ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

EDSON ATALLAH **MONREAL**, Ten Cel Av

Proteção do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro contra aeronaves não tripuladas sob a ótica do PBC e do DOPEMAII

Rio de Janeiro
2022

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA
COORDENADORIA ACADÊMICA
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

EDSON ATALLAH **MONREAL**, Ten Cel Av

Proteção do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro contra aeronaves não tripuladas sob a ótica do PBC e do DOPEMAII

Trabalho de conclusão de curso apresentado, como requisito parcial para aprovação, no Curso Avançado de Comando e Estado-Maior.
Linha de Pesquisa: Poder Aéreo do Futuro.
Orientador: Gills Vilar Lopes.

Rio de Janeiro
2022

Ao meu pai, que se emocionou com cada passo de minha jornada e que agora está assistindo mais um importante capítulo em minha vida de um plano superior.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me permitir chegar neste ponto na carreira, à minha esposa Stella pelo apoio nos momentos difíceis e pela felicidade de me aceitar, a exato um mês, como seu companheiro de vida, à minha família pelo eterno carinho, ao meu orientador pela amizade e por mais uma vez me guiar por esse ambiente, por vezes, nebuloso do universo acadêmico, e pelos meus amigos de turma por relembrarem das histórias e das risadas verdadeiras que vivemos nos tempos de Escola.

“Podemos ver que, exceto para certos tipos de missões, as aeronaves de combate tripuladas se tornarão tecnicamente obsoletas no futuro” (BAKER, 1956).

RESUMO

A proteção do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB) contra aeronaves não tripuladas é um tema estratégico, pois pode tornar-se alvo dessas novas ameaças, devido à sua importância para a aviação civil e para o Poder Aeroespacial brasileiro. A análise foi feita sob a ótica do Planejamento Baseado em Capacidades (PBC), por fornecer mais racionalidade à tomada de decisões sobre aquisições futuras e tornar o planejamento mais responsivo a incertezas, restrições orçamentárias e riscos. O objetivo geral do trabalho é analisar a atual capacidade percebida do SISCEAB para fazer frente ao uso ilícito de sistemas de aeronaves não tripuladas (UAS). Realiza-se um estudo exploratório-descritivo de estilo qualitativo, embora também seja utilizada estatística descritiva para analisar os resultados extraídos da aplicação de questionários a gestores do SISCEAB. As repostas indicaram que a capacidade percebida do SISCEAB de proteção contra a utilização ilícita de UAS é 74,2% positiva, indicando que os operadores da segurança da navegação aérea, em média, consideram as medidas adotadas pelo DECEA suficientes e proficientes para proteção da aviação civil e da infraestrutura aeroespacial brasileira.

Palavras-chave: Sistema de Contenção de UAS; UAS; SISCEAB; PBC.

ABSTRACT

The protection of the Brazilian Airspace Control System (SISCEAB) against unmanned aircraft is a strategic issue, which can become a target of these new threats, due to its importance for civil aviation and for the Brazilian Aerospace Power. The analysis was carried out from the perspective of Capacity-Based Planning (CBP), as it provides more rationality for decision-making on future acquisitions and makes planning more responsive to uncertainties, budgetary constraints and risks. The general objective of the work is to analyze the current perceived capacity of SISCEAB to face the illicit use of unmanned aircraft systems (UAS). An exploratory-descriptive study of a qualitative style is carried out, although descriptive statistics are also used to analyze the results extracted from the application of questionnaires to SISCEAB managers. The responses indicated that the perceived capability of the SISCEAB to protect against the illicit use of UAS is 74.2% positive, indicating that air navigation security operators, on average, consider the measures adopted by DECEA to be sufficient and proficient to protect the civil aviation and Brazilian aerospace infrastructure.
Keywords: *Counter-Unmanned Aircraft Systems; UAS; SISCEAB; CBP.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Delimitação do objeto da pesquisa 14
Figura 2 – Usos ilícitos de UAS 22
Figura 3 – Tipos de defesas C-UAS 24
Figura 4 – Tecnologias de Defesa Ativa 27
Figura 5 – Exemplos de Tecnologias de Defesa Ativa 29
Figura 6 – Natureza da Capacidade 30
Figura 7 – Processos do PBC no COMAER 30
Figura 8 – Componentes da capacidade 31

Gráfico 1 – Resumo das respostas 32
Gráfico 2 – Percepção da proteção C-UAS no SISCEAB 33

Quadro 1 – Dinâmica metodológica 15
Quadro 2 – Emprego militar de UAS 19
Quadro 3 – Especificações de UAS 19
Quadro 4 – Tipos de navegação e sensores nos UA 20
Quadro 5 – Incidentes e ataques com UAS e seus reflexos no Poder Nacional 22

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARP	Aeronave Remotamente Pilotada
ATM	Gerenciamento de Tráfego Aéreo
AVSEC	*Aviation Security*
C-UAS	Sistemas de Contenção de Aeronave Não Tripulada
CNS	Comunicação, Navegação e Vigilância
COMAER	Comando da Aeronáutica
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DoD	Departamento de Defesa norte-americano
DOPEMAII	Doutrina, Organização, Pessoal, Educação, Material, Infraestrutura e Interoperabilidade
ECEMAR	Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica
EF	Elemento de Força
EUA	Estados Unidos da América
EMP	Pulso Eletromagnético
FAB	Força Aérea Brasileira
GLONASS	*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikkovaya Sistema*
GNSS	*Global Navigation Satellite Systems*
GPS	*Global Positioning System*
HELW	Armas Laser de Alta Energia
HPMW	Armas de Micro-ondas de Alta Potência
ODSA	Órgãos de Direção Setorial e de Assistência Direta e Imediata ao Comandante da Aeronáutica
PBC	Planejamento Baseado em Capacidades
RF	Radiofrequência
RPS	Estação Remota de Pilotagem
SISCEAB	Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro
UA	*Unmanned Aircraft*
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UAS	*Unmanned Aircraft Systems*
VANT	Veículos Aéreos Não Tripulados

LISTA DE SÍMBOLOS

n	Tamanho da amostra
σ^2	Nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão
p	Percentagem com a qual o fenômeno se verifica
q	Percentagem complementar
N	Tamanho da população
e^2	Erro máximo permitido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

2 METODOLOGIA 15

3 REFERENCIAL TEÓRICO 16

4 APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS 18

4.1 Principais ameaças relativas aos UAS para a aviação civil 18

4.2 Principais C-UAS 24

4.3 Capacidade percebida do SISCEAB de contrapor-se aos UAS, sob a ótica do DOPEMAII 29

4.4 Resultados 31

5 CONCLUSÃO 34

REFERÊNCIAS 36

ANEXO A - Questionário aplicado sob a ótica DOPEMAII 43

1 INTRODUÇÃO

Santos Dumont, ao decolar com o 14-bis em 1906, certamente divisasse a conquista do Ar para a humanidade, pois "o seu temperamento de sonhador via o céu repleto de dirigíveis e aeroplanos, como um [verdadeiro] enxame de abelhas mecânicas" (NAPOLEÃO, 1957, p. 96).

O que o Patrono da Aeronáutica Brasileira (BRASIL, 1984) não anteviu foi que outro tipo de enxame poderia ser utilizado contra infraestruturas críticas nacionais. Os chamados enxames – do inglês, *swarms* – de drones[1] já são uma realidade tanto na esfera civil quanto militar, estando países como Estados Unidos da América (EUA), China, Israel e Rússia na vanguarda de seu desenvolvimento e utilização no campo de batalha. No entanto, seus baixo custo e acesso permitem que atores não estatais também os utilizem de maneira criativa (SANDERS, 2017). É o que positiva, por exemplo, o Departamento de Defesa norte-americano (DoD), ao afirmar que:

> *Os swarms* criarão novos níveis de complexidade, ao operar de forma independente ou aumentada com sistemas tripulados, algoritmos de reconhecimento facial e redes de comunicação digital de alta velocidade, como redes celulares de quinta geração. Portanto, a iminente integração da inteligência artificial com aeronaves autônomas e não tripuladas introduzirá mais uma mudança dramática no caráter da guerra. (UNITED STATES OF AMERICA, 2021, p. 6, tradução nossa).

Para compreender a utilização ilícita dos drones, isolados ou em formação *swarm*, este trabalho buscou enquadrar-se na linha de pesquisa Poder Aeroespacial, dentro do núcleo temático "Poder Aeroespacial no Futuro", da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica (ECEMAR). Para tanto, parte-se da premissa de que os sistemas de aeronaves não tripuladas – do inglês, *Unmanned Aircraft Systems* (UAS[2]) – são elementos já incorporados aos conflitos do século XXI, conforme se demonstra não só com a literatura especializada, mas também com as recentes batalhas no leste europeu. Trazendo essa temática para a aviação civil e mais precisamente para o contexto do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), objetiva-se prospectivamente demonstrar essa preocupação para o Brasil, que, embora não esteja engajado em conflitos, pode tornar-se alvo dessas novas ameaças, a exemplo do que fazem o Estado Islâmico (NESSER; STENERSEN; OFTEDAL, *et al.*, 2016) e a resistência ucraniana à invasão russa (MILBURN, 2022).

---

[1] *Drone,* do inglês, zangão, termo muito utilizado por órgãos de imprensa (BRASIL, 2020a) e pela literatura de Estudos Estratégicos e de Segurança Internacional para designar uma aeronave não tripulada utilizada com fins táticos ou operacionais. Também conhecidos como sUAS, ou sistema de pequena aeronave não tripulada.

[2] Em alinhamento aos regulamentos do Departamento de Controle do Espaço Aéreo, este trabalho utiliza a sigla UAS para os Sistemas de Aeronaves Não Tripuladas. As aeronaves não tripuladas também são conhecidas como Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT), *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) ou Aeronave Remotamente Pilotada (ARP). Este sistema é composto pela Aeronave Não Tripulada, ou do inglês *Unmanned Aircraft* (UA) e seus componentes de hardware e software, podendo ser remotamente pilotada ou totalmente autônoma (BRASIL, 2020a).

Outrossim, o setor aéreo se prova como inovador, ao incorporar as UA, tendo em vista que são um novo componente da aviação civil mundial que operadores, indústria e organizações internacionais estão estudando e trabalhando para compreender, definir e, finalmente, promover sua completa integração no espaço aéreo (BRASIL, 2020a).

Essa pujança global da aviação civil desponta nas estatísticas. Em 2018, foram transportados 4,3 bilhões de passageiros e 58 bilhões de toneladas de carga – representando 35% do comércio mundial em valor (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2019, p. 5). Em termos comparativos, se a aviação civil fosse um país, sua contribuição total – direta, indireta, induzida e catalítica – representaria um produto interno bruto (PIB) de US$ 2,7 trilhões e seus 65,5 milhões de empregos seriam comparáveis ao Reino Unido em tamanho e população (AIR TRANSPORT ACTION GROUP, 2018). Portanto, esse setor se mostra vital para o progresso da humanidade, sendo sua importância estratégica reconhecida como um dos seis instrumentos constitutivos do Poder Aeroespacial[3] brasileiro (BRASIL, 2020b, p. 29).

Consoante Dudenhoeffer (2020), o emprego de ativos aéreos para fins militares não é novidade. Há relatos de que seu nascimento ocorrera na Áustria, em 1849, quando o exército lançou balões-bomba para conter uma grande rebelião na República de Veneza. Durante a Primeira Guerra Mundial, por sua vez, a Marinha norte-americana testou UAS na forma de torpedos aéreos[4], porém não foram utilizados em combate. No período entreguerras, o interesse militar nestas aeronaves cresceu e fomentou o desenvolvimento dos UAS. A partir do momento em que sua utilização deixou de ser exclusivamente militar e incorporou objetivos comerciais, surgiu a preocupação de sua proliferação e utilização por criminosos, inclusive por terroristas.

Schóber, Koblen e Szabo (2012) apontam que, além dos desafios técnicos e jurídicos para a integração segura de um espaço aéreo não segregado, ou seja, compartilhado com outras aeronaves, é necessário preparar-se para um possível uso de UAS por terroristas. Os autores citam ainda que a pouca eficácia das atuais defesas aéreas contra alvos tão pequenos, em combinação com a cobertura insuficiente de radar em baixas altitudes, torna o *swarm* praticamente intrépido e invisível, sendo estes muitas vezes processados como um pássaro, nuvem ou reflexão falsa.

---

[3] A evolução das atribuições da Força Aérea Brasileira (FAB), órgão responsável pela execução da atividade militar de cunho constitucional (JASPER, 2013, p. 62), no desenvolvimento e salvaguarda das atividades aeroespaciais do País e consoante a Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira (BRASIL, 2020b, p. 28), faz com que o Poder Aeroespacial consista na "[...] projeção da parcela do Poder Nacional que resulta da integração dos recursos de que a Nação dispõe para a utilização do espaço aéreo e do espaço exterior, quer como instrumento de ação política e militar quer como fator de desenvolvimento econômico e social, visando conquistar e manter os objetivos nacionais".

[4] Kettering Aerial Torpedo "Bug", inventado por Charles F. Kettering em Dayton, Ohio (NATIONAL MUSEUM OF THE UNITED STATES AIR FORCE, 2022).

Dudenhoeffer (2020), por seu turno, assinala que os UAS têm potencial para realizar atividades belicosas que vão desde um veículo de reconhecimento até mesmo um míssil remotamente guiado. Os principais alvos de ataque terrorista, com essa tecnologia em mãos, podem incluir grandes eventos públicos – tais como comícios políticos e encontros esportivos – e infraestruturas críticas[5]. Como se busca demonstrar neste trabalho, os episódios crescentes envolvendo UAS em aeroportos, penitenciárias e instalações militares, demandam ênfase e disponibilidade de contramedidas para proteção.

