



O SISTEMA ANTI-SARP

Maj Art QEMA PAULO DAVI DE **BARROS LIMA FILHO**¹

Os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP) têm sido utilizados cada vez mais nos conflitos do século XXI, constituindo-se em uma séria ameaça às forças terrestres. Suas características, como reduzida dimensão, baixa velocidade e menor altitude de voo os tornam difíceis de serem neutralizados pela defesa antiaérea convencional. Assim, o trabalho teve por objetivo identificar os sistemas anti-SARP

existentes e as etapas envolvidas no processo contra os drones por meio de uma pesquisa bibliográfica sobre os sistemas anti-SARP de outros países. Como resultado, o trabalho concluiu sobre a necessidade de haver um único sistema anti-SARP que permita detectar, identificar e neutralizar aeronaves remotamente pilotadas de forma integrada e automatizada.

¹Curso de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME 2020-2021). Curso de formação de oficiais (AMAN 2004). Curso Básico de Emergências, na Unidade Militar de Emergências (UME 2007), do Reino da Espanha, além de ter servido como instrutor de Artilharia na Escola das Armas, do Exército Argentino, em 2015.



1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (SARP), comumente conhecidos como drones, têm aumentado seu protagonismo em ações militares. Atuando como elementos de Inteligência, Reconhecimento, Vigilância e Aquisição de Alvos (IRVA) ou como plataforma de armas, eles tornaram-se fator importante no poder de combate das forças.

A utilização de SARP em situações de guerra e de não-guerra já é uma realidade. Os Estados Unidos da América (EUA) já os empregaram em várias ações, como o ataque a um comboio iraniano em Bagdá, objetivando a morte do General Qassem Soleimani, em 2019 (JAHANBANI, 2020). Por sua vez, a Rússia mostrou a eficiência desses equipamentos no conflito de Dunbass, em 2014, usando-os como meios de busca de alvos, o que permitiu localizar e neutralizar batalhões de infantaria mecanizados ucranianos (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2016). Além disso, uma

ação terrorista atacou com SARP uma refinaria de petróleo da estatal saudita Aramco em 2019, afetando a produção mundial dessa *commodity* (HUBBARD; KARASZ; REED, 2019).

Os sistemas anti-SARP são utilizados em conflitos, complementando os armamentos de defesa antiaérea, para proteção de comboios, de unidades dispostas no terreno e de bases militares. Já em situações de não-guerra, têm se mostrado eficazes na proteção do espaço aéreo de aeroportos, de grandes eventos e de locais especiais, como sedes de governos (INSTITUTE FOR DEFENSE AND GOVERNMENT ADVANCEMENT, 2019a).

As ações contra aeronaves não tripuladas mostram ser cada vez mais importantes face às ameaças existentes. Por isso, vários países estão aumentando os investimentos nessa área, como os EUA, Israel e Arábia Saudita, buscando soluções que atendam às suas demandas (ALMADON, 2018; HELOU, 2020; MUNOZ, 2020).



O acelerado desenvolvimento tecnológico contemporâneo reflete na evolução tanto dos SARP quanto dos sistemas para contrapô-los. Assim, este trabalho tem por objetivo identificar os sistemas anti-SARP existentes e as etapas envolvidas no processo contra os drones.

2. O SISTEMA DE AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA

O SARP é uma excelente ferramenta para variadas aplicações, sendo utilizado em múltiplas tarefas, possuindo uma funcionalidade dual, ou seja, tanto para uso civil quanto militar (LIMA FILHO, 2012). Esta afirmação explica o grande crescimento do seu mercado global, em que as vendas de drones alcançaram o valor de 3,2 milhões de dólares em 2015, com a tendência a chegar a 10 bilhões de dólares em 2020 (KOWRACH, 2018). Estima-se que, atualmente, haja cerca de 171 tipos de SARP (GETTINGER, 2019).

