



TENENTE-CORONEL RAMOS

Analista da 3ª Subchefia do Estado-Maior do Exército (EME).

AS NOVAS TENDÊNCIAS TECNOLÓGICAS DOS SISTEMAS DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA

A história das Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) se remonta a meados do século XIX, quando um veículo aéreo rudimentar formado por um balão de ar quente não-tripulado carregado de explosivos foi usado, em 22 de agosto de 1849, em um ataque austríaco à cidade de Veneza. Nessa época, a Áustria dominava parte do território italiano e o ataque foi uma resposta desencadeada contra uma revolta dos habitantes da região dominada.

Ao transcorrer da história, as ARP foram usadas como torpedos aéreos durante a Primeira Guerra Mundial, como aviões controlados por rádio para treinar atiradores antiaéreos e para obter dados de inteligência durante a Segunda Guerra Mundial.

Durante as guerras da Coréia e do Vietnã, o Exército dos Estados Unidos encontrou na ARP uma maneira de desorientar as baterias antiaéreas inimigas, usando-os como isca.

A partir dos anos 80, quando os israelenses começaram a utilizá-los em missões de inteligência, vigilância e reconhecimento, durante a Guerra do Líbano, verificou-se um destaque mais vertiginoso da evolução tecnológica.

Os Estados Unidos da América (EUA) empregaram as ARP em diversas operações, com destaque para os conflitos do Golfo, da Bósnia-Kosovo, do Iraque e do Afeganistão, sendo considerado o país que

mais evolui na utilização dessa tecnologia no campo militar.

Não obstante, o Exército Brasileiro (EB), tendo em vista a constatação da regularidade e rapidez das mudanças tecnológicas e da incerteza do ambiente operacional, estabelece como diretriz a necessidade da existência de vetores, sob integral ou parcial domínio nacional, que permitam ampliar as capacidades de alerta, vigilância, monitoramento e reconhecimento por meio do uso de sensores ópticos e de radares embarcados em ARP.

Este artigo visa a apresentar as novas tendências da evolução tecnológica para o Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (SARP). Atualmente, a doutrina para o emprego SARP do EB segue conforme a publicação do manual EB20-MC-10.214 – Vetores Aéreos da Força Terrestre, suprimindo a demanda doutrinária de emprego desses meios, anteriormente regulado na Força Terrestre pela Nota de Coordenação Doutrinária 3/2012.

Tendo em vista a complexidade do assunto, foi realizada uma pesquisa com base na doutrina, regulamentos, consulta aos principais Exércitos por meio dos oficiais de ligação no exterior e uma investigação em empresas de excelência para identificar os principais avanços tecnológicos na área, proporcionando o debate e o surgimento de possíveis ensinamentos doutrinários.

UM PANORAMA DOS SARP NO MUNDO

No atual ambiente estratégico, dominado por um cenário incerto, fluido e com múltiplos domínios, os SARP têm se tornado uma ferramenta essencial para diversos países na luta pela preservação da estratégia de segurança nacional. Atualmente, essa tecnologia oferece inúmeras possibilidades de emprego no meio militar, executando diversas atividades ativas ou passivas, tais como:

- inteligência;
- vigilância;
- reconhecimento;
- retransmissão de informações;

- detecção e/ou iluminação de alvos;
- interferências de sinal (guerra eletrônica); e
- ataques a alvos fixos ou móveis, cujos efeitos contribuem para a consecução dos objetivos em todos os níveis de decisão.

Atualmente, existem diversos tipos SARP disponíveis no mercado, as quais podem ser atribuídas funções táticas, operacionais e estratégicas. Nesse contexto, alguns especialistas costumam dividi-las em três categorias específicas: estratégica, operacional e tática.

A principal diferença está na capacidade de vigilância dos objetivos militares propostos e, particularmente, na autonomia de voo. Assim, enquanto as aeronaves estratégicas possuem grande autonomia de voo (*HALE*, na sigla em inglês) e capacidade para voar em grandes altitudes, permitindo maior capacidade de vigilância do campo de batalha, as demais são destinadas a prover cobertura de áreas menores, em especial às forças táticas em atuação no terreno.



Fig. 1 - *Horus FT 100* (SARP fabricado no Brasil).



Fig. 2 - *LIPAN MX4* (SARP fabricado na Argentina).