Dessa forma, o Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) – órgão central do SISCEAB e responsável pela segurança[6] da navegação aérea (BRASIL, 2009) – foi recentemente incluído pelo Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República nas discussões sobre infraestruturas críticas, por entender que este é um componente crítico do transporte nacional (BRASIL, 2019b) e um componente do sistema global de aviação civil (2021b). Relembre-se que esse sistema foi profundamente impactado em decorrência dos atentados terroristas do 11 de setembro de 2001 (TAMASI; DEMICHELA, 2011), quando governos e organizações internacionais tomaram inúmeras contramedidas securitárias, transformando totalmente o contexto pelo qual passava não apenas a segurança da aviação civil (AVSEC[7]), como também a segurança internacional (MONREAL; VILAR-LOPES, 2021).

Concomitantemente a essa mudança no cenário internacional, a redução e o escrutínio dos gastos de defesa compeliram a adoção de um sistema de planejamento estratégico que abordasse não apenas as hipóteses de emprego da expressão militar, mas também a visualização dos recursos – orçamentários, tecnológicos e humanos – em uma única metodologia (DA SILVA, 2020): o Planejamento Baseado em Capacidades (PBC). Essa metodologia fornece mais racionalidade para a tomada de decisões sobre aquisições futuras e torna o planejamento mais responsivo a incertezas, restrições econômicas e riscos, propondo uma mudança cultural e organizacional dos aspectos qualitativos e quantitativos para cada Ação de Força Aérea[8] (BRASIL, 2020d). Ele se concentra em metas e estados finais, incentivando, assim, a inovação e perguntando "o que precisamos fazer?", em vez de "quais equipamentos estamos substituindo?" (TAYLOR; WOOD, 2005).

---

[5] No Brasil, considera-se infraestruturas críticas as "instalações, serviços e bens que, se forem interrompidos ou destruídos, provocarão sério impacto social, econômico, político, internacional ou à segurança nacional" (BRASIL, 2008), a saber: energia, transporte, água, telecomunicações e finanças.

[6] O termo "segurança" contém tanto a "segurança operacional" (*safety*), que aborda perigos e ameaças oferecidas por erros não intencionais, quanto a "segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita" (*security*), que diz respeito a violações, ou seja, erros e atos intencionais.

[7] AVSEC (*Aviation Security*) é definida, no Anexo 17 à Convenção de Chicago, como a proteção da aviação civil contra atos de interferência ilícita, a ser alcançada por meio de uma combinação de medidas e recursos materiais e humanos (INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2020).

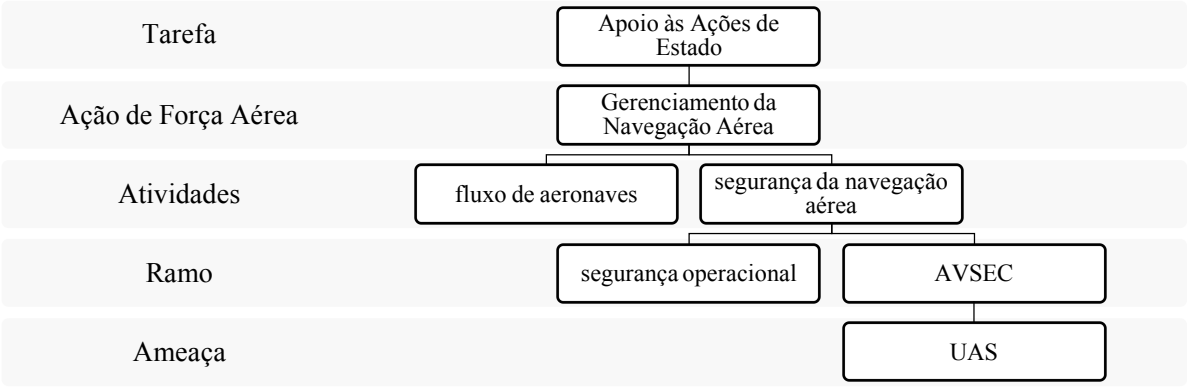
[8] As Ações de Força Aérea são executadas por meio da combinação adequada de pessoal, aeronaves, plataformas espaciais, veículos terrestres, embarcações, armamentos, instalações, equipamentos e sistemas, com o objetivo de alcançar os efeitos desejados (BRASIL, 2020c).

No Brasil, o Ministério da Defesa define capacidade como a "habilidade em empregar seus sistemas constituintes de forma sinérgica para cumprir determinada missão ou desempenhar determinada tarefa ou atividade com elevada efetividade" (BRASIL, 2020e, p. 159). O órgão ainda aponta que se obtém capacidade a partir de um conjunto de fatores determinantes, inter-relacionados e indissociáveis, conhecido pelo acrônimo DOPEMAII, ou seja, Doutrina, Organização, Pessoal, Educação, Material, Infraestrutura e Interoperabilidade (BRASIL, 2021a).

Considerando as ponderações supracitadas, a inquietação que motiva esta pesquisa relaciona-se com o fato de explorar as formas mais eficazes de se proteger o SISCEAB das ameaças representadas pelo uso ilícito de UAS. Em um contexto de acionamento de capacidades, frente a uma ameaça externa – ainda que internamente atuante, como é o caso de grupos terroristas –, essa névoa da guerra, nos dizeres clausewitzianos, pode trazer riscos à efetiva consciência situacional da autoridade aeroespacial. Dessa forma, o presente trabalho busca responder ao seguinte problema de pesquisa: qual é a percepção da capacidade do SISCEAB em se contrapor aos UAS, sob a ótica DOPEMAII?

Devido à abrangência do assunto, este estudo limitou-se às ameaças representadas pelos UAS à AVSEC e da navegação aérea, ao analisar a capacidade de o Gerenciamento da Navegação Aérea (BRASIL, 2020c) atingir o estado final desejado, que é cumprir com a Tarefa de Apoio às Ações de Estado, conforme se apresenta na Figura 1.

Figura 1 – Delimitação do objeto da pesquisa



Fonte: O autor

Diante desse cenário, o objetivo geral do trabalho é analisar a atual capacidade percebida do SISCEAB para fazer frente ao uso ilícito de UAS. Ao fazer isso, busca-se um tópico significativo do mundo real – como as infraestruturas críticas aeroespaciais podem deter UAS – e que, ao mesmo tempo, possa contribuir, direta ou indiretamente, para a literatura acadêmica (KING; KEOHANE; VERBA, 1994) sobre o Poder Aeroespacial.

Por fim, entende-se que a incorporação de Sistemas de Contenção de Aeronave Não Tripulada (C-UAS), ao protegerem o SISCEAB, possibilita prevenir ou responder a ataques aos ativos de maior importância ao Poder Aeroespacial, cumprindo, assim, a atribuição subsidiária do Comando da Aeronáutica (COMAER) de prover a segurança da navegação aérea (BRASIL, 1999) e contribuindo para a integridade da soberania nacional.

Para explorar o problema de pesquisa este trabalho foi dividido em 3 seções. A primeira expõe a estrutura metodológica adotada. Na segunda, foram percorridos os principais autores e estudos que balizam os temas referenciados. A terceira seção aprofunda os conhecimentos sobre os UAS, os C-UAS e a metodologia PBC, sob a ótica DOPEMAII e explica como foram analisados os resultados.

2 METODOLOGIA

O trabalho se caracteriza como um estudo do tipo exploratório-descritivo e com estilo qualitativo, tendo em vista o tipo de dados extraídos e o levantamento de documentos feitos durante sua realização, embora também seja utilizada a estatística descritiva para complementar a análise dos resultados. Diante desse escopo, delineou-se a estratégia da pesquisa de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1 – Dinâmica metodológica

Objetivos Específicos	**Autores consultados**	**Técnica utilizada**
Identificar as principais ameaças para a aviação civil relativas aos UAS	Douhet (2019) e Carter (2020)	Revisão bibliográfica
Distinguir os principais C-UAS existentes	Lyu e Zhan (2022)	
Avaliar a capacidade percebida do SISCEAB de contrapor-se aos UAS, sob a ótica do DOPEMAII	Lessa (2016)	Questionário

Fonte: O autor

Para essa investigação, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre UAS, C-UAS e PBC utilizando os principais artigos e livros disponíveis que tratam do tema. Já para a coleta de dados, aplicou-se questionário (*survey*) estruturado on-line, revisado, quanto à integridade e acuracidade das perguntas, por militares da FAB que participaram do processo de implantação do PBC no Ministério da Defesa e no COMAER. Esse questionário se destinou a levantar a opinião de especialistas do SISCEAB para verificar, em uma escala Likert de cinco graus de percepção, a capacidade percebida da proteção contra UAS no Gerenciamento da Navegação

Aérea [9] brasileira. Além de orientado por critérios estabelecidos em documentos governamentais e acadêmicos sobre PBC, o questionário e suas variáveis – que constituem os oito fatores DOPEMAII – foram construídos e encaminhados, conforme o Apêndice A, aos respondentes, no endereço eletrônico https://forms.gle/g753Jj8E2YuE7HWDA.

Com vistas a coletar essas percepções representativas do caso brasileiro, a amostra foi composta por 78 profissionais do SISCEAB, de uma população de 162 Gerentes AVSEC[10] – nos níveis local, regional e nacional – e respectivos responsáveis pela integração dos UAS no espaço aéreo brasileiro do DECEA, justamente pelo fato de os temas AVSEC e UAS serem parte do cotidiano desses profissionais. O intuito com isso é que, por meio de suas respostas, possa-se ter um panorama acerca da proteção brasileira contra UAS. Na sequência, os dados foram analisados por meio da estatística descritiva, com o intuito de explorar cada fator DOPEMAII.

A pesquisa apresentou algumas limitações. Devido à natureza do tema, a classificação de informações relativas à precisão, frequência e alcance de radares não possibilitou a apresentação de dados específicos sobre o desempenho dos sistemas C-UAS testados por órgãos governamentais brasileiros.

Em relação ao marco teórico, este trabalho fundamentou-se em autores que serviram de base para a criação dos documentos brasileiros relacionados ao tema aqui versado, quais sejam: Douhet (2019), para associar a aviação civil ao Poder Aeroespacial, em Carter (2020), para explicitar a ameaça representada pelo uso de UAS por atores não estatais, em Lyu e Zhan (2022), para tratar dos sistemas C-UAS, e, por fim, em Lessa (2016), para caracterizar o PBC.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

O italiano Giulio Douhet teoriza pioneiramente sobre o emprego do aeroplano e considera que o Poder Aéreo necessário ao domínio do Ar deve passar necessariamente por uma aviação civil bem desenvolvida, pois esta representaria uma verdadeira força de reserva a ser empregada dentro de um cenário de guerra, em que aeroportos serviriam de base militar e as aeronaves para transporte de suprimentos, equipamentos e soldados, vigilância, busca e salvamento (ALMEIDA, 2006).

---

[9] Gerenciamento da Navegação Aérea é a ação que consiste em empregar Meios de Força Aérea para, por intermédio da prestação dos serviços de navegação aérea, prover o gerenciamento do fluxo dos movimentos aéreos, bem como promover a segurança da navegação aérea no espaço aéreo brasileiro (BRASIL, 2020c).

[10] O questionário foi enviado para os 154 Gerentes Locais AVSEC – 75 Destacamentos de Controle do Espaço Aéreo e 79 Estações Prestadoras de Serviços de Telecomunicações e de Tráfego Aéreo –, 5 Gerentes Regionais AVSEC, 1 Gerente Nacional AVSEC e 2 responsáveis pela área de UAS do DECEA.

Consoante Douhet (2019), há um entendimento mútuo, na aviação, de que as aeronaves civis podem ser transformadas em militares, no caso de necessidade. A ideia do italiano é a de que ter à disposição uma grande frota de transporte aéreo equivale, em termos de poderio militar, a ter uma grande Força Aérea Independente sempre a postos para defender o país.

Essa visão teórica acerca do uso dual da aviação civil pode ser verificada na prática, um século após a publicação de sua obra prima – *Il dominio dell' aria* –, quando mais de 82.000 pessoas foram evacuadas do Afeganistão em agosto de 2021, em uma das maiores pontes aéreas da história (FOX; STENGLE, 2021). Nesse episódio, os EUA utilizaram o primeiro estágio da Frota Aérea da Reserva Civil, solicitando 18 aeronaves comerciais de diferentes companhias para auxiliar nos esforços de evacuação de norte-americanos e aliados, e demonstraram como o maior poder aéreo do mundo utiliza a aviação civil em complemento à militar (SOUZA, 2021).

Fazendo alusão ao conceito clausewitziano de centro de gravidade do inimigo, Jonh Warden, em entrevista a Fadok (1995, tradução nossa), o define como "o ponto onde o inimigo é mais vulnerável e onde um ataque terá a melhor chance de ser decisivo". Prospectando à realidade brasileira, tem-se que aeroportos e centros de controle de tráfego aéreo compõem-se de verdadeiras infraestruturas críticas do setor de transporte aéreo (BRASIL, 2019b), sendo essencial, dessa forma, garantir a segurança e resiliência dessas instalações, bem como a continuidade da prestação de seus serviços (BRASIL, 2018a), uma vez que,

> A depender do cenário de guerra, o centro de gravidade pode estar inexoravelmente ancorado ao seu sistema de defesa aérea e controle de tráfego aéreo, de modo que mantê-los com sua capacidade máxima de emprego e salvaguardados de interferências ilícitas – ainda que em tempos de paz – mostra-se bastante pertinente aos Objetivos Nacionais e ao Poder Aeroespacial. (MONREAL, 2021, p. 33).

Carter (2020), por sua vez, destaca que o UAS pode ser empregado em todos os domínios da guerra – ar, terra, mar, espaço e ciberespaço – e em cenários singulares ou múltiplos, tornando-se então a arma mais forte de um campo de batalha multidomínio. Seu potencial para transporte de cargas explosivas, identificação de alvos, embuste ao sistema de defesa inimigo e produção de informações críticas sobre o alvo, aliado às suas características de furtividade, penetração e baixo custo, os tornam ideais para a guerra assimétrica.

