
DRONE STRIKE – A Ameaça das Aeronaves Tripuladas Remotamente à Segurança Aeronáutica e Possíveis Medidas de Mitigação

Francisco Wilson Falcão Júnior¹

1 Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade de Fortaleza. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil. Especialização em Construções Sustentáveis. LEED Green Associate pelo USGBC - United States Green Building Council. Consultor e Instrutor de Sustentabilidade para o SEBRAE. Professor de Gestão de Obras e Qualidade na Construção Civil. Mestrando pelo ITA - Instituto Tecnológico da Aeronáutica. Gerente de Edificações da Construção da Linha Leste do Metrô de Fortaleza.

RESUMO: O objetivo deste trabalho é explorar as ameaças à segurança aeronáutica provenientes de impactos de aeronaves com drones civis de pequeno porte. Busca-se identificar as principais ameaças através de uma comparação com os danos causados por aves e apresentam-se os principais drones que podem causar danos elevados, realizando um estudo com relação a indicadores de desempenho dos equipamentos e suas especificações técnicas, sendo que, para os objetivos deste estudo, nos limitaremos a drones que possuem características específicas de tamanho e alcance de voo. Estudam-se então as medidas mitigadoras em ação no momento e sua eficácia, buscando apresentar as últimas informações sobre as resoluções da ANAC e sobre os equipamentos em venda para atenuar estas ameaças.

Palavras Chave: Drone. Dano. Indicador de Desempenho. Especificações Técnicas. Medidas Mitigadoras. Resoluções da ANAC.

The Threat of Remotely Manned Aircraft to Aeronautical Safety and Possible Mitigation Measures

ABSTRACT: The objective of this work is to explore the aviation safety threats from aircraft impacts with small civilian drones. The paper aims to identify the main threats through a comparison with the damages caused by birds, and presents the main drones that can cause high damage, conducting a study with respect to indicators of equipment performance and their technical specifications. In line with the objectives of this study, only drones that have specific characteristics of size and reach of flight are considered. The mitigating measures in action at the time and their effectiveness are then studied, seeking to present the latest information on ANAC resolutions and equipment on sale to mitigate these threats.

Key words: Drone. Damage. Performance Indicator. Technical Specifications. Mitigating Measures. ANAC Resolutions.

Citação: Júnior, FWF. (2017) *DRONE STRIKE – A Ameaça das Aeronaves Tripuladas Remotamente à Segurança Aeronáutica e Possíveis Medidas de Mitigação*. *Revista Conexão Sipaer*, Vol. 8, No. 2, pp. 26-32.

1 INTRODUÇÃO

Em 17 de abril de 2016, o piloto do voo BA729 da British Airways com 137 passageiros, relatou que um objeto, que ele acredita que tenha sido um drone, atingiu a frente do Airbus A320. A investigação da polícia aeronáutica não obteve resultados. Um porta-voz da British Airways disse: "A nossa aeronave pousou com segurança, foi completamente examinada por nossos engenheiros e autorizada a operar seu próximo voo". Segundo autoridades do setor no Reino Unido, o impacto entre um drone e uma aeronave não é mais uma questão de probabilidade de ocorrência, mas quando irá ocorrer. (GETTINGER, 2015).

A quantidade crescente de drones civis dos mais diversos tipos, modelos, autonomia e alcance tem sido um desafio à segurança aeronáutica em várias partes do mundo, pois são difíceis de serem detectados. Além disso, embora a legislação equipare alguns modelos de drones a aeromodelos, eles diferem nos aspectos de pilotagem, pois os aeromodelos são mais caros, mais difíceis de pilotar e precisam de uma pequena estrutura, isso geralmente indica uma necessidade do usuário em entrar em uma associação ou clube. As associações ou clubes são importante para promover um processo de educação e de atendimento às regras. Em comparação, os drones possuem componentes de baixo custo, giroscópios, sistemas de pilotos automáticos e uso de GPS que facilitam o aprendizado, sendo basicamente imediata a operação deste tipo de equipamento e podendo ser utilizado por pessoas muito jovens em qualquer lugar e terreno. Associado a isso, temos a evolução rápida dos equipamentos aumentando o alcance dos rádios de controle remoto (inclusive com o uso de amplificadores de sinal), autonomia de bateria e altitudes de voo, de forma que as autoridades aeronáuticas, passaram a se preocupar com o uso destes equipamentos buscando maneiras de controlar seu uso.