NÍVEL/ CATEGORIA DA ARP	SISTEMA	ESCALÃO MILITAR
Estratégico (Classe III - OTAN)	<i>Global Hawk, RQ-170 Sentinel, Heron TP, Avenger, Phantom Eye</i>	Comando Conjunto
Operacional (Classe II - OTAN)	<i>Hermes 450, Hermes 900, Hermes 1500, Heron, Predator, Reaper, Grey Eagle, Sky Warrior</i>	Divisão
		Brigada
Tático (Classe I - OTAN)	<i>Hunter, Pioneer, Shadow, Skylark, Raven, Dragon Eye, Black Widon, Desert Hawk, Scan Eagle, Wasp, Puma, Horus FT 100, LIPAN MX4</i>	Batalhão
		Companhia e escalões inferiores

Nota: ARP/VANT/UAVs em itálicos são designados como multipropósito (potencialmente armados).

Tabela 1 - Principais ARP existentes no mundo.

TENDÊNCIAS E PROSPECÇÃO DOS SISTEMAS AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Embora haja uma longa história no desenvolvimento desses sistemas, apenas durante os últimos anos, devido aos avanços tecnológicos, as missões atuais do equipamento estão sempre em mudança, principalmente, porque estão inseridos em um período de grandes inovações, no qual a tecnologia e a doutrina evoluem em um ritmo muito rápido.

Atualmente, estudos e pesquisas apontam que a tecnologia na área aeroespacial continuará se desenvolvendo em ritmo acelerado, surgindo uma tendência de investimentos em SARP de categorias menores (até classe II). Esses modelos de aeronaves apresentam melhor custo benefício e apontam para uma certa preferência no futuro, por serem versões menores e realizarem, com excelência, as mesmas tarefas realizadas pelas versões maiores.



Fig. 3 – ARP classe I sendo empregada pelos exércitos do mundo

AS NOVAS SOLUÇÕES POTENCIAIS DAS AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Atualmente, podem ser levantados três grandes obstáculos para o avanço das ARP, por exemplo:

- a duração da carga das baterias que podem limitar ou agregar mais capacidade as aeronaves;
- a capacidade de um operador controlar mais de uma aeronave; e
- o poder de combate.

A resposta a essas questões estão relacionadas diretamente ao avanço tecnológico e seguramente serão solucionadas em pouco tempo, revolucionando o emprego desses sistemas. As futuras aeronaves serão capazes de extrair energia do meio ambiente (autocarregamento), serão operadas em forma de enxames e terão armamentos inteligentes que poderão ser usados com maior precisão e com baixo dano colateral.

Com relação às baterias, a situação é melhor quanto maior for a aeronave. Atualmente, as ARP possuem autonomia que varia de 30 minutos a três horas, de acordo com o modelo e com o tamanho da aeronave. Projeta-se para um futuro próximo que as ARP,

particularmente, as de menores categorias poderão ser empregadas em missão durante as 24 horas do dia.

“ A evolução tecnológica vivenciada na última década, seguramente, tornará o emprego militar de SARP mais eficiente e trará uma nova visão doutrinária, permeada de novos conceitos que irão possibilitar a realização de operações mais eficazes e com notável diminuição nos danos colaterais. ”

Nesse cenário, é possível observar a progressão constante das baterias nos últimos anos, como é o caso das baterias de chumbo-ácido, níquel-cádmio, hidreto de níquel metal, íon de lítio e células de fosfato de lítio e polímero de lítio. A evolução não para e, em decorrência do grande campo de pesquisa e inovação tecnológica, estão surgindo novas opções nessa área, como as baterias de lítio-ar, que apresentam maior densidade de energia em alternativa para as de íon de lítio. Essas baterias são eficientes, porém necessitam de mais estudo, pois produzem muito calor, oferecendo risco de incêndios espontâneos durante a sua utilização.

Outra tecnologia promissora é a bateria ar fundida estudada por pesquisadores da Universidade George Washington, nos Estados Unidos. Estima-se que essa tecnologia produza 25 vezes mais energia que o íon de lítio. Existe, ainda, a bateria na forma de

lítio enxofre (Li-S) que é uma alternativa mais barata, mais segura e mais ecológica, porém possui capacidade moderada de armazenagem de energia.

Uma solução inovadora para as aeronaves menores, particularmente, as do tipo multirotor é o ajuste em sua plataforma para possibilitar suspensão em qualquer ambiente, como galhos, telhados, linhas de energia ou postes. Isso irá manter a capacidade de observação quando mesmo não for possível pousar a aeronave. A empresa norte-americana *AeroVironment* já possui a capacidade de empoleiramento de suas aeronaves, em qualquer base plana e estuda uma forma para aumentar sua capacidade para qualquer ambiente. Alguns especialistas na área buscam alternativas para que as ARP possam, ainda, agregar a capacidade do veículo terrestre não tripulado, por meio das capacidades de observação aérea e terrestre.