Como se vê, a proliferação, a acessibilidade e o avanço tecnológico destas aeronaves permitem a atores não estatais uma série de capacidades de combate anteriormente inatingíveis, a um custo relativamente baixo (BALL, 2017). Então, como evitar que esse cenário seja vislumbrado para as infraestruturas aeroportuárias do SISCEAB? Acredita-se que a resposta a tal pergunta passe necessariamente pela assimilação e aplicação do PBC. Como Lessa (2016) indica, a estruturação do potencial estratégico das Forças Armadas em torno de capacidades

implica mudança de postura. Essa transformação considera um ambiente futuro de elevadas incertezas, de ameaças difusas e de restrições econômicas que impõe a necessidade de escolhas, em contraposição ao tradicional planejamento baseado na aquisição de plataformas ou equipamentos, em função de oponentes ou cenários definidos.

Uma vez que os dados sobre os fatores DOPEMAII das Capacidades Nacionais de Defesa[11] são classificados, por serem diretamente ligados à segurança nacional, esta pesquisa procurou basear-se nas percepções dos profissionais AVSEC e de UAS do SISCEAB, justamente por estarem na ponta da linha em relação às condições de proteção dos órgãos deste sistema. As perguntas do questionário aplicado foram elaboradas com vistas a identificar cada fator determinante da capacidade de proteção da aviação civil contra a nova forma de ameaça não estatal, os UAS, conforme preconizado por Ball (2017), Douhet (2019) e Carter (2020).

4 APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Principais ameaças relativas aos UAS para a aviação civil

Para se ter uma dimensão da problemática do controle desses ativos, em abril de 2022, o número de UAS registrados no Brasil era de 93.729 (AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL, 2022). A quantidade de solicitações mensais de acesso ao espaço aéreo é crescente, e, somente nas cidades do Rio de Janeiro e São Paulo, foram mais de 8.000 solicitações em maio de 2022 (CENTRO REGIONAL DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO SUDESTE, 2022).

De acordo com Custer (2016), os UAS podem ser utilizados em praticamente todos os setores da sociedade, do público ao privado, do civil ao militar. No setor público, são aplicados na segurança pública, defesa civil e na proteção fronteiriça, ambiental e geológica. Já no setor privado, na segurança patrimonial, cinema, televisão, entregas de alimentos e aplicação de pesticidas. Todavia, é no domínio militar que os UAS ganham caráter ofensivo. Além de os EUA, Reino Unido e Israel serem os líderes na produção desses ativos aeroespaciais, outros 19 países estavam desenvolvendo ou operando UAS em 2020 (LYU; ZHAN, 2022). A crescente exportação desses equipamentos por China, Rússia e Irã levanta sérias preocupações sobre a necessidade de um efetivo controle dessa proliferação de UAS armados (HAIDER, 2020), que podem ser empregadas de acordo com as hipóteses de emprego apontadas no Quadro 2.

[11] São consideradas Capacidades Nacionais de Defesa aquelas compostas por diferentes parcelas das expressões do Poder Nacional. Elas são implementadas por intermédio da participação coordenada e sinérgica de órgãos governamentais e, quando pertinente, de entes privados orientados para a defesa e para a segurança em seu sentido mais amplo (BRASIL, 2018).

Quadro 2 – Emprego militar de UAS

Hipótese de emprego	Exemplo
o próprio UAS como arma	*flying bomb*[12], Harop[13]
plataforma de armas	MQ-9 Reaper[14]
unidade de coleta de informações, para Inteligência, Vigilância e Reconhecimento	RQ-450 Hermes[15]
alvo simulado para unidades de defesa aérea	Pilotless Target Aircraft (PTA)[16]

Fonte: Mátyás e Máté (2019, com adaptações)

No entanto, algumas tecnologias aeronáuticas estão sendo embarcadas nos UAS, que, consoante Vergouw (2016), podem, inclusive, ser diferenciados. É o que sumariza o Quadro 3, abaixo.

Quadro 3 – Especificações de UAS

Aspecto	Subdivisão		Descrição	Exemplo
tipo	asa fixa		Combinação de velocidade com avanço para gerar sustentação nas asas; necessitam de pista de pouso para operar	MQ-1B
	multi-rotores		Aeronaves que usam asas rotativas para gerar sustentação; capacidade de decolagem e pouso na vertical, bem como de pairar no ar	DJI Mavic 3
	outros		Híbridos (possuem características de sistemas multi-rotores e de asa fixa), ornitópteros (imita as asas de pássaros e insetos) ou movidos a jato (com operação similar a multi-rotores)	FVR-90
nível de autonomia	operação		Estabilidade automática, porém com decisões totalmente humanas	A20W
	delegação		Automações ativadas por delegação humana	Hermes 900
	supervisão		Automações iniciadas por sensores ou humanos, dentro da tarefa designada, sob supervisão humana	Lily
	total		Realiza as tarefas designadas sem interação humana	Kargu-2
fonte de alimentação	combustível de aviação		UA grandes de asa fixa	RQ-4 Global Hawk
	células de bateria		Multi-rotores menores, de curto alcance e menor tempo de operação (uso recreativo)	LiPo
	célula de combustível		Dispositivo eletroquímico que converte, quimicamente, o combustível diretamente em energia elétrica	SOFC
	células solares		São raros na indústria. Podem ser utilizados em todos os tipos de UA. Capacidade de permanência prolongada	Solara 50
tamanho e peso	leve	mini	Até 2 quilogramas	Black Hornet

[12] As primeiras *flying bombs* (bombas voadoras) foram os V-1 alemães, lançados sobre Londres em 1945, no final da Segunda Guerra Mundial. Atualmente, são os mísseis de cruzeiro, como o norte-americano Tomahawk e o francês Exocet.

[13] Drone israelense kamikaze reportado no conflito Nagorno-Karabakh, entre Azerbaijão e Armênia, ocorrido em 2020. Disponível em: https://www.washingtonpost.com/news/checkpoint/wp/2016/04/05/israeli-made-kamikaze-drone-spotted-in-nagorno-karabakh-conflict/. Acesso em: 15 jul. 2022.

[14] O MQ-9 Reaper é empregado secundariamente para executar alvos dinâmicos. Dado seu significativo tempo de permanência, sensores de amplo alcance, conjunto de comunicações e armas de precisão, ele fornece uma capacidade única de realizar ataques, coordenação e reconhecimento contra alvos de alto valor, fugazes e sensíveis ao tempo. Disponível em: https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104470/mq-9-reaper/. Acesso em: 25 maio 2022.

[15] Hermes 900 reforça capacidade operacional da FAB no reconhecimento eletrônico. Disponível em: https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/18093/REAPARELHAMENTO---Hermes-900-reforça-capacidade-operacional-da-FAB-no-reconhecimento-eletrônico. Acesso em: 25 maio 2022.

[16] Como o nome sugere, esses UAS geralmente não são reutilizáveis e servem como alvo para treinamentos e testes de novos sistemas de armas (MIRZA *et al.*, 2016).

		pequeno	Entre 2 e 25 quilogramas	S900
		grande	Entre 25 e 150 quilogramas	Draganfly
	pesado		Acima de 150 quilogramas	MQ-8B
sensor	câmera		Espectro visível ou infravermelho (visão noturna e detecção de calor)	DJI Mini 3 Pro
	biológica		Rastreamento de micro-organismos	EAG
	químicos		Medição de composições químicas e traços de substâncias específicas, como radiativas	Cypher-6
	meteorológicos		Medição de vento, temperatura, umidade, radiação etc.	Black Swift S2

Fonte: Vergouw (2016, tradução nossa, com adaptações)

A performance aerodinâmica do UAS, determinada pelas características referidas no Quadro 4 e associada aos sensores embarcados, define suas possibilidades de aplicação, seja civil, seja militar. Lu *et al.* (2018) assinalam que, para navegarem, os UAS possuem uma espécie de consciência situacional, incluindo sua posição, velocidade de navegação, direção a ser seguida, ponto de partida e localização do alvo. Dependendo da aplicação e dos sensores de navegação disponíveis, os UAS podem ser aplicados de acordo com o Quadro 4.

Quadro 4 – Tipos de navegação e sensores nos UA

Sistema de Navegação	**Tipo de Sensor**	**Aplicações**
inercial	acelerômetros e giroscópios	ambientes com sinal GNSS[17] degradado
satelital	GPS, GLONASS, Galileo e BeiDou	ambientes conhecidos e abertos
visual	monocular, estéreo, RGB-D ou *fisheye*	ambientes dinâmicos

Fonte: Lu *et al*. (2018, tradução nossa, com adaptações)

Denota-se, a partir do Quadro 4, que a navegação dos UAS apresenta similaridade com as regras da aviação civil[18], pois as aeronaves também utilizam sistemas inerciais e satelitais para orientar o sobrevoo de áreas oceânicas – onde auxílios eletrônicos não podem ser instalados –, bem como o voo visual, quando o piloto possui boas condições meteorológicas e de visibilidade. O tamanho pequeno e as velocidades relativas dos UAS criam grandes dificuldades para quem se defende. Essas vulnerabilidades substanciais atraem muitos atores não estatais com capacidade de operar UAS armados (PATTERSON, 2017), sendo o assunto destacado na Doutrina de Operações Conjuntas do DoD de 2011:

> As aeronaves não tripuladas são um novo desafio para as defesas aéreas dos EUA, pois muitos sistemas têm seções transversais de radar menores e voam a velocidades muito mais lentas do que as aeronaves tripuladas, tornando-as muito mais difíceis de detectar. (UNITED STATES OF AMERICA, 2011, tradução nossa).

[17] O GNSS (Global Navigation Satellite Systems) é composto por vários sistemas de navegação por satélites artificiais. Dentre os sistemas; o GPS (Global Positioning System) e o GLONASS (GLObal'naya NAvigatsionnaya Sputnikkovaya Sistema) estão completamente operacionais e novos sistemas vêm sendo desenvolvidos, como o Galileo e o BeiDou (MENEZES, 2019).

[18] As regras do ar são divididas em dois tipos: voo por instrumentos e voo visual (INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION, 2005).

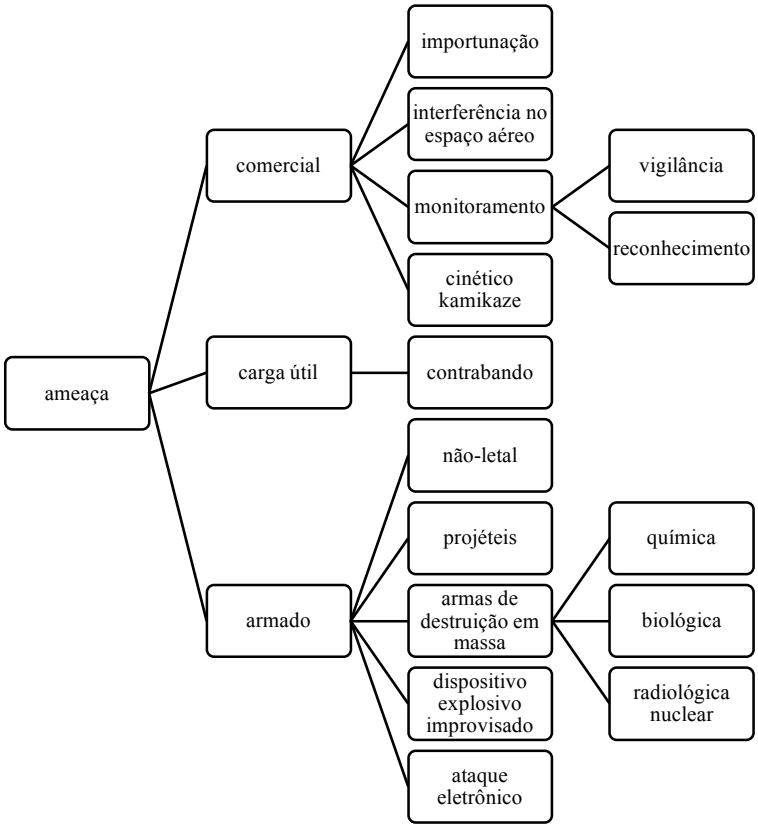
Essa vulnerabilidade foi constatada em janeiro de 2015, quando um UAS comercial – pilotado por operador amador na área da capital norte-americana – caiu no gramado da Casa Branca. Embora o evento tenha sido um acidente e aparentemente sem intenção maliciosa, demonstrou como os UAS podem penetrar em defesas robustas (WALLACE; LOFFI, 2015). Esse episódio revela a criticidade da ameaça e aponta para possíveis cenários de uso ilícito. Ao contrário das ameaças aéreas convencionais de aeronaves tripuladas e mísseis, que são predominantemente utilizados em tempos de guerra, os UAS devem ser considerados uma ameaça em tempos de paz, crise e guerra (CIEŚLAK, 2021). Cook (2007) cita que os UAS são baratos e facilmente proliferados e que, portanto, consistem em uma arma potencial de escolha para grupos terroristas em todo o mundo. Essa ideia não é recente: em 1995, o grupo terrorista japonês Aum Shinrikyo, que atacou o metrô de Tóquio com gás sarin, planejou usar helicópteros de controle remoto para pulverizar produtos químicos perigosos do ar. No entanto, as aeronaves não tiveram sucesso durante os testes e, por conseguinte, foram descartadas no ataque (BALLARD *et al.*, 2005).