Delimitamos o estudo do problema aos drones civis de pequeno porte que podem ser adquiridos em qualquer loja de eletrônicos, não levando em consideração o seu uso, pois os mesmo podem ser adquiridos como recreação, mas sua utilização alterada após a aquisição. Em seguida apresentam-se os possíveis danos se houver uma colisão com a turbina de uma aeronave,

traçando-se um paralelo com os danos provenientes de aves. Apresentam-se as medidas de mitigação implantadas ou em proposta até o momento e sua eficácia. Por fim se propõe linhas de pesquisa para novas medidas de mitigação.

Sobre o termo drone utilizado neste artigo, segundo AERONÁUTICA, 2017:

No Brasil, as Aeronaves Não Tripuladas ainda são amplamente conhecidas com Drones (do inglês Zangão, termo muito utilizado pelos órgãos de imprensa), Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), nomenclatura oriunda do termo *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) é considerado obsoleto na comunidade aeronáutica internacional, ou Aeronave Remotamente Pilotada (ARP).

O termo adotado tecnicamente pela OACI (Organização Internacional de Aviação Civil), com abrangência internacional, para este tipo de aeronave é o RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*).

Já segundo ANAC, 2017:

Para os propósitos deste Regulamento Especial são válidas as definições abaixo:

(1) aeromodelo significa toda aeronave não tripulada com finalidade de recreação;

(2) Aeronave Remotamente Pilotada (Remotely-Piloted Aircraft – RPA) significa a aeronave não tripulada pilotada a partir de uma estação de pilotagem remota com finalidade diversa de recreação;

Apesar do exposto, os órgãos controladores e as autoridades aeronáuticas utilizam o termo drone, em suas páginas de informações e cadastros na internet (ANATEL, 2017, DECEA, 2017 e ANAC (2), 2017). No intuito de deixar clara a informação de que tratamos de equipamentos recreativos, que podem ser adquiridos em lojas de departamento sem nenhuma autorização prévia para aquisição, utiliza-se o termo drone para identificar as aeronaves que são objeto de estudo deste artigo.

2 DRONES QUE PODEM CAUSAR DANO ÀS AERONAVES

Para identificar o universo dos drones que fazem parte deste trabalho, foi traçado um comparativo com trabalhos anteriores que abordam os danos que pássaros podem causar. Chegou-se a imagem sobre os danos contida na Figura 1:

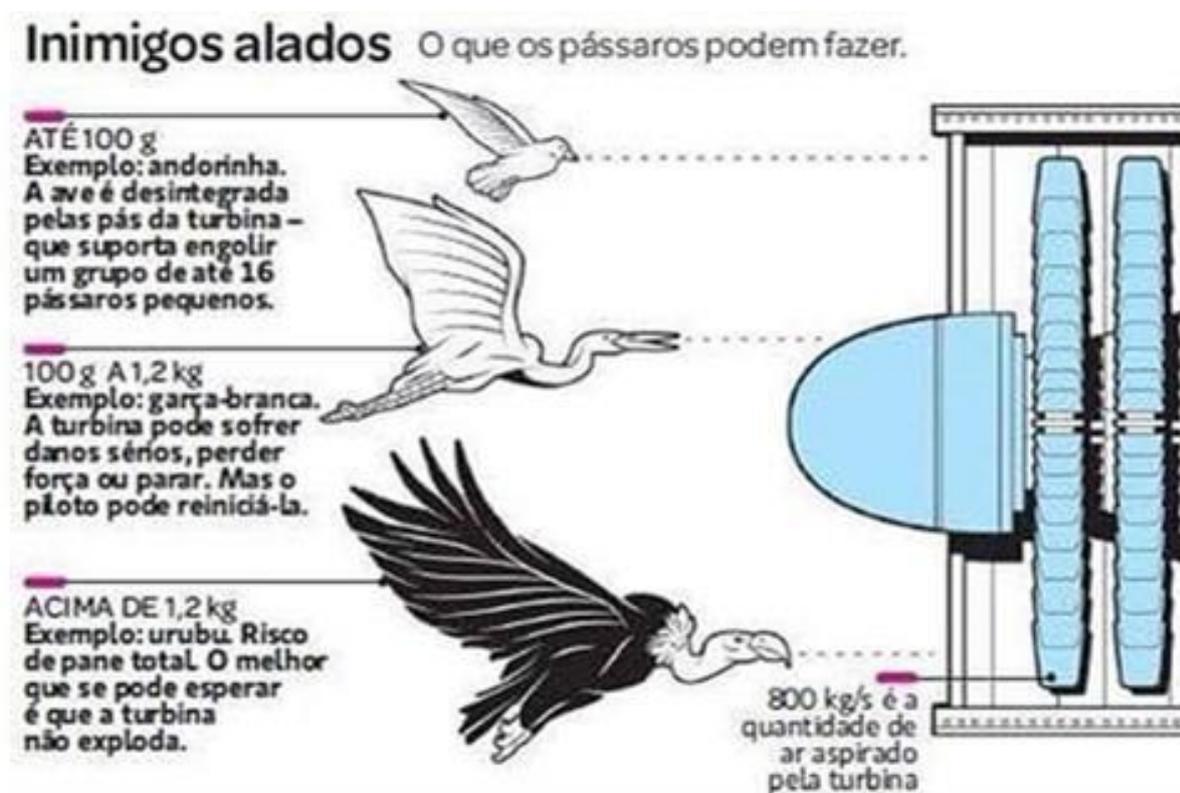


Figura 1 – Danos que pássaros podem causar conforme seu peso (Fonte: <http://www.norteverdadeiro.com/wp-content/uploads/2017/04/3.jpg>).

Ao mesmo tempo, buscou-se indicadores para os drones que apresentam peso similar às aves representadas na Figura 1. Chegou-se então à Figura 2, constando uma tabela com os drones, seus pesos, alcances dos rádios de controle, altitude máxima de voo e autonomia da bateria e velocidade máxima de ascensão. Os três últimos indicadores foram tomados para identificar que altitude o drone em voo vertical com direção para cima pode atingir, no intuito de identificar o potencial risco do equipamento.

A coluna de máxima altitude foi introduzida tomando-se o menor valor entre autonomia de bateria multiplicado pela velocidade máxima, altitude máxima de voo e alcance do rádio, levando-se em conta que o aeródromo padrão está ao nível do mar.

EQUIPAMENTO	PESO (kg)	ALCANCE RÁDIO (m)	ALTITUDE MÁXIMA DE VOO (m)	AUTONOMIA DE BATERIA (min)	VELOCIDADE MÁXIMA (m/s)	AUTONOMIA X VELOCIDADE MÁXIMA	MÁXIMA ALTITUDE (m)
Candide H-Drone S-9 H-18	0,67	5	100	20	6	7.200	5
Cheerson CX-20	0,98	300	300	15	6	5.400	300
Phanton-3 DJI	1,28	2.000	6.000	23	5	6.900	2.000 *
Yuneec Q500 4K	1,70	3.000	2.500	25	2	3.000	2.500 *
Phanton-4 DJI	1,38	5.000	6.000	28	6	10.080	5.000 *

* Os fabricantes afirmam ter limitadores de alcance via software (400 pés)

Figura 2: Tabela de drones vendidos no mercado brasileiro (Fonte: preparado pelo autor com dados dos fabricantes).

Para os objetivos deste estudo, nos limitaremos aos drones que possuem características idênticas aos três últimos equipamentos da Figura 2, mas precisamos levar em consideração que existem no mercado amplificadores de sinal de controles remotos, assim a máxima altitude de voo pode ser ampliada. Este dado é importante pois o principal risco é o de um operador alçar voo com um equipamento deste tipo no limite do aeroporto em frente à cabeceira da pista e tentar chegar próximo a uma aeronave por qualquer motivo.

Como se pode observar os equipamentos em questão possuem um peso equivalente ao peso das aves que podem causar sérios danos às turbinas de aeronaves.