Na mesma linha de raciocínio, trabalhos estão sendo realizados por algumas entidades, como é o caso do laboratório *GRASP* da Universidade de Pensilvânia, que pesquisa uma maneira de as aeronaves pequenas ficarem suspensas em linhas de energia e realizarem recargas diretamente da rede elétrica. Outra alternativa que fascina os pesquisadores é a possibilidade de as aeronaves serem capacitadas para absorverem energia solar.

Em um futuro não tão distante, nano aeronaves farão parte do cotidiano dos soldados. Impulsionados pela nanotecnologia, a notícia está sendo publicada pela *FLIR Systems*, responsável pela tecnologia que poderá ser uma vantagem na manutenção da consciência situacional das pequenas frações americanas.



Fig. 4 - ARP utilizada pelo Exército Norte-Americano.

A DUALIDADE DE EMPREGO DOS SISTEMAS DE AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS

Atualmente, a empresa norte-americana *AeroVironment*, especialista em projetos de SARP, comercializa aparelhos de bolso que transforma qualquer *smartphone* ou similares, que operem nas plataformas *Android* ou *IOS*, em um terminal de vídeo receptor para aeronaves. Com essa capacidade de transmissão inteiramente por rede é possível realizar a projeção de imagens do sistema em qualquer centro de operações ou gabinete de crise.

Outra capacidade explorada na atualidade foi desenvolvida pela empresa fabricante de produtos aeroespaciais *Lockheed*, considerada a maior produtora de equipamentos militares do mundo. Essa empresa desenvolveu um sistema chamado *VU-IT*, em inglês, o qual pode funcionar juntamente com aeronaves rotativas. Essa tecnologia permite que helicópteros equipados com esse sistema controlem, a distância, ARP com sensores *off-board* e não embarcadas, proporcionando um ótimo campo de visão sem se expor ao fogo inimigo. A empresa possui, ainda, um novo projeto de SARP (*MQ-25A*) de categoria maior com capacidades múltiplas, inclusive a de reabastecimento de aeronaves tripuladas, durante o voo.



Fig. 5 - Projeto MQ-25A da Marinha Americana.

Atualmente, não se pensa em utilizar SARP somente como um sistema de monitoramento, mas também em agregar novas capacidades para empregá-los em outras áreas de interesse. Uma probabilidade é o emprego dual com a guerra eletrônica, atividade já realizada nos grandes modelos de aeronaves. Nos SARP de menor categoria,

porém seguem as pesquisas no sentido de desenvolver tecnologia que possibilite o seu emprego por meio de uma plataforma de vigilância aérea sem fio (*Wireless Aerial Surveillance Platform - WASP*, na sigla em inglês), imitando uma torre de celular capaz de fazer conexão automaticamente aos telefones e às redes *Wi-Fi*. Outra modalidade seria a designação de alvos para a Artilharia e para a Aviação do Exército por utilização de um designador *laser*. Isso facilitaria o desempenho das atividades dos observadores de Artilharia e dos pilotos. Essa possibilidade está sendo estudada por empresas americanas e pela empresa israelense *Elbit*, que já anunciou o designador em miniatura, projetado para ARP de pequeno porte.

Observar por detrás das paredes não é tarefa fácil, porém algumas empresas, como a *Intellinet Sensors*, dos EUA, ultrapassaram esse limite, apresentando uma ARP equipada com radar capaz de realizar rastreamento e detecção de vida humana em estruturas colapsadas, proporcionando uma grande capacidade, principalmente, para as operações em ambiente urbano ou de ajuda humanitária.

A modernização de *softwares* é outro tema bastante relevante. O *software kestrel moving target indicator* possibilita selecionar e detectar objetos em movimento no campo de visão das ARP, facilitando seu emprego. Para um futuro próximo, estima-se que esse *software* possa identificar com precisão características específicas de veículos e de equipamentos, dispensando a análise de um especialista em imagem.

Atualmente, o Exército Canadense (*Canadian Army - CA*, na sigla em inglês) vem implementando novas tecnologias para satisfazer as necessidades do seu Serviço de Apoio ao Combate (*Combat Service Support - CSS*, na sigla em inglês), para os próximos 20 anos. Dentre os vários equipamentos e as tecnologias estudadas para os SARP foram incluídos como prováveis formas de apoio logístico,

particularmente, em forma de entregas à granel às unidades apoiadas. Essa inovação estaria totalmente conectada a Sistemas de Tecnologia da Informação (*Information Technology - IT*, na sigla em inglês) e a sistemas de *Global Positioning System (GPS)* para posição, navegação e tempo (*PNT*, na sigla em inglês), desenvolvendo novos conceitos operacionais fruto de tecnologias emergentes, todavia o grande desafio estaria na defesa contra ameaças cibernéticas e na capacidade de operar em um ambiente de *GPS* negado.