Miasnikov (2005) versa sobre algumas vantagens no uso de UAS em ataques terroristas, tais como:

a) capacidade de atacar alvos inalcançáveis por terra;
b) possibilidade de realizar ataque de área, destinado a infligir uma alta taxa de mortalidade com o uso de armas químicas ou biológicas;
c) discrição na preparação de ataques e flexibilidade no local do lançamento;
d) precisão e longo alcance com tecnologia barata e facilmente acessível;
e) melhor relação custo-benefício em comparação a ataques com mísseis balísticos e aviões tripulados; e
f) forte efeito psicológico, ao aterrorizar a população e pressionar os políticos.

Wallace e Loffi (2015) argumentam que a ameaça é, portanto, real. Os terroristas são adeptos do uso de novas tecnologias em seus ataques e podem modificar os UAS para transportar explosivos, armas automáticas e não letais. Como se observa, a ameaça não é exagerada, sendo o potencial uso ilícito do UAS limitado pela criatividade do perpetrador, conforme aponta a Figura 2.

Figura 2 – Usos ilícitos de UAS



Fonte: Wallace e Loffi (2015, tradução nossa, com adaptações)

Dados de Statista (2020) sobre a indústria civil de UAS indicam que cerca de 5 milhões de unidades foram compradas em 2020 em todo o mundo, sendo esperado que se atinja 7,1 milhões em 2025 e 9,6 milhões até 2030. Com a ascensão dos UAS comerciais, espera-se ainda que eles incorporem mais e melhores recursos, o que potencializa as ameaças representadas pelo seu uso ilícito (HAIDER, 2020).

Nesse contexto, ativos do Poder Nacional também são potenciais alvos de ataque, sendo já registrados alguns incidentes ou ataques, detalhados no Quadro 5, *infra*.

Quadro 5 – Incidentes e ataques com UAS e seus reflexos no Poder Nacional

Data	**Expressão do Poder Nacional**	**País**	**Fato**	**Descrição**
15/09/2013	Político	Alemanha	Queda de UAS na frente da chanceler alemã[19]	Durante um comício em Dresden, um pequeno quadricóptero voou a poucos metros da chanceler alemã Angela Merkel e do ministro da Defesa Thomas de Maiziere, pairando brevemente na frente deles antes de colidir com o palco praticamente aos pés de Merkel. Felizmente, o quadricóptero era inofensivo.

[19] Drone invade evento de Merkel em meio a campanha na Alemanha. Disponível em: https://www.gazetadopovo.com.br/mundo/drone-invade-evento-de-merkel-em-meio-a-campanha-na-alemanha-c4chql2eygxduwtjenajrpvm6/. Acesso em: 1 jun. 2022.

12/08/2017	Militar	Grã-Bretanha	UAS pousando em porta-aviões britânico[20]	Um fotógrafo amador voou com seu DJI Phantom pelo porto de Invergordon para tirar algumas imagens de porta-aviões da Marinha Real. Quando o UAS sentiu um risco de vento forte, pousou no convés de voo. Depois de tirar fotos do convés, o fotógrafo conseguiu pilotar o UAS de volta com segurança.
12/11/2017	Econômico	Brasil	Interrupção dos voos no Aeroporto de São Paulo[21]	Drone sobrevoou sem autorização os arredores do aeroporto de Congonhas e causou a interrupção dos voos por 20 minutos, causando um prejuízo estimado em 1 milhão de reais.
04/08/2018	Político	Venezuela	Tentativa de assassinato de presidente venezuelano[22]	Dois drones DJI M600, cada um carregando um quilo de explosivo C-4, para realizar um ataque ao presidente venezuelano, Nicolás Maduro, enquanto discursava em um desfile militar em Caracas.
19/12/2018	Econômico	Grã-Bretanha	Interrupção dos voos no Aeroporto de Gatwick[23]	Centenas de voos foram cancelados no aeroporto de Gatwick, perto de Londres, na Inglaterra, após relatos de avistamentos de drones próximos à pista. Os relatórios causaram grandes interrupções, afetando aproximadamente 140.000 passageiros e 1.000 voos. Pelo menos dois UAS foram utilizados, e os infratores, tinham conhecimento detalhado do aeroporto.
14/12/2019	Econômico	Arábia Saudita	Ataque à refinaria de petróleo saudita[24]	As instalações petrolíferas sauditas foram severamente danificadas por um ataque combinado de UAS e mísseis de cruzeiro que levou à interrupção de cerca de 5,7 milhões de barris da produção de petróleo bruto do reino por dia, equivalente a mais de 5% da produção mundial. abastecimento diário. Os rebeldes houthis apoiados pelo Irã no Iêmen reivindicaram publicamente a responsabilidade pelo ataque.
10/02/2021	Psicossocial	Arábia Saudita	Ataque à aeronave comercial em aeroporto[25]	O caso ocorreu no aeroporto de Abha, na Arábia Saudita, distante 120 km da fronteira com o Iêmen. Foram utilizados quatro drones, com um deles atingindo com sucesso um dos aviões estacionados no aeroporto. Após o UAS atingir a fuselagem do avião a carga explosiva detonou, causando um grave dano no lado esquerdo do avião, próximo à cauda.
22/03/2022	Científico	Ucrânia	Ataque ao instituto científico[26]	Ao menos uma pessoa morreu em um ataque com drones contra um instituto científico da capital da Ucrânia, Kiev. O prédio atacado abriga o Instituto de Materiais Superduros.
22/06/2022	Econômico	Rússia	Ataque à refinaria de petróleo russa[27]	Um drone kamikaze ucraniano destruiu uma parte de uma refinaria de petróleo da Rússia, localizada na cidade de Novoshakhtinsk, cerca de oito quilômetros da

[20] Tiny drone lands on Queen Elizabeth aircraft carrier. Disponível em: https://www.bbc.com/news/uk-scotland-highlands-islands-40910087. Acesso em: 1 jun. 2022.
[21] Drone sobre Congonhas pode causar prejuízo de mais de R$ 1 milhão, estima associação de empresas aéreas. Disponível em: https://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/drone-sobre-congonhas-causou-prejuizo-de-mais-de-r-1-milhao-estima-associacao.ghtml. Acesso em: 26 jun. 2022.
[22] Presidente Nicolás Maduro foi alvo de atentado mas passa bem, dizem autoridades venezuelanas. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/internacional-45073440. Acesso em: 1 jun. 2022.
[23] Principais aeroportos britânicos investem contra drones. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2019/01/04/interna_internacional,1018794/principais-aeroportos-britanicos-investem-contra-drones.shtml. Acesso em: 10 jul. 2022.
[24] Quem atacou a Arábia Saudita e por que o país não pode se defender? Disponível em: https://www.gazetadopovo.com.br/mundo/entenda-ataques-arabia-saudita/. Acesso em: 1 jun. 2022.
[25] Grupo terrorista ataca avião comercial usando drone armado. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/grupo-terrorista-ataca-aviao-comercial-usando-drone-armado_6304.html. Acesso em: 4 jun. 2022.
[26] Ataque com drones contra instituto científico de Kiev deixa um morto. Disponível em: https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/afp/2022/03/22/ataque-com-drones-contra-instituto-cientifico-de-kiev-deixa-um-morto.htm. Acesso em: 4 jun. 2022.
[27] Drone kamikaze ucraniano ataca refinaria de petróleo da Rússia. Disponível em: https://aeromagazine.uol.com.br/artigo/drone-kamikaze-ucraniano-ataca-refinaria-de-petroleo-da-russia.html. Acesso em: 23 jun. 2022.

				fronteira com a Ucrânia. Apesar da explosão não houve registros de feridos.

Fonte: O autor

Os exemplos acima materializam essas novas ameaças ao Poder Aeroespacial e demonstram como os UAS podem ser empregados em contextos maiores, caso utilizados por grupos terroristas para atacar alvos de alto valor para o Poder Nacional.

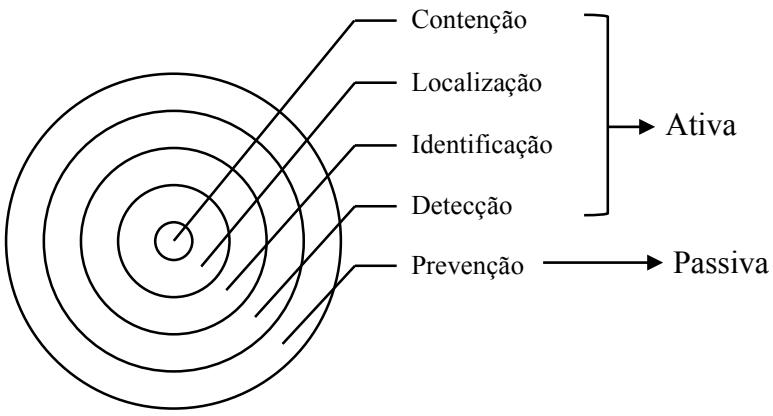
Diante desse cenário, a próxima subseção apresenta os principais sistemas contra essas aeronaves (C-UAS) encontrados no mercado e na literatura revisada.

4.2 Principais C-UAS

Não só as tecnologias dos UAS estão evoluindo rapidamente, como também aquelas para contrapô-los (COLE, 2019). A complexidade dos C-UAS depende de qual componente do UAS deve ser combatido – se o operador, o UA, as comunicações entre este e o piloto remoto ou as tecnologias de navegação utilizadas (SARMA; QUINN, 2018) –, bem como das suas características, tais como tamanho, velocidade e autonomia.

O nível de cooperação do UAS define o tipo de defesa a ser empregado. Em outras palavras, caso atenda às regras de acesso ao espaço aéreo[28], a proteção contra sobrevoo inadvertido é passiva (*safety*). Caso este deixe de colaborar com as regras do SISCEAB, *i.e.*, adote uma postura não cooperativa, a defesa contra ele passa a ser ativa (*security*), conforme se mostra na Figura 3.

Figura 3 – Tipos de defesas C-UAS



Fonte: O autor

[28] Sendo o UAS uma aeronave, o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro está sujeito às regulamentações do DECEA e não poderá gerar impactos negativos de segurança e de capacidade para o SISCEAB (BRASIL, 2020a).

Após revisar a literatura, pode-se afirmar que a tecnologia de defesa passiva contra UAS mais comum é a *geofencing* (LYU; ZHAN, 2022), que age no processo de prevenção à intrusão de UAS cooperativos – quando não há intencionalidade da falha –, ao demarcar "zonas de exclusão aérea" em volumes de espaço aéreo pré-definidos (SUN *et al.*, 2020), bloqueando o sistema operacional do UAS. Essa tecnologia joga papel importante na segurança operacional dos aeroportos, ao garantir, por exemplo, que os operadores de UAS desatentos não interfiram no espaço aéreo dos aviões.

Por outro lado, a *geofencing* previne, mas não impede que os operadores desativem manualmente este bloqueio para invadir áreas restritas (LYKOU *et al.*, 2020) e, portanto, utilizem o UAS de forma hostil. Além disso, a segurança do sistema depende da contínua atualização do banco de dados dos UAS, o que dificulta a integridade do sistema. Sendo assim, sistemas de defesa ativa são necessários para garantir a proteção contra intrusões inadvertidas ou ilícitas.

Miranda (2021), ao discorrer sobre os sistemas C-UAS no SISCEAB, indica que a defesa ativa inclui os processos de detecção, identificação, localização e contenção, descritos abaixo:

a) detecção: é a primeira ação das contramedidas ativas C-UAS, devendo ocorrer o mais rápido possível e na maior distância (HAIDER, 2020). Isso acontece quando algum tipo de sensor – radar, ótico ativo ou passivo, acústico, emissão eletromagnética, radiofrequência (RF) ou observação humana – captura a presença de drone dentro da área de cobertura;
b) identificação: após a detecção, o sistema C-UAS analisa as informações fenomenológicas recebidas, com o objetivo de separar alvos reais de ruídos. (BIRCH *et al*., 2015). Além disso, define as características do equipamento, tais como fabricante, modelo e frequência de operação. Consiste no "reconhecimento" dos sinais emitidos pelas fontes de sinais e captados, processando as informações, comparando com a biblioteca de dados existente e com a apresentação das informações pelo sistema de visualização;
c) localização: sensores fixos no solo ou outros UAS em voo estimam as trajetórias dos UAS por meio de modelos e técnicas preditivas (GUVENC *et al.*, 2018) para fortalecer a tomada de decisão do operador C-UAS. Consiste na recepção, por parte dos goniômetros de RF, do sinal emitido por um UAS em operação, havendo dados suficientes para a triangulação das fontes de origem do sinal, indicando a localização geográfica do UAS e da Estação

Remota de Pilotagem (RPS) no sistema de visualização com informação de latitude, longitude e altitude/altura com trajetória contendo direção, sentido e velocidade de deslocamento do piloto remoto e do UAS; e

d) contenção: é o último e mais crítico elo da cadeia, pois determina diretamente o sucesso ou fracasso da defesa. Consiste no bloqueio ou interferência eletrônica no enlace de pilotagem entre a UA e sua RPS, fazendo com que o sinal do bloqueador (*jammer*), de maior intensidade, sobrepuje o sinal do UAS, impedindo-lhe de receber os comandos e conduzindo-o de forma adversa à vontade do piloto remoto. A contenção também poder ocorrer com a emissão de sinal de bloqueio ou interferência na frequência dos sistemas globais de navegação satelital (GNSS) que possibilitam a geolocalização dos drones, fazendo com que percam suas informações instantâneas de localização geoespacial. Outras formas de contenção são a captura ou destruição física do drone.

Miranda (2021) assevera que a contenção pode resultar em: retorno do drone à RPS – conhecido como *Return To Home* –, pairá-lo até o término da bateria, pousá-lo na vertical do ponto de bloqueio ou em local predefinido, assumir o comando, forçar a sua queda, capturá-lo ou destruí-lo. Sobre este último caso, o autor ressalta que, apesar de a Lei n. 9.614/1998 ter incluído a hipótese de destruição de aeronave no arcabouço jurídico nacional, o Decreto n. 5.244/2004, que a regulamenta, restringe essa destruição a aeronaves hostis ou suspeitas de tráfico de substâncias entorpecentes e drogas afins e a aeronaves sobrevoando áreas densamente povoadas. Como se percebe, tais condições não permitem o enquadramento legal para a destruição de UAS hostis, sendo esta mais uma barreira a ser superada para a completude da sua integração no espaço aéreo brasileiro.