O SARP é formado por três elementos básicos: o módulo de voo, o de controle em solo e o de comando e controle. O primeiro corresponde às

aeronaves propriamente ditas. O segundo, por sua vez, é responsável pelo controle do veículo aéreo e pela operação dos sensores embarcados, como câmeras e radares. Por último, o módulo de comando e controle engloba os equipamentos necessários para estabelecer o enlace com a aeronave e com os órgãos de coordenação do espaço aéreo (BRASIL, 2014a).

Os SARP possuem categorias distintas. Brasil (2014a) estabelece sete, considerando o nível do elemento de emprego, que vai desde o escalão subunidade até o do Estado Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), no contexto da Estrutura Militar de Defesa (Quadro 1). O Departamento de Defesa norte-americano, por sua vez, leva em consideração a velocidade, o peso e a altitude de operação para distribuir os SARP em cinco categorias (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2011). A Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) simplifica os tipos em apenas três, tomando-se por base apenas o seu peso (REINO UNIDO, 2017).



Categoria	Nomenclatura Indústria	Atributos				
		Altitude de Operação	Modo de Operação	Raio de Ação (km)	Autonomia (horas)	Nível do elemento de emprego
6	Alta altitude, grande autonomia, furtivo, para ataque	~ 60.000 pés (19.800 m)	LOS ⁴ /BLOS ⁵	5.550	> 40	MD/EMCFA ³
5	Alta altitude, grande autonomia	Até ~ 60.000 pés (19.800 m)	LOS/BLOS	5.550	> 40	
4	Média altitude, grande autonomia	Até ~ 30.000 pés (9.000 m)	LOS/BLOS	270 a 1.110	25 – 40	C Op
3	Baixa altitude, grande autonomia	Até 18.000 pés (5.500 m)	LOS	~ 270	20 – 25	F Op
2	Baixa altitude, grande autonomia	Até 10.000 pés (3.300 m)	LOS	~ 63	~ 15	GU/Bia BA/Rgt ²
1	Pequeno	Até 5.000 pés (1.500 m)	LOS	27	~ 2	U/Rgt ¹
0	Micro	Até 3.000 pés (900 m)	LOS	9	~ 1	Até SU

QUADRO 1 – Classificação e categoria dos SARP para a F Ter

Fonte: BRASIL, 2014a, p. 4–5.



Legenda:

- 1 – Orgânicos de Grande Unidade.
- 2 – Atuando em proveito da F Op ou na vanguarda de GU.
- 3 – No contexto da Estrutura Militar de Defesa.
- 4 – Linha de Visada Direta (*Line of Sight* – LOS).
- 5 – Além da Linha do Horizonte (*Beyond Line of Sight* – BLOS).

No tocante às atividades militares desempenhadas, os SARP são utilizados em uma gama de operações. As aeronaves podem atuar em missões de IRVA, segurança, apoio às comunicações e apoio à manobra. Os drones armados ainda podem contribuir com a interdição do espaço aéreo, apoio aéreo aproximado, apoio à busca e salvamento em combate e supressão das defesas aéreas inimigas (ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DO ATLÂNTICO NORTE, 2014).

Os SARP, em razão das suas potencialidades, tornaram-se sérias ameaças às forças que são alvo de suas ações. Isto ocorre tanto com drones comerciais como com militares. O Institute for Defense And Government Advancement (2019b) listou os quinze principais incidentes envolvendo

SARP comerciais, como os ataques à principal base aérea russa na Síria, a de Hemeimeem, e a suposta tentativa de assassinato do presidente da Venezuela, Nicolás Maduro, com a explosão de dois drones durante uma cerimônia militar, ambos em agosto de 2018.

3. SISTEMAS ANTI-SARP

As ações contra os SARP podem variar conforme a categoria da aeronave. As de maiores dimensões são passíveis de serem neutralizadas pela Defesa Antiaérea (DA Ae) já existente nos diferentes exércitos. Por outro lado, drones menores, que voam a velocidades reduzidas e a baixas altitudes – *Low, Slow and Small* (LSS) – são mais difíceis de serem detectados, identificados e neutralizados pelos sistemas antiaéreos convencionais. Tais tipos enquadram-se nas categorias de 0 a 3 (ESPANHA, 2019; ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2016; KOWRACH, 2018; NARANG, 2019; PASLEY, 2018; TEDESCO, 2015).