Em ANAC, 2017 os drones são classificados conforme o seu peso máximo de decolagem:

O RPAS e a RPA são classificados de acordo com o peso máximo de decolagem (PMD) da seguinte maneira:

- (1) Classe 1: RPA com peso máximo de decolagem maior que 150 kg;
- (2) Classe 2: RPA com peso máximo de decolagem maior que 25 kg e menor ou igual a 150 kg; e
- (3) Classe 3: RPA com peso máximo de decolagem menor ou igual a 25 kg.

Assim, os equipamentos em estudo pertencem à Classe 3.

3 SOBRE OS SISTEMAS DE PROTEÇÃO EXISTENTES E SUA EFICÁCIA

Ao se identificar os equipamentos que podem gerar risco às aeronaves, buscou-se informações sobre os sistemas de proteção passiva existentes e nativos nos mesmos. Vale observar que os drones do estudo são equipamentos de valor relativamente alto, em torno de R\$ 8.000,00 e geralmente são adquiridos por interessados em captar imagens em alta resolução, seja com o intuito de filmagens profissionais ou não, por este motivo, alguns auxílios à pilotagem são implementados, como veremos adiante.

3.1 Registro de equipamentos, rádios controladores, licenças para pilotos

Para esta opção de proteção, contamos com as resoluções da ANAC e determinações da ANATEL no sentido de se ter um cadastramento dos equipamentos e dos responsáveis pela operação destes. Então como vantagem podemos citar: matrícula do equipamento, identificação do proprietário e treinamento do operador para obtenção de licença. O treinamento do operador para obtenção de registro pode ser admitido como medida de redução de risco, entretanto a venda destes equipamentos ocorre sem a obrigatoriedade de registro, assim, não importando qual seja o objetivo do comprador, ele pode decidir não proceder com o registro nos órgãos competentes.

Portanto, a desvantagem deste sistema é o de não ser possível uma fiscalização permanente das autoridades aeronáuticas sobre a venda destes equipamentos e seus registros.

3.2 Limites ao voo implementados nos softwares dos equipamentos

Os equipamentos possuem auxílios de pilotagem com informações adquiridas por GPS (Global Positioning System), nestes sistemas podem ser inseridos dados de limitações de área, criando setores denominados no-fly zones (DJI, 2017), com o cadastro de aeroportos em diversos locais no mundo, buscando-se evitar que o operador adentre uma área de proteção ao voo, como exemplificado na Figura 3, que as distâncias e alturas que o sistema do drone evita voar ao estar próximo de uma área de proteção ao voo cadastrada, na Figura 4 temos a exemplificação de áreas cadastradas no software do equipamento. Esta medida reduz as ameaças oriundas de quando o operador não tem a intenção de entrar em espaço aéreo controlado, mas tenta fazê-lo. Geralmente o equipamento não obedece ao operador e, em casos de insistência, ele pousa em modo automático e só volta a decolar ao sair da área determinada.