Sarma e Quinn (2018) assertam que a contenção está sujeita a regulamentações específicas da aviação e das telecomunicações, sendo necessária a avaliação criteriosa previamente ao seu emprego, pois

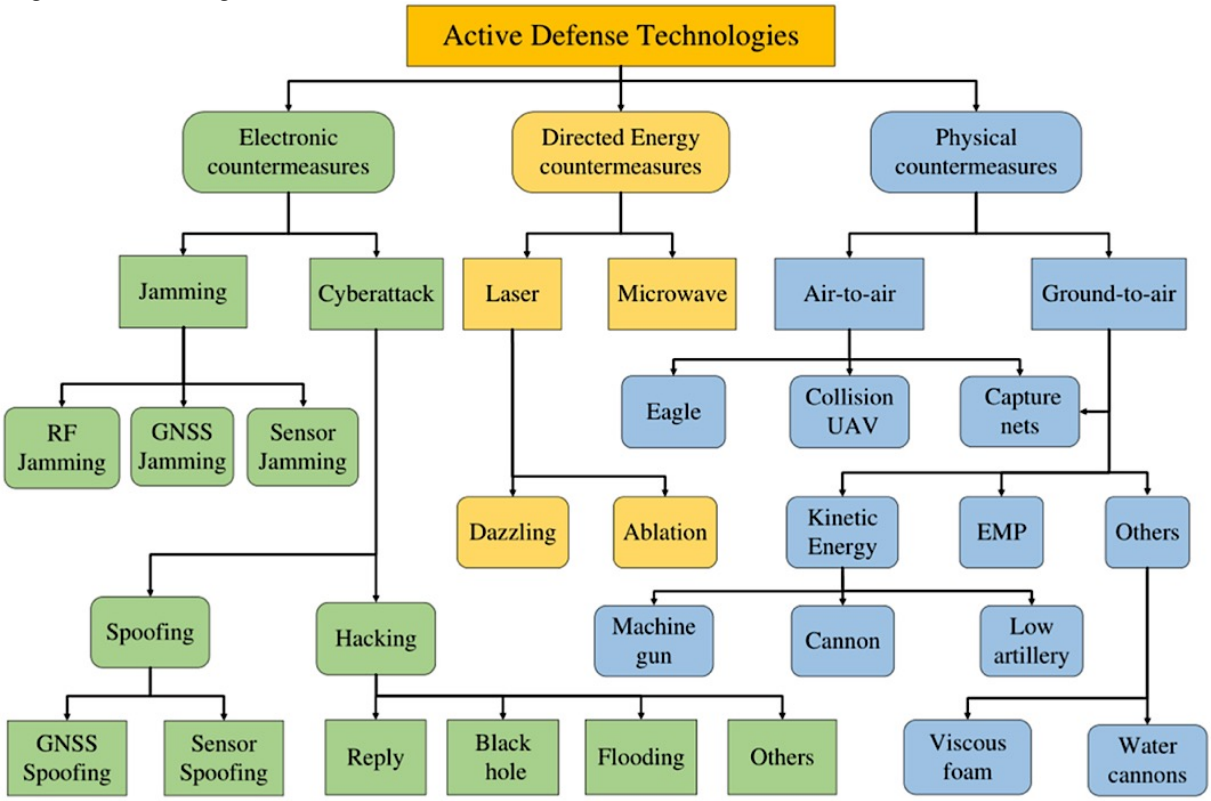
> existem planos para instalar soluções ‘antidrone’ [C-UAS] em vários aeroportos pelo mundo. No entanto, interferências, e ainda mais falsificações [de sinais eletromagnéticos], podem perturbar a aviônica das aeronaves e os sistemas CNS [comunicação, navegação e vigilância] e, assim, prejudicar a segurança operacional; a instalação de sistemas ‘antidrone’ perto de aeroportos requer cuidadosa consideração. (EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY, 2016, p. 20, tradução nossa).

Nesse sentido, complementando a observação da European Aviation Safety Agency, Park (2021) aponta que a maioria dos C-UAS adota componentes de nível militar para obter a

destruição de drones ilícitos. Quando aplicado em cenários de conflito, o efeito colateral do bloqueio pode ser ignorado ou gerenciado. Porém, para aplicações civis, a ação pode paralisar sistemas de rede sem fio existentes na região, como acesso de telefonia móvel ou redes de sensores sem fio.

Diferentes tecnologias de defesa são adequadas para diferentes ambientes táticos e requisitos de missão, sendo as contramedidas de defesa ativa classificadas em três espécies (LYU; ZHAN, 2022): eletrônica; energia direta; e física, conforme se esquematiza na Figura 4.

Figura 4 – Tecnologias de Defesa Ativa



Fonte: Lyu e Zhan (2022)

Contramedidas eletrônicas podem ser tanto eletromagnéticas (*jamming*) quanto cibernéticas. O *jamming*, busca desabilitar o UAS ao perturbar seus sensores (aviônicos do UA), os sinais de RF (canais de dados e comandos, radar, telefonia móvel comercial) e seus sistemas GNSS, causando falha da comunicação (SALAMEH, 2020) e, portanto, neutralização do UA, conforme exemplificado na Figura 5. Esta tecnologia é uma solução consolidada e uma das mais utilizadas nos C-UAS, sendo sua eficácia comprovada em operações militares (BIRCH *et al.*, 2015)

Lyu e Zhan (2022) indicam, ainda, que ataques cibernéticos são o tipo mais sofisticado de tecnologia de defesa ativa existente, pois permitem que o defensor altere a navegação (*spoofing*) ou assuma o controle (*hacking*) do UAS. Os autores citam também que terroristas,

geralmente, utilizam UAS comerciais com fraca criptografia e são, portanto, mais suscetíveis a este tipo de contra-ataque.

Nos últimos anos, as contramedidas de energia direta – Armas Laser de Alta Energia (HELW) e Armas de Micro-ondas de Alta Potência (HPMW) – tornaram-se as mais promissoras no futuro das tecnologias C-UAS, possuindo vantagens incomparáveis em relação às armas tradicionais (ZOHURI, 2016). Lyu e Zhan (2022) apontam que as características do laser dão vantagens absolutas à HELW sobre qualquer outra arma em termos de velocidade e precisão, tornando-se assim a melhor maneira de lidar com futuras ameaças aéreas, como armas hipersônicas e orbitais. Por outro lado, a extrema precisão prejudica sua eficiência contra um ataque de *swarm*, sendo a HPMW a melhor maneira de combatê-lo.

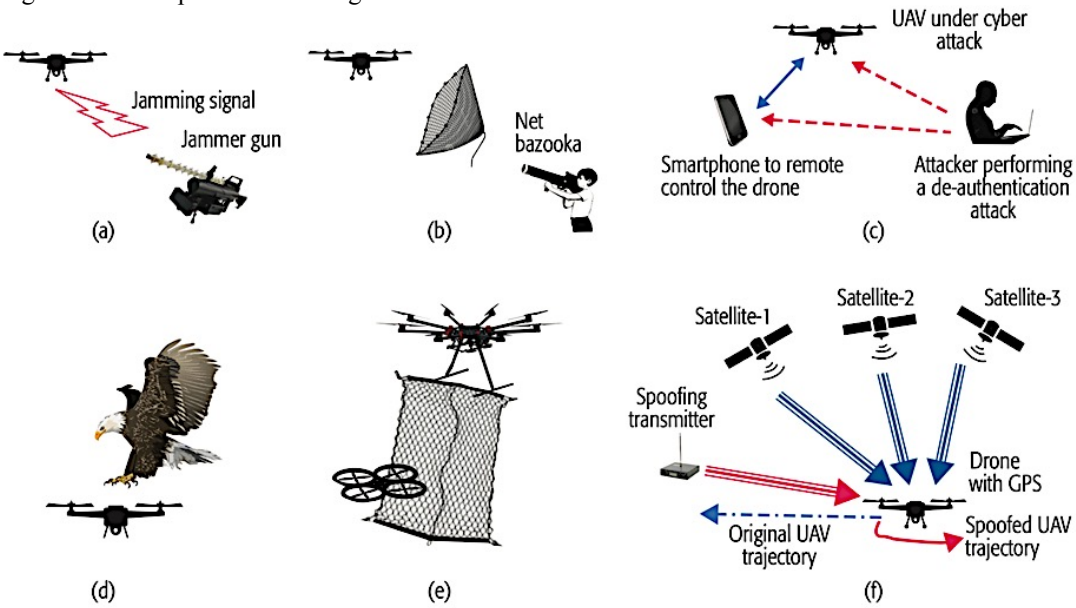
O HPMW é uma arma de onda eletromagnética de banda estreita de alta potência com milhares de volts em uma única frequência, introduzindo ruído ou sinais em sistemas elétricos e eletrônicos, interrompendo, confundindo ou danificando-os (RADASKY *et al*., 2004). No entanto, devido às características da tecnologia e à limitação da fonte de alimentação, o alcance efetivo dos HPMW existentes não passa de algumas centenas de metros (AIR FORCE RESEARCH LABORATORY, 2021).

As contramedidas físicas são os métodos C-UAS mais tradicionais, incluindo solo-ar e ar-ar, tais como energia cinética – projéteis, armas de fogo, foguetes –, redes de captura, pulso eletromagnético (EMP), UAS de colisão, canhão de água de alta pressão, espuma viscosa e até aves de rapina.

Sobre as tecnologias solo-ar, Lyu e Zhan (2022) ressaltam que as redes de captura apresentam o menor efeito colateral. Por outro lado, o uso do EMP pode desativar temporariamente ou destruir permanentemente os dispositivos eletrônicos (GIRI, 2004) dentro do raio de ação, sejam amigos, inimigos ou neutros. Portanto, devido aos riscos potenciais para partes não envolvidas, essas contramedidas possuem restrições para o uso privado ou comercial (HAIDER, 2020).

Complementando as contramedidas físicas, estão as tecnologias ar-ar. Dentre elas, destaca-se a rede de captura, que, devido a seu baixo efeito colateral, é apropriada para o uso no ambiente urbano (LYU; ZHAN, 2022).

Figura 5 – Exemplos de Tecnologias de Defesa Ativa



Fonte: Guvenc *et al.* (2018)

Lyu e Zhan (2022) apontam que as contramedidas eletrônicas são atualmente as principais tecnologias de defesa ativas (69%), sendo o *jamming* a mais utilizada (60%). Os autores indicam ainda que, apesar de as contramedidas de energia direta representarem uma proporção baixa (12%), devido ao alto custo, elas são as mais promissoras de todas as tecnologias de defesa.

4.3 Capacidade percebida do SISCEAB de contrapor-se aos UAS, sob a ótica do DOPEMAII

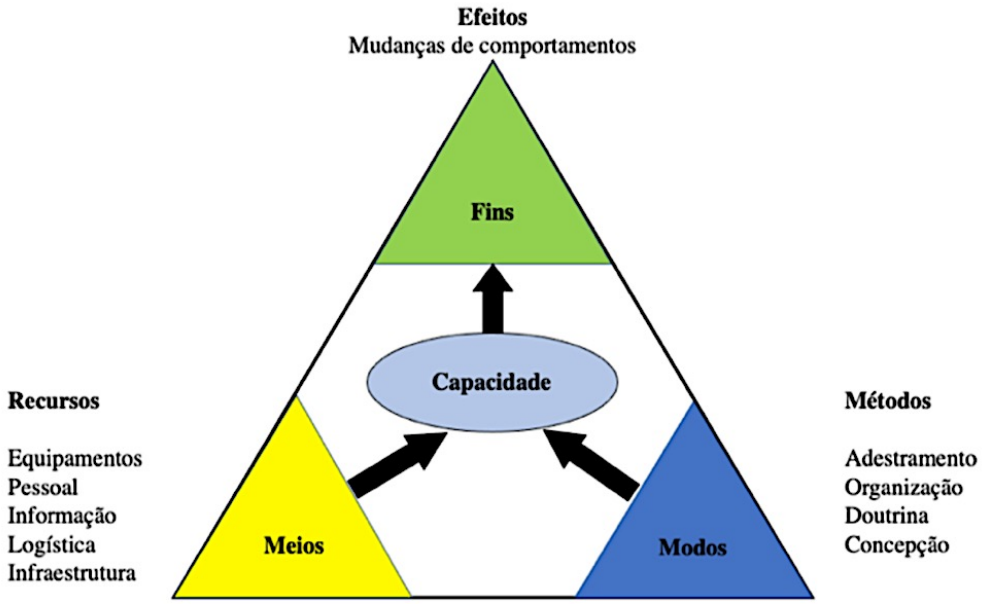
Este trabalho percorreu as ameaças provenientes do uso ilícito de UAS e as alternativas tecnológicas para o seu combate. Esta subseção, por sua vez, tem o objetivo de avaliar a percepção da proteção C-UAS da estrutura do SISCEAB, sob a ótica do DOPEMAII. Para tanto, exploram-se as origens da metodologia e do seu ramo maior dentro do COMAER, o PBC.

O PBC difere da tradicional abordagem baseada em ameaças, pois orienta os recursos financeiros e tecnológicos ao atendimento de uma ampla gama de desafios de defesa, em vez de focar um adversário específico. Seu início nas Forças Armadas brasileiras ocorreu em 2012, quando a Política Nacional de Defesa definiu que a estruturação das Forças Armadas seria em torno de capacidades (GOMES; BELDERRAIN; DE MARCHI, 2021). Já o COMAER, ao implantar o PBC em sua estrutura, o definiu como:

> [...]uma metodologia que, ao considerar as restrições orçamentárias, interpreta e aplica as orientações políticas frente aos cenários de emprego do Poder Militar, para que se obtenha uma estrutura de Defesa melhor capacitada às necessidades do país. (BRASIL, 2021a, p. 7).