A atividade antidrone envolve diferentes etapas. A maioria dos autores considera três fases: detectar, identificar

e neutralizar (CÁTEDRA ISDEFE-UPM, 2018; MICHEL, 2019). Estados Unidos da América (2016), Espanha (2019) e Marfo *et al.* (2015) acrescentam ainda a ação de “decidir”, após a identificação

da ameaça. Este trabalho adotará a concepção do sistema anti-SARP em quatro fases por entender que seja o mais completo didaticamente (Figura 1).

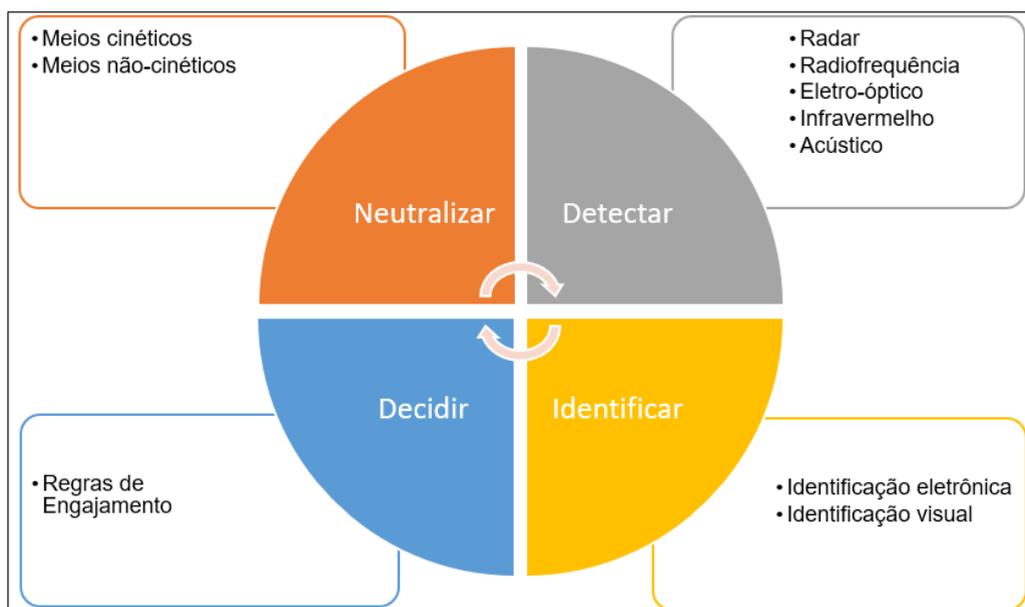


FIGURA 2 – Fases da atividade anti-SARP

FONTE: o autor.

3.1 DETECTAR

A detecção de um SARP LSS seja, talvez, a etapa mais difícil da atividade antidrone. Além das reduzidas dimensões, baixa altitude e velocidade, este tipo de aeronave não-tripulada é lançada a uma curta distância do seu objetivo, diminuindo o tempo disponível para detectá-la (PRAISLER, 2017).

Segundo Kowrach (2018), a observação visual para detectar uma aeronave não-tripulada LSS é pouco efetiva. Esta afirmação é reforçada por Michel (2019), que diz que as aeronaves tornam-se invisíveis a olho nu a uma distância de centenas de metros. Dessa maneira, impõe-se a necessidade de um sistema antidrone que possa detectar e rastrear múltiplos SARP, que deslocam-se a reduzidas velocidades e baixas altitudes, entre obstáculos e edifícios em



zonas urbanas, pois os radares atuais foram otimizados para detectar e acompanhar aeronaves maiores e mais rápidas (NARANG, 2019).