Fig. 6 - Lançamento logístico em estudo pelo Exército do Canadá.

OS SISTEMAS DE DEFESA

Outra tecnologia já experimentada, porém agora utilizada na defesa contra possíveis ataques de ARP, principalmente, com relação ao menores que são os mais difíceis de detecção pelas defesas aéreas, é o sistema de arma de pulso eletromagnético. A *Raytheon Company*, empresa americana líder em inovação e especializada em produtos de defesa demonstrou esse tipo de tecnologia durante um exercício do Exército dos EUA, em 2018, onde duas tecnologias foram testadas, com as quais dezenas de ARP foram destruídos, os quais simulavam um ataque em massa (enxame). O primeiro foi um sistema de microondas de alta potência e o outro foi um sistema de defesa laser de alta potência.

O *laser* de alta energia e o microondas de alta potência são as duas soluções mais econômicas quando se trata de custo benefício para defesa contra drones (Hunt, 2020).



Fig. 7 - Tecnologias de defesa em estudo pelo Exército dos EUA.

“ Observar por detrás das paredes não é tarefa fácil, porém algumas empresas, como é *Intellinet Sensors*, dos EUA, ultrapassaram esse limite, apresentando uma ARP equipada com radar capaz de realizar rastreamento e detecção de vida humana em estruturas colapsadas. ”

A grande finalidade desses novos equipamentos seria a criação de um campo de defesa obtida pelos *lasers* ou arma de pulso eletromagnético, provocando queima de seus dispositivos

eletrônicos ópticos e de outros componentes. Esse sistema de defesa tem por finalidade apoiar operações de proteção a estrutura estratégica, segurança de comboios, bases militares e grandes eventos em área urbana. Uma das limitações encontradas para a utilização desses equipamentos é que, apesar de mais baratos e mais eficazes comparados a armas convencionais, o engajamento para uma defesa contra um ARP é de curto alcance, com isso os objetivos de defesa poderão estar ameaçados. Outro dispositivo de defesa encontrado no mercado atualmente é o *ShyWall 100*, porém possui apenas capacidade para captura de ARP modelos multirrotor, por meio de uma rede lançada de uma bazuca terra-ar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução tecnológica vivenciada na última década, seguramente, tornará o emprego militar de *SARP* mais eficiente e trará uma nova visão doutrinária, permeada de novos conceitos que irão possibilitar a realização de operações mais eficazes e com notável diminuição nos danos colaterais. Não podemos imaginar maiores conquistas, militares ou civis, que o salvamento de vidas promovido pelo emprego cada vez mais efetivo desse tipo de tecnologia.

Independente dos desafios impostos pela legislação ou pela aceitação de organismos internacionais para a utilização dos *SARP*, como ocorre com o emprego de minas terrestres e de bombas de fragmentação, os pesquisadores continuarão buscando melhores soluções para atender as novas possibilidades de utilização dessa tecnologia, tais como:

- o emprego dual;
- melhores opções de detecção de alvos (radares e *softwares*);
- sistemas de defesa contra-ataque de ARP;
- maior autonomia de voo;
- melhor custo benefício entre aeronaves (categoria maiores ou menores); e
- melhores vantagens tecnológicas para o usuário.

Nas palavras de Vijay Kumar, engenheiro da *General Robotics, Automation, Sensing & Perception Laboratory at Penn*:

estamos criando robôs voadores autônomos capazes de navegar em ambientes tridimensionais complexos, com ou sem GPS, com aplicativos para busca e resgate. Eles contam com uma gama de sensores que podem incluir

uma *Inertial Measurement Unit (IMU*, na sigla em inglês), câmeras, um *scanner a laser*, um altímetro e um sensor GPS. O menor robô do laboratório tem uma massa de 20 gramas e é capaz de navegar a 6 m/s em ambientes internos. Nosso maior robô tem quase 2 kg e pode navegar em ambientes internos ou externos, por meio de florestas, construções e campos (KUMAR, 2020).