Consoante Gomes, Belderrain e De Marchi (2021), a integração de recursos e métodos faz-se necessária para a organização e o emprego da capacidade e, assim, gerar o efeito final desejado, conforme mostra a Figura 6.

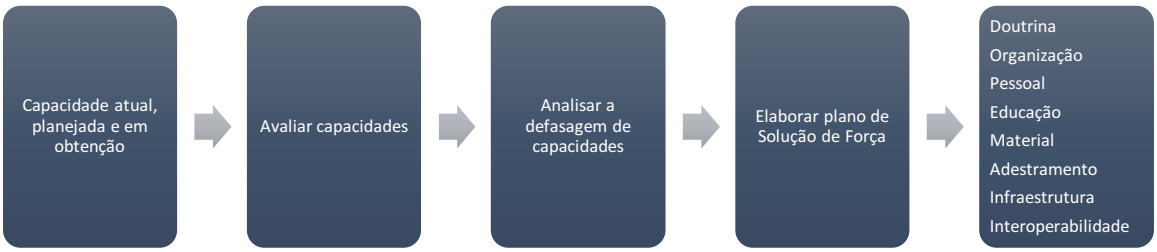
Figura 6 – Natureza da Capacidade



Fonte: Taliaferro *et al*. (2019, com adaptações)

A aplicação do PBC no COMAER é de responsabilidade do Estado-Maior da Aeronáutica (EMAER), sendo auxiliado por representantes dos Órgãos de Direção Setorial e de Assistência Direta e Imediata ao Comandante da Aeronáutica (ODSA). O diagnóstico de capacidades compara a situação atual e planejada do COMAER em relação às metas de desempenho, previamente definidas pelo Ministério da Defesa. A partir das defasagens identificadas na fase de avaliação, ou seja, capacidades inexistentes ou deficientes, são elaboradas as Soluções de Força pelo COMAER, que devem seguir a análise DOPEMAII (BRASIL, 2021a), conforme descritas na Figura 7.

Figura 7 – Processos do PBC no COMAER



Fonte: O autor

O DOPEMAII consiste na decomposição de determinada capacidade em cada aspecto de seu acrônimo. Em outras palavras, a solução para obter a capacidade advém da aquisição ou

desenvolvimento de requisitos específicos (Figura 8), adequados ao atendimento das necessidades militares de defesa do Estado, em um horizonte temporal definido, observados os cenários prospectivos e os limites orçamentários e tecnológicos.

Figura 8 – Componentes da capacidade

Doutrina	Organização	Pessoal	Educação
•princípio •normas •procedimentos •experiência •expertise •formas de emprego	•estrutura funcional e espacial dos EF •especificação de funçoes •distribuição geográfica	•efetivo •recursos humanos qualificado •recrutamento •designação para a tarefa	•formação •competências individuais •conhecimentos, habilidades, atitudes
Material	**Adestramento**	**Infraestrutura**	**Interoperabilidade**
•sistemas •equipamentos e meios •disponibilidade •confiabilidade	•preparo do pessoal para o emprego •aprimoramentooperacional •simulações •treinamentos	•suporte •instalações físicas •equipamentos e serviços de apoio	•Operações conjuntas, combinadas ou interagências

Fonte: O autor

A capacidade é operacionalizada por meio do Elemento de Força[29] (EF), que pode ser plataforma aérea, terrestre ou marítima, bem como provedor de serviço ou organização que desempenhe funções táticas, operacionais ou estratégicas (TALIAFERRO *et al.,* 2019).

Considerando que são os EF combinados que proporcionam a capacidade, faz-se necessário compreender com quais capacidades cada um pode contribuir (TAYLOR, 2013). Sendo assim, aplicou-se um questionário para levantar a percepção dos EF do SISCEAB sobre a proteção C-UAS, relativa a cada fator determinante do DOPEMAII.

4.4 Resultados

As respostas ao questionário foram organizadas por meio da correspondência qualitativa-quantitativa, com o fito de apresentar uma perspectiva da proteção C-UAS do SISCEAB sob a ótica do PBC e do DOPEMAII. A pesquisa obteve um índice de retorno de 48,1% do total de profissionais possível, recebendo 78 respostas. Consoante Gil (2008), a fórmula para o cálculo de amostras para populações finitas em pesquisa social, quando a população pesquisada não supera 100.000 elementos, passa a ser a seguinte:

[29] EF é um conjunto de pessoas, material e equipamento, organizado doutrinariamente e distinto, e instalações em um nível específico de preparação necessário para realizar tarefas e produzir efeitos dentro de um determinado período de tempo (TALIAFERRO *et al*., 2019).

$$n = \frac{\sigma^2 . p . q . N}{e^2 (N-1) + \sigma^2 . p . q}$$

Onde: n = Tamanho da amostra

σ^2 = Nível de confiança escolhido, expresso em número de desvios-padrão

p = Percentagem com a qual o fenômeno se verifica

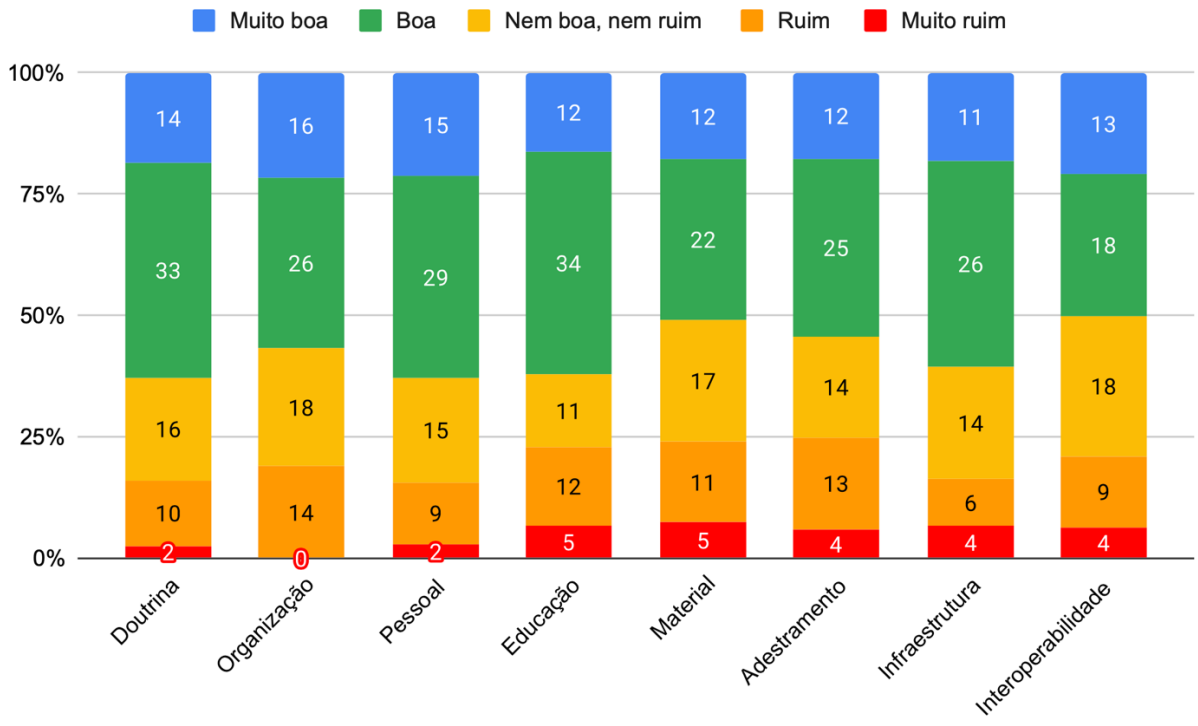
q = Percentagem complementar

N = Tamanho da população

e^2 = Erro máximo permitido

Adotando o tamanho da amostra como 78, o nível de confiança de 95% (dois desvios padrão) e a população de 162, foi encontrado o erro máximo de 3,6%. O retrato da atual capacidade percebida do SISCEAB de contrapor-se ao uso ilícito de UAS, isolados ou *swarm*, sob a ótica de cada fator determinante, é apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Resumo das respostas

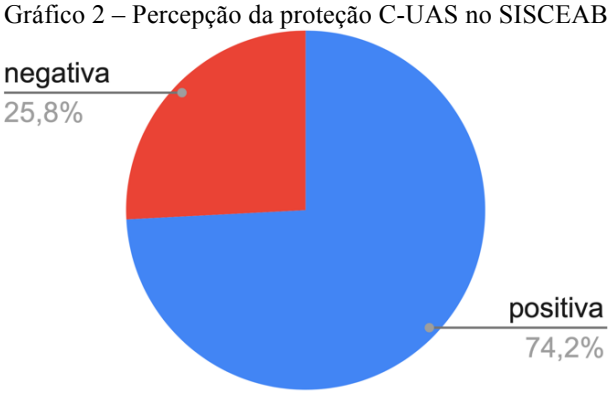


Fonte: O autor

Por um lado, a capacidade percebida do SISCEAB para fazer frente ao uso ilícito de UAS destacou-se nos fatores Doutrina, Pessoal, Educação e Infraestrutura. Por outro lado, os números levantados indicam que os fatores Material e Interoperabilidade podem ser ainda mais desenvolvidos pelo DECEA para obter a capacidade C-UAS e, dessa forma, colaborar com a proteção da aviação civil contra ameaças não estatais.

Dos números recebidos, os valores relativos a “Muito ruim” e “Ruim” foram somados e classificados como percepções negativas, assim como os “Muito boa” e “Boa”, como positivas, sendo as respostas compiladas e apresentadas no Gráfico 3.

Gráfico 2 – Percepção da proteção C-UAS no SISCEAB



Fonte: O autor

Dos gráficos acima, depreende-se que a capacidade percebida do SISCEAB para proteger contra a utilização ilícita de UAS é 74,2% positiva – podendo variar entre 70,6% e 77,8%, ao utilizar a margem de erro encontrada de 3,6% –, indicando que os operadores da segurança da navegação aérea, em média, consideram as medidas adotadas pelo DECEA suficientes e proficientes. Tal fato corrobora com a importância disponibilizada para a proteção da aviação civil e da infraestrutura aeroespacial, garantindo assim que a potencial reserva de recursos humanos e materiais em caso de necessidade de mobilização, o suporte às atividades da aviação em função da dimensão continental do país, bem como da importância econômica da nação (BRASIL, 2020b), estejam salvaguardados, conforme teorizado por Douhet (2019).

Ressalta-se ainda que as necessidades levantadas já foram identificadas e vêm sendo desenvolvidas pelo DECEA por meio do Plano de Implementação do Gerenciamento de Tráfego Aéreo (ATM)[30] Nacional. Este plano contempla a estruturação da Concepção Operacional referente ao emprego de C-UAS, sendo esta uma das entregas do Empreendimento de Performance PFF019 – Integração do UAS no SISCEAB (BRASIL, 2021b).

Além disso, a construção de novas capacidades para a FAB ao longo das próximas décadas é um desafio para a "Força Aérea 100", na sua busca de perceber, avaliar, adaptar-se e preparar-se para o futuro, por intermédio de um processo sistemático e contínuo na construção de capacidade militar para compor o esforço principal da Defesa Nacional (BRASIL, 2018b).

[30] Sistema que proporciona o Gerenciamento de Tráfego Aéreo mediante a integração colaborativa de pessoas, informação, tecnologia, instalações e serviços, apoiados por comunicações, navegação e vigilância baseadas em terra, a bordo e/ou no espaço (satélites) (BRASIL, 2021b).

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou analisar a atual capacidade percebida do SISCEAB para fazer frente ao uso ilícito de UAS. Para tal, contextualizou o tema nos cenários nacional e internacional e apontou a importância dos sistemas C-UAS para o desenvolvimento seguro da aviação brasileira. Foram apresentadas a dinâmica metodológica, as ferramentas de análise estatística e as limitações da pesquisa, bem como os principais autores que balizaram os estudos, tais como Douhet (2019), Carter (2020) e Lessa (2016).

Na sequência, foram discorridas as principais ameaças relativas aos UAS para a aviação civil, trazendo estatísticas atuais de números de equipamentos e solicitações de acesso ao espaço aéreo. Outrossim, foram descritas as hipóteses de emprego e as especificações dos UAS, referentes a detalhes técnicos como quantidade de motores, nível de autonomia, alimentação, tamanhos e pesos, sensores, sistemas internos de navegação, explicando o funcionamento interno dos sistemas dos sistemas UAS. Foram expostos conceitos do ilícito destes sistemas, possíveis vantagens no uso por ameaças não estatais, sendo listados os incidentes e ataques à sistemas críticos do Poder Nacional, demonstrando assim o potencial desta ameaça.

Dando continuidade, foram pormenorizados os principais sistemas C-UAS existentes no mercado global, civis e militares, e realizado um detalhamento sobre cada tecnologia e as respectivas metodologias de ação, com a finalidade de apresentar opções para a contraposição às ameaças listadas anteriormente.

Por fim, foi realizada a análise da capacidade do SISCEAB de contrapor-se aos UAS, sob a ótica do DOPEMAII, como parte de um levantamento do PBC para a aviação civil. Este foi realizado a partir de formulários que foram respondidos por responsáveis pela segurança da aviação civil e UAS do DECEA. As repostas indicaram que a atual capacidade percebida do SISCEAB de proteção contra a utilização ilícita de UAS é positiva, demonstrando assim a importância da aviação civil para o Poder Aeroespacial brasileiro.