A fase da detecção contempla a utilização de diferentes tipos de sensores. O radar detecta a presença de SARP LSS por meio da assinatura radar. Junto com o de radiofrequência, é um dos meios mais utilizados pelos sistemas antidrone no mundo, havendo aproximadamente 147 produtos no mercado (MICHEL, 2019). Contudo, Narang (2019) afirma que, mesmo sendo adaptado para SARP LSS, não é um meio infalível para detecção em razão da baixa assinatura radar desse tipo de aeronave não-tripulada.

O sensor de radiofrequência é um dos mais utilizados no mundo, juntamente com o radar, existindo aproximadamente 159 produtos no mercado (MICHEL, 2019). Ele opera realizando uma varredura nas frequências de operação dos SARP e, por meio de algoritmos, detecta a posição das aeronaves (NARANG, 2019). Possui seu emprego limitado em zonas urbanas em virtude das interferências eletromagnéticas causadas pela presença de várias antenas de comunicação e linhas de energia elétrica (MICHEL, 2019).

O sensor eletro-óptico, por sua vez, detecta aeronaves não-tripuladas por meio de sua assinatura visual (MICHEL, 2019; NARANG, 2019). Para isso, utiliza uma câmera que monitora seu campo de visão a procura de SARP. Narang (2019) afirma que sua efetividade é reduzida durante períodos de baixa visibilidade, como quando há neblina, além de necessitar de visada direta para o SARP para poder detectá-lo (MICHEL, 2019).

Outro importante equipamento é o de infravermelho. Ele detecta o SARP por meio de sua assinatura térmica. Além disso, é capaz de também identificar aeronaves não-tripuladas de acordo com o banco de dados de assinaturas conhecidas (MICHEL, 2019; NARANG, 2019). Ele não costuma ser empregado isoladamente, atuando em conjunto com outros, de forma complementar, principalmente com o eletro-óptico. Atualmente, cerca de 111 sistemas antidrone o utilizam (MICHEL, 2019).

O sensor acústico detecta SARP por meio do reconhecimento do som específico produzido pelos motores das aeronaves, captado por microfones muito sensíveis. Para isso, depende de uma biblioteca de sons dos drones conhecidos, que são comparados com os detectados pelos sensores (MICHEL, 2019). Normalmente, não é usado isoladamente,



mas sim em conjunto com outros. Contudo, não é muito empregado nos sistemas antidrone, sendo encontrado em apenas 34 dentre os cerca de 537 existentes atualmente (MICHEL, 2019).

Conforme observado, os sensores costumam ter algumas limitações no seu emprego. Por essa razão, torna-se importante a utilização de mais de um tipo para superar os óbices de cada tipo de equipamento (MICHEL, 2019; NARANG, 2019). O sistema anti-SARP AUDES é um exemplo. Ele conta com radar, sensor eletro-óptico e infravermelho, todos atuando de forma conjunta e complementar (EVERYTHINGRF, 2017).

3.2 IDENTIFICAR

A fase da Identificação ocorre logo após a detecção de um SARP. Seu objetivo é determinar se a aeronave não tripulada pertence à força amiga ou se é uma ameaça. Segundo Estados Unidos da América (2016), a identificação pode ser eletrônica, visual ou por procedimentos.

A identificação eletrônica é, normalmente, o meio mais seguro e rápido de estabelecer se um SARP é uma ameaça, embora necessite de mais recursos tecnológicos para isso. Assim, um sistema antidrone deve possuir sensores capazes de

identificar as aeronaves por meio de sua seção radar, assinatura infravermelha ou outras assinaturas eletrônicas, de acordo com um banco de dados de aeronaves conhecidas (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2016).

A aviação civil já busca soluções para realizar o controle do tráfego aéreo de SARP de todas as categorias, incluindo os LSS. Os *Unmanned Aircraft Systems Traffic Management* (UTM) são uma iniciativa global para o desenvolvimento de um sistema automatizado de gerenciamento do tráfego aéreo de aeronaves não tripuladas (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2019). Nesse sentido, eles podem ser utilizados pelos meios antidrone para a rápida identificação eletrônica dos SARP.