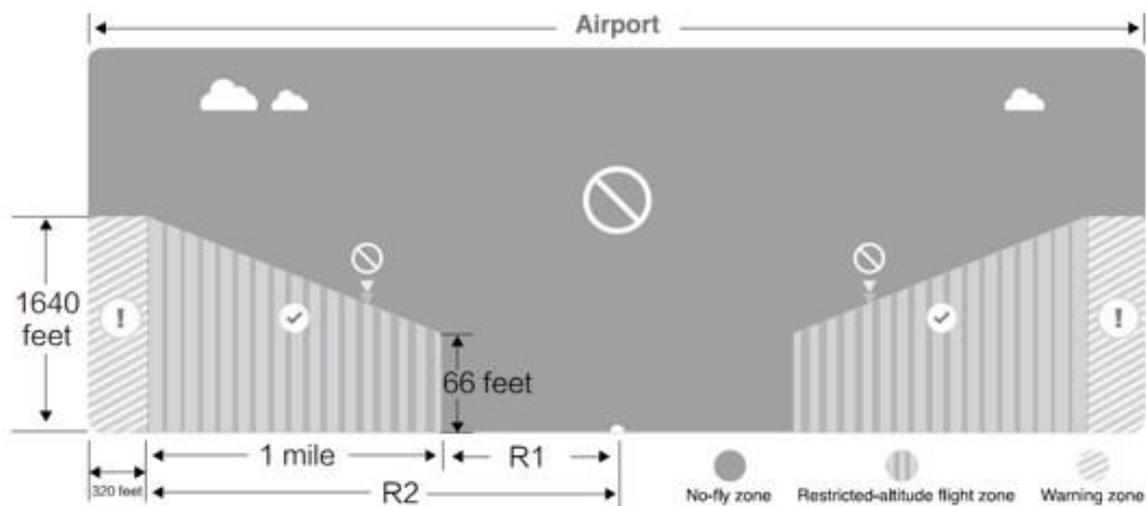


Figura 3: Exemplo de área de proteção ao voo em espaço controlado (Fonte: DJI, 2017).

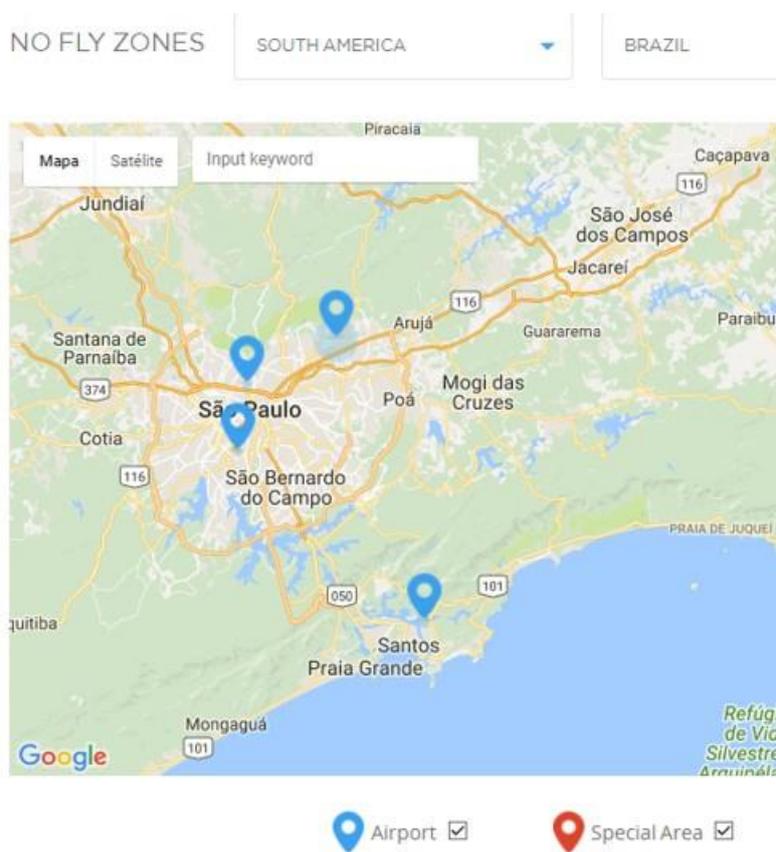


Figura 4: Exemplo de identificação de “no-fly zones” (Fonte: DJI, 2017).

Esta é uma medida de proteção bem intencionada, mas ineficaz se o sinal de GPS não está presente ou se o operador a desliga intencionalmente. Além disso, estes limites são via software, portanto podem ser modificados.

Algumas marcas de drones no mercado não possuem estes limites cadastrados em seus equipamentos, sendo a única proteção a limitação de altitude (400 pés), que podem ser modificados à escolha do operador.

IMPORTANT NOTE: The maximum altitude is limited to 400 feet (122 meters) AGL (Above Ground Level) in both Smart and Angle (Pilot) Mode. And although this limit can be adjusted using the USB interface/programmer and software we strongly recommend using the default limit at all times. (WELLBOTS, 2016).

NOTA IMPORTANTE: A altitude máxima é limitada a 122 metros (400 pés) AGL (acima do nível do solo) nos modos Smart e Angle (Pilot). E embora esse limite possa ser ajustado usando a interface USB / programação e software, recomendamos fortemente usar o limite padrão em todos os momentos. Tradução livre. (WELLBOTS, 2016).