Portanto, o avanço tecnológico dos *SARP* cresce proporcionalmente à medida que surgem novas ameaças e novas exigências geopolíticas, como é o caso das atuais medidas de combate ao terrorismo, ao tráfico de drogas, às imigrações ilegais e ao contrabando nas fronteiras, uma vez que a evolução da tecnologia proporciona não apenas detectar ameaças, mas também agir com grande efetividade sobre elas. ■

REFERÊNCIAS

- Aero Vironment .Inc.* Disponível em: <https://www.avinc.com>. Acesso em: 15 ago. 19.
- Army Doctrine and Training Centre - **Documento Doutrinário do Oficial de Ligação junto CADTC/ Canadá**, 2019.
- Brasil. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.214 – Vetores Aéreos da Força Terrestre**. Brasília, 2020.
- Comando de Adestramento e Doutrina - **Boletim Informativo dos Oficiais de Ligação nos EUA e Canadá**, 2019.
- Drone Life, **Drones and Cybersecurity: An Expert Opinion on Protecting Industry Against Drone and Data Attacks**. Disponível em: <https://dronelife.com/2019/10/17/drones-and-cybersecurity-an-expert-opinion-on-protecting-industry-against-drone-and-data-attacks/>. Acesso em: 18 out. 19
- Drone Life, **Rescue Drone Sensor Can Detect Heartbeats**. Disponível em: <https://dronelife.com/2015/11/24/rescue-drone-sensor-can-detect-heartbeats-breathing/>. Acesso em: 20 out.19.
- Elbit Systems. TM.** Disponível em: <https://elbitsystems.com/products/uas/>. Acesso em: 23 set. 19.
- General Robotics, Automation, Sensing & Perception Laboratory at Penn (GRASP_lab)**. Disponível em: <https://www.grasp.upenn.edu/innovation>. Acesso em: 28 ago. 19.
- HAMBLING, David – **Swarm Troopers: como os pequenos drones irão conquistar o mundo**. Biblioteca do Exército, 2018.
- Lockheed Martin**. Disponível em: <https://www.lockheedmartin.com/en-us/index.html>. Acesso em: 18 set. 19
- Mando de Adiestramiento y Doctrina - **Documento Doutrinário do Oficial de Ligação junto MADOC/ Espanha**, 2019.
- MORRIS, Zachary. Exército dos EUA, *Military Review* – **Os Veículos Aéreos Não Tripulados dos EUA – Drones Menores e Menos Capazes para um Futuro Próximo**, 2018.
- Open Works**. Disponível em: <https://openworksenineering.com/skywall-100/>. Acesso em: 20 out. 19.
- PERES, Hugo Freitas - **Novos Desafios Securitários: As Implicações da Tecnologia de Veículos Aéreos Não Tripulados para o Sistema Internacional**, 2015.
- Raytheon Company**. Disponível em: <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2018/3/20/raytheon-demonstrates-directed-energy-weapons-at-army-exercise>. Acesso em: 20 out. 19.
- Revista Galileu**. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Tecnologia/noticia/2019/02/soldados-dos-eua-usarao-drones-que-cabem-no-bolso.html>. Acesso em: 20 out. 19.
- Tecnologías e Industrias Estratégicas (APTIE)**. Disponível em: <https://aptie.es/nuevas-tecnologia-enjambre-drones/>. Acesso em: 23 set. 19.
- Universidade George Washington**, Disponível em: <https://www.gwu.edu/research-resources>. Acesso em: 15 ago. 2019.

NOTA

[1] O Força 2035 é um projeto de modernização implementado no âmbito do Exército Espanhol que tem por objetivo inserir as inovações tecnológicas nas funções de combates e a serem implementadas no campo de batalha dos combates futuros.

SOBRE O AUTOR

O Tenente-Coronel de Infantaria Edmur Benites Ramos é Analista da 3ª SCh do Estado-Maior do Exército (EME). Foi declarado aspirante a oficial, em 1999, pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN). Possui os cursos de Operações na Selva e o Básico Paraquedista. Foi instrutor da AMAN nos anos de 2004 a 2007 e, posteriormente, nos anos de 2011 e 2012. Realizou o Curso de Comando e Estado-Maior (ECEME), nos anos de 2015 e 2016 e comandou a Companhia de Comando da 3ª Brigada de Infantaria Motorizada, sediada em Cristalina-GO. Desempenhou a função de Oficial de Ligação de Doutrina do Exército Brasileiro junto ao Exército Argentino, nos anos de 2019 e 2020 (ramos.edmur@eb.mil.br).

CURIOSIDADES DA DOCTRINA

o sistema de armas a laser está sendo desenvolvido para abater diversas ameaças aéreas, como aeronaves de asa fixa e rotativa, drones de todas as dimensões e mísseis? Armas antiaéreas a laser de 5 KW já foram testadas com sucesso, em 2019, em um exercício chamado **Maneuver Fires Integrated Experiment (MFI, em inglês)** no Fort Sill. Agora os trabalhos estão focados no desenvolvimento de armas a laser de 50 KW.