A identificação visual é realizada por meio de observadores treinados no reconhecimento dos tipos de drones (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2016, 2017; LAMPORT e SCOTTO, 2016). Embora Michel (2019) afirme que essa forma não é muito eficiente em razão das características dos SARP LSS, Diniz (2019) relatou que foi largamente utilizado pelo EB durante os Jogos Olímpicos de 2016, no Rio de Janeiro.



A identificação por meio de procedimentos baseia-se no comportamento das aeronaves não-tripuladas em relação às medidas de coordenação do espaço aéreo estabelecidas. Assim, torna-se muito importante que tais medidas abarquem todos os escalões presentes no Teatro de Operações (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2016).

3.3 DECIDIR

A fase de Decidir tem por finalidade estabelecer qual o procedimento a ser adotado face à ameaça de drones. Os decisores possuem pouco tempo para identificar o tipo de SARP, sua carga útil, a viabilidade de atacar as posições amigas e prever a direção e o tempo do ataque, se for o caso (MICHEL, 2019; NARANG, 2019). Assim, nota-se a necessidade de possuir ferramentas que possibilitem a avaliação do risco causado pelos SARP LSS por parte dos responsáveis pela defesa antiaérea (NARANG, 2019). Nesse sentido, Marfo *et al.* (2015) desenvolveram um *software* para avaliar o risco de um potencial ataque de múltiplos SARP contra navios da Marinha norte-americana.

A decisão sobre como responder à ameaça de um SARP cabe a um operador humano, baseado nas informações dos

sensores. Segundo Lamport e Scotto (2016), tal autoridade deve ser, preferencialmente, no menor nível tático possível. Ainda, estes autores afirmam que o estabelecimento de Regras de Engajamento específicas regulando as ações antidrone podem otimizar o processo decisório. Destaca-se que a neutralização nem sempre será realizada, principalmente em ambientes urbanos (MICHEL, 2019).

3.4 NEUTRALIZAR

A neutralização refere-se à capacidade de engajar um ou mais SARP com a eficiência necessária para impedir que possa causar algum dano às forças amigas (KOWRACH, 2018). Segundo Michel (2019), há cerca de 362 sistemas de neutralização atualmente, que utilizam meios cinéticos, não cinéticos ou a combinação de ambos. O mesmo autor ainda afirma que quase todas as técnicas de neutralização podem ser perigosas em certas circunstâncias, o que exige atenção quanto ao seu emprego.

Segundo Meserve (2019), os meios cinéticos são aqueles que envolvem o deslocamento de algum corpo para chocar-se com um SARP com o intuito de danificar os componentes físicos (*hardware*) da aeronave. Um exemplo são os mísseis terra-ar, como o



Pantsir russo utilizado na Síria para neutralizar o ataque de múltiplos drones a suas bases (NARANG, 2019). Outro meio são os projetis regulares ou especialmente desenvolvidos para destruir aeronaves não tripuladas, devendo ser incrivelmente precisos para acertar um SARP em movimento, podendo provocar sérios danos colaterais caso errem o alvo (MICHEL, 2019).

Um outro meio cinético utilizado é o de armas que disparam redes, havendo cerca de 27 produtos no mercado (MICHEL, 2019). Eles foram desenvolvidos para envolver o SARP totalmente ou apenas seus rotores, impedindo que consiga manter-se no ar (MICHEL, 2019; NARANG, 2019).

Os SARP de colisão, ou de sacrifício, referem-se a aeronaves não tripuladas desenvolvidas para chocarem-se com drones inimigos (MICHEL, 2019). Tal meio não é muito utilizado, havendo apenas cerca de oito produtos no mercado (MICHEL, 2019).

Os meios não cinéticos, por sua vez, não envolvem um movimento físico, mas sim uma interferência eletrônica ou mesmo laser e micro-ondas (MESERVE, 2019). Esse tipo de neutralização é o mais utilizado atualmente, havendo cerca de 300 produtos

no mercado, de um total de 362 (MICHEL, 2019).