3.3 Retirada do drone invasor por outro drone equipado com rede

Em virtude do risco destes contatos, muitas empresas estão surgindo no mundo com a finalidade específica de fornecer proteção à invasão de drones, sejam eles no espaço aéreo, ou em áreas aonde não se deseja a obtenção de imagens não autorizadas ou que se entre com objetos acoplados aos equipamentos.

Alguns fornecedores apresentam a solução de drones armados com redes, conforme Figura 5, para captura de outros não autorizados.



Figura 5: Drone preparado para capturar outros (Fonte: SORENSEN, 2016).

Os limitantes desta solução, são: alcance do próprio equipamento, a necessidade de um operador muito competente 24 horas por dia, bem como o risco de uma colisão entre os equipamentos, que pode causar por si só um acidente.

3.4 Misturadores de sinal de rádio controlador de drones

Os rádios de controle dos drones podem ter seu sinal bloqueado por equipamentos que atuam ao embaralhar a frequência na qual estes atuam. Dentro desta linha, temos dois tipos básicos de equipamentos: os que possuem feixes direcionais e os que possuem uma amplitude maior, criando uma área de sombreamento de sinal. O comportamento do alvo, pode ser o de voltar ao ponto de decolagem, ficar imóvel, pousar ou simplesmente cair.

Os bloqueadores que tem um feixe direcional, podem ser apontados para os drones a uma distância delimitada pela potência do mesmo, sendo que alguns fabricantes prometem um alcance de até 400m. (BATTELLE, 2016). Vemos um modelo de um equipamento portátil na Figura 6 e outro fixo na Figura 7.



Figura 6: Battelle DroneDefender - modelo portátil (Fonte: BATTELLE, 2016).



Figura 7: Modelo fixo com torre (Fonte: BLIGHTER, 2017).

Pelo fato dos rádios controladores dos drones atuarem na mesma faixa de frequência dos aparelhos de celular e redes wifi, estes equipamentos também podem prejudicar a comunicação geral, por estes motivos os equipamentos que atuam em uma amplitude maior, são os denominados “bloqueadores de celular”, que podem atuar como medida de sombreamento de sinal.

Além da possibilidade de atrapalhar as comunicações em geral, a principal desvantagem deste equipamento é a possibilidade da aeronave cair e causar algum transtorno, bem como a necessidade de uma pessoa habilitada 24 horas por dia para operar e recolher o drone invasor.

3.5 Outras soluções

Outras soluções, utilizadas em menor escala, são as armas de fogo em geral, pulso eletromagnético, laser e canhão com rede. Estas soluções, geralmente, também precisam de um agente 24 horas por dia, além de potencialmente destruir o drone com a possibilidade de causar dano quando os destroços chegarem ao chão.

3.6 Sistema de detecção de drones

Para que quaisquer das soluções ativas apresentadas anteriormente sejam efetivas, se torna necessária a detecção dos drones em tempo hábil para que se tome alguma atitude. Para esta detecção existem os equipamentos que atuam identificando através de radiofrequência, infravermelho e até ruídos todos os aparelhos em seu raio de ação e submete suas observações ao um computador com software de avaliação que busca selecionar e localizar o invasor para que se providenciem as ações necessárias. A figura 8, apesar de ser uma aplicação diferente para aeroportos, exemplifica o trabalho deste tipo de equipamento, sendo necessários maiores estudos para aplicação em segurança aeroportuária.

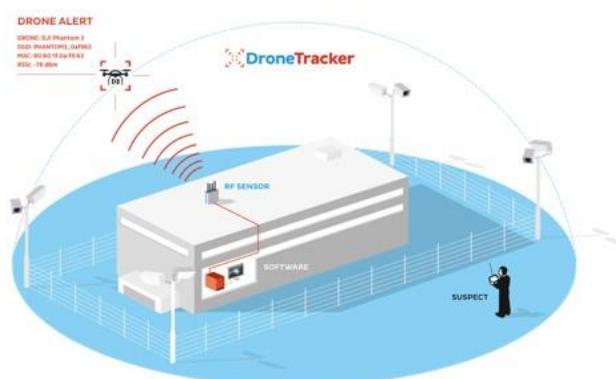


Figura 8: Esquema de funcionamento do DroneTracker (Fonte: <https://www.dedrone.com/en/dronetracker/drone-protection-software>).

