas de voo e o alcance de respectivas marcas, tão importantes para o desenvolvimento das suas carreiras aéreas. Neste aspecto, as análises do fator humano

relacionado à motivação para a atividade e clima organizacional se fazem importantes. Devemos, do mesmo modo, evitar a resignação de pilotos e mecânicos causada por terem sido, inicialmente, deslocados da linha de voo para voarem ARP, o que poderá trazer a noção de que eles poderão nunca mais sentir as forças G novamente nas suas carreiras, numa cabine de verdade.

Outro aspecto é o impacto causado pela atividade no campo da saúde ocupacional. Sintomas de *stress*, alterações de humor, alteração nos níveis de atenção relacionados com a tarefa do GCS altamente automatizado, cognição e desempenho na pilotagem têm

aparecido devido, principalmente, às longas jornadas nas estações de controle causadas pelo aumento da demanda para que essas aeronaves estejam no ar.

Também foi observado que um dos maiores problemas encontrados dentre os fatores humanos é a

**Um dos maiores problemas encontrados dentre os fatores humanos é a dificuldade experimentada por pilotos externos durante pousos e decolagens**

dificuldade experimentada por pilotos externos durante pousos e decolagens. A maioria desses sistemas ARP possui o piloto externo, que executa estas fases mais delicadas, como uma aeronave normal (utilizando-se normalmente um *joystick* ou um rádio igual ao utilizado por aeromodelistas), e o piloto interno (que está à frente de uma estação de controle), que assume o controle após a decolagem, determinando automaticamente, por meio de um *software* altitude, a velocidade e o rumo que ela deve tomar.

## MANUTENÇÃO

São muitos os desafios enfrentados pelo pessoal de manutenção de ARP, com foco em áreas em que as tarefas de manutenção

diferem das tarefas dos envolvidos na manutenção de aeronaves, às quais eles já estariam acostumados. Podemos destacar: os problemas de *hardware*, incluída a montagem e desmontagem frequente de sistemas; falta de informação sobre padrões de falha de componentes que lhes permita planejar a manutenção de forma eficaz; dificuldades associadas à documentação ausente ou inadequada e a necessidade de tomar decisões sobre o resgate de componentes.

Outro aspecto relevante na condução dos serviços de manutenção é a cultura organizacional de que as ARP seriam “descartáveis”. As ARP possuem, sim, um ciclo de vida bem menor que uma aeronave convencional e, em caso de falha, elas não estarão colocando uma tripulação em risco. Mas essa cultura deve ser combatida, na medida em que a ARP já não permite uma perfeita consciência situacional do seu operador, o que poderia amplificar em muito os resultados de um acidente. Não se deve assumir riscos nos serviços de manutenção que normalmente não ocorreriam em uma aeronave convencional.



## CONCLUSÃO

Seremos desafiados, dentro de um curto espaço de tempo, a enfrentar adequadamente a integração dos sistemas ARP com nossos navios e o seu pessoal, de forma

a transformar, com um índice mínimo de acidentes, o conhecido binômio navio-aeronave num novo termo: trinômio navio-aeronave-ARP. Sem sombra de dúvidas, este novo equipamento virá complementar a operação das nossas aeronaves tripuladas embarcadas, minimizando os efeitos da névoa da guerra e aumentando os níveis de segurança da operação militar ao retirar as tripulações de um possível ambiente hostil, deixando que elas se exponham somente quando realmente necessário.

A adoção de ações que mitiguem a interferência dos problemas de integração do homem com o sistema deverá ser mais forte dentro das áreas tradicionais de fatores humanos, como, por exemplo, a ergonomia, especificamente nas estações GCS.

No processo de seleção e treinamento dos pilotos e operadores de sensores, a preocupação com o fator humano será constante. Os escolhidos sentir-se-ão valorizados pelo que estão fazendo, mas não será exatamente o que eles imaginaram nos seus sonhos estilo Top Gun, e poderão ter problemas quando enfrentarem o ar fechado de um contêiner com ar condicionado e a discriminação de alguns de seus pares alados.

Com isso, acho que todos entenderam que, a partir deste momento, é imprescindível o empenho de vários setores, para que, à medida que é iniciado o esforço da MB em demonstrar a viabilidade e a eficácia das ARP operando a partir de seus navios, haja uma procura crescente para melhor desempenho do sistema por completo e a redução dos aspectos relacionados com o fator humano, especificamente voltados para a redução das taxas de acidente de que outras FA tem se visto vítimas. Sistemas de aeronaves remotamente pilotadas não devem ser centrados no modelo de aeronave que será utilizada, e sim no homem que irá operá-la.

Os alardeados benefícios e as promessas oferecidas pelos fornecedores de sistemas ARP possuem uma infinidade de implicações para a sua implantação na MB. Em vez de serem a solução para o erro humano, os sistemas ARP têm a oportunidade de abrir de vez um novo capítulo na análise e na crítica dos fatores humanos na Aviação Naval.

No quadro abaixo, podemos observar os possíveis fatores contribuintes que poderiam levar à perda de uma ARP. Facilmente podemos identificar que muitos deles estão relacionados a variados aspectos da integração do homem com o sistema, já previstos na atual sistemática de avaliação de acidentes aeronáuticos.

### Fatores contribuintes que podem levar à perda de ARP

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	Entrada errada dos dados
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	Dependência do <i>design</i>
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>– <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	Excesso de carga de trabalho
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 software</li> </ul>

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

#### CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<FORÇAS ARMADAS>; Veículo aéreo não tripulado; Operação aérea; Adestramento; Curso de aperfeiçoamento avançado;