O trabalho concluiu que o Brasil vem protegendo seu espaço aéreo contra a nova ameaça multidomínio de atores não estatais, já versados na teoria de Carter (2020), garantindo assim que a aviação civil e a infraestrutura aeroespacial estejam protegidas e prontas para serem utilizados em caso de necessidade nacional, como preconizava Douhet (2019).

Considerando o crescimento da quantidade de equipamentos, do espectro de emprego e do potencial de carga, da velocidade, da autonomia e do alcance dos UAS, a ameaça se intensifica na mesma proporção, indicando ao DECEA que os investimentos na área são importantes e cruciais para manter a percepção da proteção em altos índices de segurança.

A pesquisa constatou que o SISCEAB atua em consonância com o preconizado por Lessa (2016), ao trabalhar cada fator do acrônimo DOPEMAII na proteção C-UAS, confirmando assim a mudança de pensamento da FAB como um todo, na busca de somar recursos humanos e materiais a uma nova abordagem, orientada a efeitos, e não mais a ameaças específicas, na complexa identificação dos limites de aplicação do Poder Aeroespacial. Desse modo, o SISCEAB acompanha a rápida evolução das tecnologias, dos teatros de operação e da multiplicidade de perigos à segurança internacional, colaborando com a garantia da soberania nacional. Vale frisar que, embora pudessem complementar os achados da pesquisa, as limitações impostas à pesquisa não interferiram no resultado, pois não foram essenciais para o atingimento de seu objetivo geral.

Como sugestão de pesquisas futuras, foram identificadas possíveis extensões: desenvolvimento de dispositivo legal que permita a destruição de drones por agentes do Estado; estudo sobre impactos na utilização de C-UAS em aeroportos brasileiros; e ensaio acadêmico sobre o uso de C-UAS em áreas restritas (VIP, grandes eventos, lançamentos espaciais etc.).

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. Quantidade de Cadastros - Drones. 2 maio. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/drones/quantidade-de-cadastros. Acesso em: 12 jun. 2022.

ALMEIDA, A. L. **A evolução do poder aeroespacial brasileiro**. 2006. 121 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Política) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, USP, São Paulo, 2006. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8136/tde-19062007-153215/publico/TESE_ANDRE_LUIZ_ALMEIDA.pdf. Acesso em: 6 jun. 2021.

AIR FORCE RESEARCH LABORATORY. Directed Energy Futures 2060: Visions for the next 40 years of U.S. Department of Defense Directed Energy Technologies, 2021. Disponível em: https://www.afrl.af.mil/Portals/90/Documents/RD/Directed_Energy_Futures_2060_Final29June21_with_clearance_number.pdf?ver=EZ4QY5MG5UK2LDdwiuPc6Q%3D%3D. Acesso em: 13 jul. 2022.

AIR TRANSPORT ACTIONS GROUP. **Aviation**: Benefits Beyond Borders. Genebra: ATAG, 2018. Disponível em:https://aviationbenefits.org/media/166711/abbb18_full-report_web.pdf. Acesso em: 24 fev. 2022.

BALL, R. J. **The proliferation of unmanned aerial vehicles: Terrorist use, capability, and strategic implications**. Lawrence Livermore National Lab, Livermore, CA, United States, 2017.

BALLARD, T. *et al*. **Chronology of Aum Shinrikyo's CBW Activities**. Middlebury Institute of International Studies. Monterey, California, 2005. Disponível em: https://nonproliferation.org/wp-content/uploads/2016/06/aum_chrn.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

BIRCH, G. C. *et al.* **UAS detection classification and neutralization: Market survey 2015**. Sandia National Lab.(SNL-NM), Albuquerque, NM, United States, 2015. Disponível em: https://www.osti.gov/servlets/purl/1222445. Acesso em: 13 jun. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Aviação Civil. **Anuário do Transporte Aéreo**. Brasília, DF: ANAC, 2019a. Disponível em: https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/dados-e-estatisticas/mercado-de-transporte-aereo/anuario-do-transporte-aereo/anuario-do-transporte-aereo. Acesso em: 24 fev. 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria n. 12/DGCEA, de 22 de maio de 2020. Instrução sobre Aeronaves não tripuladas e o Acesso ao Espaço Aéreo. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 95, 2 jun. 2020a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria n. 55/DGCEA, de 17 de maio de 2013. Diretriz para Implementação dos Comitês Regionais Responsáveis pelos Assuntos Relacionados aos RPAS. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 108, 10 jun. 2013.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. Portaria n. 268/APLAN, de 16 de dezembro de 2021. Plano de Implementação ATM Nacional. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Rio de Janeiro, n. 239, 30 dez. 2021b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria n. 1.224/GC3, de 10 de novembro de 2020. Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira – Volume 1. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, n. 205, 12 nov. 2020b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria n. 1.225/GC3, de 10 de novembro de 2020. Doutrina Básica da Força Aérea Brasileira – Volume 2. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, n. 205, 12 nov. 2020c.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria n. 33/GC3, de 29 de janeiro de 2021. Diretriz de Implantação do Planejamento Baseado em Capacidades no COMAER, **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, n. 024, 4 fev. 2021a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Gabinete do Comandante. Portaria n. 1.597/GC3, de 10 de outubro de 2018. Concepção Estratégica - Força Aérea 100. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, n. 180, 15 out. 2018b.

BRASIL. Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República. Portaria n. 2, de 08 de fevereiro de 2008. Institui Grupos Técnicos de Segurança de Infra-estruturas Críticas (GTSIC) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2008. Disponível em: https://www.diariodasleis.com.br/legislacao/federal/198823-infra-estruturas-cruticas-gtsic-institui-grupos-tucnicos-de-seguranua-de-infra-estruturas-cruticas-gtsic-e-du-outras-providuncias.html. Acesso em: 20 maio 2022.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Estado-Maior da Aeronáutica. Portaria n. 35/6SC, de 05 de junho de 2020. Diretriz que dispõe sobre a Sistemática de Planejamento e Gestão Institucional da Aeronáutica - Volume 1 - Planejamento. **Boletim do Comando da Aeronáutica**, Brasília, DF, n. 102, 15 jun. 2020d.

BRASIL. Ministério da Defesa. Instrução Normativa n. 1/EMCFA-MD, de 10 de janeiro de 2020. Aprova o Manual de Boas Práticas para a Gestão do Ciclo de Vida de Sistemas de Defesa - MD40-M-01 (1a Edição/2019). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2020e.

BRASIL. **Decreto n. 6.834, de 30 de abril de 2009**. Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão do Grupo-Direção e Assessoramento Superiores e das Funções Gratificadas do Comando da Aeronáutica, do Ministério da Defesa, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/D6834.htm. Acesso em: 24 maio 2022.

BRASIL. **Decreto n. 9.573, de 22 de novembro de 2018**. Política Nacional de Segurança de Infraestruturas Críticas. Brasília: Presidência da República, 2018a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9573.htm. Acesso em: 24 fev. 2022.

BRASIL. Lei Complementar n. 97, de 9 de junho de 1999. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Brasília, DF: Congresso

Nacional, 1999. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp97.htm. Acesso em: 14 jul. 2022.

BRASIL. Lei n. 7.243, de 6 de novembro de 1984. Proclama o Marechal-do-Ar Alberto Santos Dumont Patrono da Aeronáutica Brasileira, o Marechal-do-Ar Eduardo Gomes Patrono da Força Área Brasileira, e cria a "Medalha Eduardo Gomes". Brasília, DF: Congresso Nacional, 1984. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/L7243.htm. Acesso em: 27 fev. 2022.

BRASIL. **Resolução nº 9, de 21 de agosto de 2019**. Institui os Grupos Técnicos relacionados à área de Transportes, no âmbito da Câmara de Relações Exteriores e Defesa Nacional do Conselho de Governo. Brasília, DF: Presidência da República, 2019b. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-9-de-21-de-agosto-de-2019-212178923. Acesso em: 27 fev. 2022.

BRASIL. Senado Federal. Decreto legislativo 179, de 14 de dezembro de 2018. Aprova a Política Nacional de Defesa, a Estratégia Nacional de Defesa e o Livro Branco de Defesa Nacional, encaminhados ao Congresso Nacional pela Mensagem 2, de 2017 (Mensagem nº 616, de 18 de novembro de 2016, na origem). Brasília: Diário Oficial da União, 17 dez. 2018.

CARTER, C. Understanding C-UAS Purpose and Process. *In*: NICHOLS, R. K. *et al*. **Counter Unmanned Aircraft Systems Technologies and Operations**. Manhattan, Kansas: Kansas State University, 2020.

CENTRO REGIONAL DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO SUDESTE. Indicadores Globais, 2022. Disponível em: https://www.crcease.decea.mil.br/index.php/drones. Acesso em: 4 jun. 2022.

CIEŚLAK, E. Unnamed Aircraft Systems: Challenges to Air Defense. **Safety & Defense**, 7 (1), 72, v. 83, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Eugeniusz-Cieslak/publication/353212266_Unmanned_Aircraft_Systems_Challenges_to_Air_Defense/links/60ed6b0716f9f313007c820a/Unmanned-Aircraft-Systems-Challenges-to-Air-Defense.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

COLE, S. Counter-drone technologies are evolving to "counter" countermeasures. **Military Embedded Systems**. 2019 Disponível em: https://militaryembedded.com/unmanned/counter-uas/counter-drone-technologies-are-evolving-to-counter-countermeasures. Acesso em: 4 jun. 2022.

COOK, K. The silent force multiplier: **The history and role of UAVs in warfare. In: 2007 IEEE Aerospace Conference.** IEEE, 2007. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4161584. Acesso em: 30 maio 2022.

DA SILVA, C. D. O Planejamento Baseado em Capacidades e o advento do Exército do Futuro: convergências. **Centro de Estudos Estratégicos do Exército: Análise Estratégica**, v. 17, n. 3, p. 35-44, 2020.

DOUHET, G. **The command of the air**. Maxwell AFB: Air University Press, 2019.

DUDENHOEFFER, D. Day of the drone: Protecting Critical Infrastructure from Terrorist Use of Unmanned Aerial Systems. *In*: **Toward Effective Cyber Defense in Accordance with the Rules of Law**. IOS Press, 2020. p. 17-31.

EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. Study and Recommendations regarding: Unmanned Aircraft System Geo-Limitations. Colônia, Alemanha: EASA, 2016. Disponível em: https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/GTF%20-%20Report_Issue2.pdf. Acesso em: 4 jun. 2022.

FADOK, D. S. **John Boyd and John Warden**: Air Power's Quest for Strategic Paralysis. Air Univ Maxwell Afb Al School Of Advanced Airpower Studies, 1995.

FOX, B.; STENGLER, J. What's happening with Afghanistan evacuations? **The Associated Press**, Washington, 25 ago. 2021. Disponível em: https://apnews.com/article/middle-east-afghanistan-evacuations-d324fa6e55ec7050287395fafc3c2312. Acesso em: 10 jun. 2022.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GIRI, D. V. **High-power electromagnetic radiators: nonlethal weapons and other applications**. Harvard University Press, 2004.

GOMES, R. S.; BELDERRAIN, M. C. N; DE MARCHI, M. M. Proposta de Modelo para Avaliação de Capacidades no Contexto do PBC. Simpósio de Aplicações Operacionais em Áreas de Defesa, 2021. Disponível em: https://www.sige.ita.br/edicoes-anteriores/2021/st/218627_1.pdf. Acesso em: 22 jun. 2022.

GUVENC, I. *et al*. Detection, tracking, and interdiction for amateur drones. **IEEE Communications Magazine**, v. 56, n. 4, p. 75-81, 2018

HAIDER, A. A Comprehensive Approach to Countering Unmanned Aircraft Systems. **Joint Air Power Competence Centre (JAPCC)**, 2020. Disponível em: https://www.japcc.org/wp-content/uploads/A-Comprehensive-Approach-to-Countering-Unmanned-Aircraft-Systems.pdf. Acesso em 30 maio 2022.

INTERNACIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Aviation Benefits Report**. Montreal: ICAO, 2019. Disponível em: https://www.icao.int/sustainability/Documents/AVIATION-BENEFITS-2019-web.pdf. Acesso em: 24. fev. 2022.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Aviation Security**. Montreal: ICAO, 2020. Disponível em: https://www.bazl.admin.ch/dam/bazl/de/dokumente/Fachleute/Regulationen_und_Grundlagen/icao-annex/icao_annex_17_security.pdf.download.pdf/icao_annex_17_security.pdf&usg=AOvVaw1jcNgh--hz5SY-Iqtg4MMG. Acesso em: 24. jun. 2022.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. **Rules of the Air**. Montreal: ICAO, 2005. Disponível em: https://www.icao.int/Meetings/anconf12/Document%20Archive/an02_cons%5B1%5D.pdf. Acesso em: 8 jun. 2022.

JASPER, F. N. H. Aeronáutica, Força Aérea ou Comando da Aeronáutica?. Revista UNIFA, Rio de Janeiro, v. 26, n. 32, p. 59-67, jul. 2013.

KING, G.; KEOHANE, R. O.; VERBA, S. **Designing social inquiry: Scientific inference in qualitative research**. Princeton University Press, 1994.

LESSA, N. O. **Avaliação de arquiterura de sistemas de defesa baseada no conceito de capacidade**. 2016. Tese (Doutorado) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2016.

LU, Y. *et al.* A survey on vision-based UAV navigation. **Geo-spatial information science**, v. 21, n. 1, p. 21-32, 2018.

LYKOU, G. *et al*. Defending airports from UAS: A survey on cyber-attacks and counter-drone sensing technologies. **Sensors**, v. 20, n. 12, p. 3537, 2020.

LYU, C.; ZHAN, R. Global Analysis of Active Defense Technologies for Unmanned Aerial Vehicle. **IEEE Aerospace and Electronic Systems Magazine**, v. 37, n. 1, p. 6-31, 2022.