4 CONCLUSÃO

Por conta da popularização, da facilidade de operação e da crescente melhora da tecnologia existente, os drones civis de pequeno porte podem ser uma ameaça às operações normais de voo em áreas de segurança aeronáutica. Percebe-se que é praticamente impossível para as autoridades aeronáuticas realizarem um controle efetivo sobre a venda e operação destes equipamentos.

Apesar de não considerar neste estudo, as imagens que podem ser obtidas por estes equipamentos podem ferir os direitos de privacidade, bem como ter o objetivo de atacar a propriedade industrial. Alguns destes equipamentos também podem levar uma carga útil correspondente ao seu peso o que pode gerar comportamento ilícitos como levar itens explosivos ou artefatos com objetivo de liberar agentes danosos à saúde (vírus, radioativos, etc).

Pode-se perceber, a partir das pesquisas realizadas, que fora do Brasil estão sendo criadas empresas com a especialidade de produzir equipamentos de proteção contra estas ameaças, demonstrando claramente a preocupação dos agentes de segurança em outros países. Ainda não temos no Brasil histórico de proteções “antidrone” em nossos aeroportos, mas é necessário que se aprofundem os estudos nesta área com o intuito de identificar a melhor solução para este risco em potencial.

Aliado a isso, é importante que sejam fomentadas as pesquisas em equipamentos de fabricação nacional, que possam identificar e afastar as ameaças, com menores custos de aquisição e manutenção.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **ANAC - Drones**. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones>>. Acesso em: 10 maio 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES (ANATEL). **Drones**. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/setorregulado/component/content/article?id=376>>. Acesso em: 2 maio 2017.
- BATTELE MEMORIAL INSTITUTE. **Battelle Drone Defender - Brochure**. Disponível em: <<https://www.battelle.org/government-offerings/national-security/aerospace-systems/counter-UAS-technologies>>. Acesso em: 08 jun. 2016.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Instrução do Comando da Aeronáutica (ICA) 100-40: Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro**. Brasília, 2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial (RBAC-E) 94: Requisitos Gerais para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil**. Brasília, 2017. 26 p.
- DA JIANG INNOVATIONS (DJI). **No-Fly Zones**. Disponível em: <<http://www.dji.com/flysafe/no-fly>>. Acesso em: 10 maio 2017.
- DA JIANG INNOVATIONS (DJI). **Phantom 4 User Manual**. Disponível em: <https://dl.djicdn.com/downloads/phantom_4/20170327/Phantom+4+User+Manual+v1.4.pdf>. Acesso em: abr. 2017.
- DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **DRONE [RPAS]**. Disponível em: <<https://www.decea.gov.br/drone/>>. Acesso em: 1 maio 2017.
- FERREIRA, A. M. R. et al. Utilização de aeronaves remotamente pilotadas para extração de mosaico georreferenciado multiespectral e modelo digital de elevação de altíssima resolução espacial. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais...** v. 16, p. 9308-9315. 2013.
- GETTINGER, D.; MICHEL, A. H. **Drone sightings and close encounters: An analysis**. Nova Iorque: Center for the Study of the Drone, Bard College, Annandale-on-Hudson. 2015.
- MENDONÇA, F. A. C. Gerenciamento do perigo aviário em aeroportos. **Revista Conexão SIPAER**, v. 1, n. 1, p. 153-174. 2009. Disponível em: <<https://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/16>>. Acesso em: 1 maio 2017.
- NOVAES, W. G.; ALVAREZ, M. R. .V. Perigo aviário em aeroportos do nordeste do Brasil: análise das colisões entre aves e aviões entre os anos de 1985 e 2009. **Revista Conexão SIPAER**, v. 1, n. 3, p. 47-68, 2010. Disponível em: <<https://conexaosipaer.cenipa.gov.br/index.php/sipaer/article/view/43>>. Acesso em: 1 maio 2017.
- SORENSEN, J. The Japanese Are Deploying Anti-drone Drones. **Social Underground**. 2016. Disponível em: <<https://socialunderground.com/2016/01/japanese-anti-drones/>>. Acessado em 8 abr. 2017.