A interferência na radiofrequência (RF), conhecida como *jamming*, é o método de neutralização mais comum (MICHEL, 2019). Seu funcionamento baseia-se na interrupção da conexão via RF entre a aeronave e seu operador por meio da geração de um grande volume de interferência (MICHEL, 2019). Isso faz com que o SARP pause ou inicie o retorno automático para sua base (NARANG, 2019).

A interrupção na conexão satelital (GNSS *jamming*) é um dos métodos de neutralização mais comuns, juntamente com a interferência na RF (MICHEL, 2019). Ele atua no bloqueio do *link* satelital entre o SARP e os sistemas de geoposicionamento, como o GPS, Glonass ou BeiDou. Isto faz com que a aeronave permaneça na posição, pause ou inicie o retorno para a sua base (MICHEL, 2019).

A falsificação do sinal, ou *spoofing*, permite que se controle um SARP por meio do envio de comunicações ou *links* de satélites falsos. Atualmente, há cerca de trinta produtos no mercado que o utiliza. Contudo, pode haver dano colateral em áreas onde dependa-se do sinal de GPS (MICHEL, 2019).



O ofuscamento, ou *dazzling*, corresponde à utilização de um feixe de luz ou *laser* de alta intensidade para cegar a câmera de um SARP (Figura 14) (MICHEL, 2019). Neste caso, o emissor de *laser* é de menor potência para não destruir o *hardware* da aeronave não tripulada (OBERING III, 2019), possuindo um alcance entre 500 metros e 2 quilômetros (NARANG, 2019).

A Arma de Energia Direcionada, ou *Directed Energy Weapons* (DEW), é um emissor de *laser* ou de micro-ondas de alta potência que danifica os circuitos elétricos das placas-mãe dos SARP e paralisam seus sistemas de comando e controle (NARANG, 2019). A energia *laser*, ou *High-energy Laser* (HEL) transfere uma quantidade de energia para o alvo pelo tempo necessário para danificá-lo, o que variará conforme a potência de emissão e o tipo de SARP. Seu alcance é limitado, como no caso do canhão *laser* chinês, que alcança até 4 km (MICHEL, 2019; NARANG, 2019).

O armamento de micro-ondas de alta potência, ou *High Power Microwave* (HPM), emite feixes de energia eletromagnética, normalmente na faixa de frequência entre 10 megahertz e 100 gigahertz (OBERING III, 2019). Desse modo, conseguem passar através das estruturas externas do SARP e atuam

diretamente sobre os circuitos semicondutores, que superaquecem e se disformam, inutilizando o sistema de comando e controle (MICHEL, 2019; NARANG, 2019). Diferente dos armamentos a *laser*, o armamento HPM pode ser emitido com um feixe em forma de cone, podendo neutralizar vários drones simultaneamente, sendo útil contra “enxames” de SARP (*swarm drones*).

A maioria dos sistemas anti-SARP empregam diferentes meios de neutralização simultaneamente, totalizando aproximadamente 215 de um total de 362 produtos conhecidos no mercado (MICHEL, 2019). Por exemplo, vários empregam interferência na RF e interrupção na conexão satelital no mesmo produto, bem como podem utilizar meios não cinéticos como primeira opção e cinéticos como última defesa (MICHEL, 2019).

4. CONCLUSÃO

Os SARP apresentam-se como desafios a serem enfrentados na atualidade, já tendo sido empregados em situações de guerra e de não guerra. Dessa forma, o desenvolvimento de sistemas antidrone eficazes passou a ser uma necessidade premente dos países.



As fases das atividades anti-SARP demandam modernos meios para permitir opor-se à esta nova ameaça. Contudo, as aeronaves não tripuladas têm apresentado um crescente desenvolvimento tecnológico, o que exige uma evolução constante dos sistemas antidrones. Dessa forma, este trabalho concluiu sobre a necessidade de haver um único sistema anti-SARP que permita detectar, identificar e neutralizar drones de forma integrada e automatizada.

REFERÊNCIAS

- ALMADON, E. **The Israeli Air Force: The Counter-Drone Task Force**. Disponível em: <<https://www.iaf.org.il/4476-50374-en/IAF.aspx>>. Acesso em: 9 abr 2020.
- ARANGO, T; BERGMAN, R; HUBBARD, B. **Quem foi Qassim Suleimani, general iraniano morto pelos EUA**. Folha de São Paulo, São Paulo, 3 Jan 2020. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mundo/2020/01/quem-foi-qassem-soleimani-general-iraniano-morto-pelos-eua.shtml?origin=folha>>. Acesso em: 21 jun 2020.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos da Força Terrestre**. 1. ed. Brasília: Estado-Maior do Exército, 2014.
- CÁTEDRA ISDEFE-UPM. **Estado del Arte de las Tecnologías Antidrón**. Madri: Universidade Politécnica de Madri, 2018. Disponível em: <https://www.defensa.gob.es/ceseden/Galerias/ccdc/documentos/08_ESTADO_DEL_ARTE_DE_TECNOLOGIAS_ANTIDRON_JUN_18.pdf>.
- DINIZ, R. M. F. **Proposta de concepção das Seções Anti-SARP nos Grupos de Artilharia Antiaérea**. 2019. 121 f. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2019.
- ESPANHA. **Concepto Nacional C-UAS LSS: Counter Unmanned Aerial Systems Low Slow Small**. . Madri: Ministério da Defesa, 2019. Disponível em: <https://www.defensa.gob.es/ceseden/Galerias/ccdc/documentos/01_CONCEPTO_NACIONAL_C-UAS_LSS_xPARA_WEBx.pdf>.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. **ATP 3-01.81 Counter-Unmanned Aircraft System Techniques**. 2017. Disponível em: <<https://fas.org/irp/doddir/army/atp3-01-81.pdf>>.
- ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. **Unmanned Aircraft System Airspace Integration Plan**. 2. ed. Washington D.C.: Government Printing Office, 2011. Disponível em: <[https://web.archive.org/web/20160121155841/http://www.acq.osd.mil/ssts/docs/DoD_UAS_Airspace_Integ_Plan_v2_\(signed\).pdf](https://web.archive.org/web/20160121155841/http://www.acq.osd.mil/ssts/docs/DoD_UAS_Airspace_Integ_Plan_v2_(signed).pdf)>.



EVERYTHINGRF. **AUDS Counter-drone System Achieves TRL-9 Status.** Disponível em: <<https://www.everythingrf.com/News/details/3473-AUDS-Counter-drone-System-Achieves-TRL-9-Status>>. Acesso em: 28 abr 2020.

GETTINGER, D. **The Drone Databook.** 1. ed. Washington D.C.: Center for the Study of the Drone at Bard College, 2019. Disponível em: <<https://dronecenter.bard.edu/files/2019/10/CSD-Drone-Databook-Web.pdf>>.

HELOU, A. **Saudi Arabia is developing a new counter-drone system.pdf.** Defense News. 8. jan. 2020. Disponível em: <[https://www.defensenews.com/unmanned/2020/01/08/saudi-arabia-is-developing-a-new-counter-drone-system/?utm_source=Sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=Unmanned01.15.19&utm_term=Editorial - Unmanned Systems with C4](https://www.defensenews.com/unmanned/2020/01/08/saudi-arabia-is-developing-a-new-counter-drone-system/?utm_source=Sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=Unmanned01.15.19&utm_term=Editorial-Unmanned%20Systems%20with%20C4)>. Acesso em: 17 jan 2020.

HUBBARD, B; KARASZ, P; REED, S. **Two Major Saudi Oil Installations Hit by Drone Strike, and U.S. Blames Iran.** The New York Times, p. 1–4, 2019. Disponível em: <<https://www.nytimes.com/2019/09/14/world/middleeast/saudi-arabia-refineries-dro-n-e-attack.html?action=click&module=TopStories&pgtype=Hom...1/4>>. Acesso em: 9 abr 2020.

INSTITUTE FOR DEFENSE AND GOVERNMENT ADVANCEMENT. **Global**

Counter UAS Outlook. Washington D.C., 2019a. Disponível em: <<https://www.idga.org/events-counter-uas-usa-winter/downloads/counter-uas-global-outlook-ebook?-ty-m>>.

INSTITUTE FOR DEFENSE AND GOVERNMENT ADVANCEMENT. **Top 15 Global Drone Incidents 2018 - 2019.** Washington D.C., 2019b. Disponível em: <<https://www.idga.org/events-counter-uas-usa-winter/downloads/top-15-drone-incidents-2018-2019?-ty-m>>.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Unmanned Aircraft Systems Traffic Management (UTM) – A Common Framework with Core Principles for Global Harmonization.** 2019. Disponível em: <[https://www.icao.int/safety/UA/Documents/UTM-JAHANBANI, N. Beyond Soleimani: Implications for Iran's Proxy Network in Iraq and Syria. CTC Perspectives, 2020](https://www.icao.int/safety/UA/Documents/UTM-JAHANBANI,N.Beyond%20Soleimani%20Implications%20for%20Iran's%20Proxy%20Network%20in%20Iraq%20and%20Syria.CTC%20Perspectives,2020)>. Disponível em: <<https://ctc.usma.edu/beyond-soleimani-implications-irans-proxy-network-iraq-syria/>>. Acesso em: 9 abr 2020. Framework.en.alltext.pdf>.

JAHANBANI, N. **Beyond Soleimani: Implications for Iran's Proxy Network in Iraq and Syria.** CTC Perspectives, 2020. Disponível em: <<https://ctc.usma.edu/beyond-soleimani-implications-irans-proxy-network-iraq-syria/>>. Acesso em: 9 abr 2020.



KOWRACH, J. M. **US Army Counter-Unmanned Aerial Systems: More Doctrine Needed**. 2018. US Army Command and General Staff College, 2018. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1071111.pdf>>.

LAMPORT, J; SCOTTO, A. **Countering the UAS Threat: A Joint Perspective**. Defense Systems Information Analysis Centre, v. 3, n. 4, 2016. Disponível em: <[https://www.eglin.af.mil/Portals/56/documents/JDAT_docs/Countering UAS Threats from a Joint Perspective \(JDAT\).pdf](https://www.eglin.af.mil/Portals/56/documents/JDAT_docs/Countering_UAS_Threats_from_a_Joint_Perspective_(JDAT).pdf)>. Acesso em: 14 abr 2020.

LIMA FILHO, P. D. B. **O emprego dual da Bateria de Busca de Alvos em missões subsidiárias e de garantia da lei e da ordem**. Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, 2012.

MARFO, S. *et al.* **UAV Swarm operational risk assessment system**. Monterey: Naval Postgraduate School, 2015.

MESERVE, L. **cUAS Technology Series: Mitigation Strategies**. Disponível em: <<https://www.dedrone.com/blog/cuas-technology-series-mitigation-strategies>>. Acesso em: 17 maio 2020.

MICHEL, A. H. **Counter-drone systems**. Washington D.C.: Bard College, 2019. Disponível em: <<https://dronecenter.bard.edu/files/2019/12/CSD-CUAS-2nd-Edition-Web.pdf>>.

MUNOZ, C. **US DoD acquisition chief makes counter-UAS top priority**. Jane's International Defence Review. fev. p. 1–2, 2020. Disponível em: <https://emagazines.janes.com/login?ReturnUrl=%2Fwebviewer%2F#janes-internationaldefencereviewfebruary2020/us_dod_acquisition_chief_makes_counter_uas_top_pri...>. JAHANBANI, N. **Beyond Soleimani: Implications for Iran's Proxy Network in Iraq and Syria**. CTC Perspectives, 2020. Disponível em: <<https://ctc.usma.edu/beyond-soleimani-implications-irans-proxy-network-iraq-syria/>>. Acesso em: 9 abr 2020.

KOWRACH, J. M. **US Army Counter-Unmanned Aerial Systems: More Doctrine Needed**. 2018. US Army Command and General Staff College, 2018. Disponível em: <<https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/1071111.pdf>>.