MÁTYÁS, P.; MÁTÉ, N. Brief history of UAV development. Repüléstudományi Közlemények, v. 31, n. 1, p. 155–166-155–166, 2019.

MENEZES, R. R. V. Análise do GNSS PPP multi-constelações com uso dos sistemas GPS, GLONASS e GALILEO. 2019.

MONREAL, E. A. **Gerenciamento de riscos no controle do espaço aéreo brasileiro e a fase de identificação dos atos de interferência ilícita**. Dissertação (Mestrado em Ciências Aeronáuticas). Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, 2021.

MONREAL, E. A.; VILAR-LOPES, Gills. Cultura justa no incremento do Poder Aeroespacial brasileiro. Encontro Nacional ENABED, 10. 2021. Rio de Janeiro, RJ. **Anais eletrônicos do XI ENABED**: Estudos de defesa em tempos de transformação: poder militar, multipolaridade e democracia / Encontro Nacional (ENABED). Ed. – Niterói, RJ: Associação Brasileira de Estudos de Defesa, 2021.

MIASNIKOV, E. Threat of terrorism using unmanned aerial vehicles: technical aspects. **Center for Arms Control, Energy, and Environmental Studies, Moscow Institute of Physics and Technology**. Moscou, Rússia, 2005. Disponível em: https://www.armscontrol.ru/UAV/UAV-report.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

MILBURN, A. The New Face of War: Devastating Drone Attacks in Ukraine Have Implications for the US Military in the Middle East. Washington D.C., United States. Middle East Institute, 2022. https://www.mei.edu/publications/new-face-war-devastating-drone-attacks-ukraine-have-implications-us-military-middle

MIRANDA, E. A. Sistema de Contenção de Aeronave Não Tripulada (C-UAS - counter unmanned aircraft system) no SISCEAB. *In*: II Simpósio de Defesa Anti SARP, 2021, Rio de Janeiro. **Palestras**. Rio de Janeiro: EsACosAAe, 2021. Disponível em:

http://www.esacosaae.eb.mil.br/images/phocagallery/2021/Simposio/00-palestras/006.pdf. Acesso em: 15 jul. 2022.

MIRZA, M. N. *et al*. Unmanned Aerial Vehicles: A Revolution in the Making. South Asia Studies, v. 31, n. 2, p. 243-256, 2016.

NAPOLEÃO, A. Santos-Dumont e a conquista do ar. **Brasiliana**, 1957. Disponível em: https://bdor.sibi.ufrj.br/bitstream/doc/67/1/295%20PDF%20-%20OCR%20-%20RED.pdf. Acesso em: 24 fev. 2022.

NATIONAL MUSEUM OF THE UNITED STATES AIR FORCE. Kettering Aerial Torpedo "Bug", 2022. Disponível em: https://www.nationalmuseum.af.mil/Visit/Museum-Exhibits/Fact-Sheets/Display/Article/198095/kettering-aerial-torpedo-bug/. Acesso em: 14 jul. 2022.

NESSER, P.; STENERSEN, A.; OFTEDAL, E. Jihadi terrorism in Europe: The IS-effect. **Perspectives on Terrorism**, v. 10, n. 6, p. 3-24, 2016.

PARK, S. *et al*. Survey on anti-drone systems: Components, designs, and challenges. IEEE Access, v. 9, p. 42635-42659, 2021. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9378538. Acesso em 5 maio 2022.

PATTERSON, D. R. Defeating the threat of small unmanned aerial systems. **Air & Space Power Journal**, v. 31, n. 1, p. 15-26, 2017. Disponível em: https://www.airuniversity.af.edu/Portals/10/ASPJ_Spanish/Journals/Volume-29_Issue-2/2017_2_03_patterson_s_eng.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

RADASKY, W. A. *et al*. Introduction to the special issue on high-power electromagnetics (HPEM) and intentional electromagnetic interference (IEMI). IEEE Transactions on electromagnetic compatibility, v. 46, n. 3, p. 314-321, 2004.

SALAMEH, H. B. *et al.* Intelligent jamming-aware routing in multi-hop IoT-based opportunistic cognitive radio networks. **Ad Hoc Networks**, v. 98, p. 102035, 2020.

SANDERS, A. W. **Drone swarms**. Monografia (U.S. Army Command and General Staff College) – US Army School for Advanced Military Studies, Fort Leavenworth, United States, 2017. Disponível em: https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/AD1039921.pdf. Acesso em: 28 fev. 2022.

SARMA D; QUINN, P. Data protection, social, ethical and legal frameworks, Advanced Holistic Adverse Drone Detection, Identification Neutralisation Program [ALADDIN], 2018. [Online]. Disponível em: http://aladdin2020.eu/wp-content/uploads/2018/04/ALADDIN_D3.1_DataProtectionSoEL_Framework_V1_0_PU.pdf. Acesso em: 8 jun. 2022.

SCHÓBER, T.; KOBLEN, I.; SZABO, S. Present and potential security threats posed to civil aviation. **Incas Bulletin**, v. 4, n. 2, p. 169, 2012.

SOUZA, C. Lei dos EUA obriga aéreas comerciais a ajudar na evacuação do Afeganistão. **CNN Brasil**, São Paulo, 22 ago. 2021. Disponível em:

https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/eua-usam-lei-para-obrigar-aereas-comerciais-a-ajudarem-afegaos-entenda/. Acesso em: 12 jun. 2022.

STATISTA. Consumer drone unit shipments worldwide from 2020 to 2030 (in millions), 2020. Disponível em: https://www.statista.com/statistics/1234658/worldwide-consumer-drone-unit-shipments/. Acesso em: 4 jun. 2022.

SUN, R. *et al.* GNSS/INS integration with integrity monitoring for UAV no-fly zone management. **Remote Sensing**, v. 12, n. 3, p. 524, 2020.

TALIAFERRO, A. C. *et al.* **Defense Governance and Management: Improving the Defense Management Capabilities of Foreign Defense Institutions-A Guide to Capability-Based Planning (CBP)**. INSTITUTE FOR DEFENSE ANALYSES ALEXANDRIA VA, 2019.

TAMASI, G.; DEMICHELA, M. Risk assessment techniques for civil aviation security. Reliability Engineering and System Safety, Turim, v. 96, n. 8, p. 892-899, 2011.

TAYLOR, B. **Analysis support to strategic planning**. Otawa: The Technical Cooperation Program, 2013. (Report TR–JSA–2–2013). Disponível em: https://cradpdf.drdc-rddc.gc.ca/PDFS/unc194/p801995_A1b.pdf, Acesso em: 22 jun. 2022.

TAYLOR, B; WOOD, D. Guide to capability-based planning. In: Analytical support to defence transformation: the RTO studies, analysis and simulation panel, 2005, Ankara. Proceedings [...]. 2005. Panel. (RTO-MP-SAS-055). Disponível em: https://www.hsdl.org/?view&did=461818, Acesso em: 20 jun. 2022.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Defense. **Counter-Small Unmanned Aircraft Systems Strategy**. Washington, DC, 2021. Disponível em https://media.defense.gov/2021/Jan/07/2002561080/-1/-1/1/DEPARTMENT-OF-DEFENSE-COUNTER-SMALL-UNMANNED-AIRCRAFT-SYSTEMS-STRATEGY.PDF. Acesso em: 21 jun. 2022.

UNITED STATES OF AMERICA. Department of Defense. **Joint Publication 3-0, Joint Operations**. Washington, DC, 2011. Disponível em https://www.benning.army.mil/mssp/security%20topics/Potential%20Adversaries/content/pdf/JP%203-0.pdf. Acesso em: 30 maio 2022.

VERGOUW, B. *et al*. Drone technology: Types, payloads, applications, frequency spectrum issues and future developments. In: **The future of drone use**. TMC Asser Press, The Hague, 2016. p. 21-45.

WALLACE, R. J.; LOFFI, J. M. Examining unmanned aerial system threats & defenses: **A conceptual analysis. International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace**, v. 2, n. 4, p. 1, 2015.

ZOHURI, B. **Directed energy weapons**. Springer, Cham, 2016. p. 1-26.

APÊNDICE A - Questionário aplicado sob a ótica DOPEMAII

<table>
<tr><td rowspan="2">Doutrina</td><td>Descrição: É o conjunto de princípios, conceitos, normas e procedimentos, fundamentados principalmente na experiência, destinados a estabelecer linhas de pensamento e a orientar ações, expressos de forma integrada e harmônica. Fornece princípios fundamentais que orientam o emprego das Forças Armadas em ações coordenadas, visando a objetivos comuns.
Deve-se verificar se a doutrina necessária existe desde o nível tático até o estratégico. Procedimentos operacionais padrão e quaisquer outros procedimentos doutrinários são analisados, desde que contribuam para gerar a capacidade desejada. Portanto, para esta dimensão, são considerados os seguintes tópicos, dentre outros:
a) concepção de emprego;
b) instruções;
c) legislações;
d) manuais conjuntos;
e) manuais de campanha;
f) manuais técnicos; e
g) políticas, inclusive a de educação.</td></tr>
<tr><td>Pergunta: De acordo com a descrição acima, qual é a sua percepção sobre a DOUTRINA de proteção C-UAS no SISCEAB?</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Organização</td><td>Descrição: Esta dimensão considera como as Forças Armadas organizam, funcional e espacialmente, seus recursos para produzir efeitos e enfrentar os desafios. É inter-relacionada, interdependente e indissociável dos demais fatores da geração de capacidade. O elemento de emprego poderá ser reorganizado, por processo específico, para atingir determinados efeitos.
Deve-se analisar se o tipo de organização contribui para gerar a capacidade identificada, bem como se possui flexibilidade, adaptabilidade, modularidade e elasticidade. Assim, consideram-se os seguintes tópicos, dentre outros:
a) estrutura organizacional (conjunta, singular e interna a cada organização), incluindo os estabelecimentos de ensino e centros de instrução e adestramento;
b) quadro de cargos e funções (detalhamento das atribuições de cada cargo e função, bem como as suas correspondentes especialidades); e
c) quadro de dotação de material (detalhamento da distribuição de material da Força e internamente à estrutura organizacional).</td></tr>
<tr><td>Pergunta: De acordo com a descrição acima, qual é a sua percepção sobre a ORGANIZAÇÃO da proteção C-UAS no SISCEAB?</td></tr>
<tr><td>Pessoal</td><td>Descrição: Abrange a disponibilidade da força de trabalho com as competências necessárias ao exercício de cargos e funções previstos no elemento de emprego dos C-UAS, para atender aos requisitos organizacionais estabelecidos, com o objetivo de realizar tarefas e produzir efeitos. Assim, são considerados os seguintes tópicos, dentre outros:
a) avaliação;
b) mobilização;
c) movimentação;
d) plano de carreira por especialidade;
e) preenchimento de cargos e funções (carreira e temporário);
f) serviço militar; e
g) valorização profissional.</td></tr>
</table>

	Pergunta: De acordo com a descrição acima, qual é a sua percepção sobre o PESSOAL que trabalha com a proteção C-UAS no SISCEAB?
Educação	**Descrição:** Compreende todas as atividades continuadas de capacitação e habilitação, formais e informais, destinadas ao desenvolvimento de pessoal quanto à sua competência individual requerida, entendida como o modo de inter-relacionar conhecimentos, habilidades, atitudes, valores e experiências, para decidir e atuar em situações diversas. São considerados os seguintes tópicos, dentre outros: a) formação, especialização, aperfeiçoamento e altos-estudos; e b) trilha de capacitação (pessoal de carreira e temporários).
	Pergunta: De acordo com a descrição acima, qual é a sua percepção sobre a EDUCAÇÃO da proteção C-UAS no SISCEAB?
Material	**Descrição:** Abrange a disponibilidade, confiabilidade, eficácia e eficiência de sistemas, equipamentos e meios, acompanhando a evolução de tecnologias de emprego militar e com base na prospecção científica, com os requisitos necessários para a obtenção dos efeitos desejados. São considerados todos os itens necessários para equipar, operar, manter e apoiar as atividades C-UAS, sem distinção de sua aplicação para fins operacionais, de apoio ou administrativos. Logo, devem ser verificadas todas as necessidades decorrentes da permanência e sustentação das funcionalidades dos materiais, equipamentos e sistemas, em todo o seu ciclo de vida. São considerados os seguintes tópicos, dentre outros: a) disponibilidade do equipamento C-UAS; b) operação; c) apoio (cadeia de suprimento, níveis de manutenção, peças e partes sobressalentes); d) serviços; e) disponibilidade; f) ferramentas de apoio, de simulação e avaliação de desempenho; g) qualidade (nível de maturidade operacional, tecnológica e de produção); h) quantidade para formação, adestramento, apoio e operação; e i) sistemas de segurança orgânica.
	Pergunta: De acordo com a descrição acima, qual é a sua percepção sobre o MATERIAL específico para proteção C-UAS no SISCEAB?
Adestramento	**Descrição:** Compreende as atividades de preparo, obedecendo a programas e ciclos específicos, incluindo a utilização de simulação em todas as suas modalidades (virtual, construtiva e viva), com o objetivo de preparar o pessoal e elementos de emprego para executar a tarefa de C-UAS, de acordo com a doutrina e obter o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. São considerados os seguintes tópicos, dentre outros: a) lições aprendidas; e b) níveis de adestramento com seus correspondentes exercícios e operações.
	Pergunta: De acordo com a descrição acima, qual é a sua percepção sobre o ADESTRAMENTO para proteção C-UAS no SISCEAB?

Infraestrutura	**Descrição:** Consiste de todos os elementos estruturais, como instalações físicas, equipamentos e serviços, necessários para produzir e sustentar a capacidade C-UAS. São considerados os seguintes tópicos, dentre outros: a) áreas de treinamento, instrução e tiro; b) depósitos de suprimento ou reparos; c) hangares, infraestrutura de redes; d) instalações; e) pistas de pouso; laboratórios; e f) qualquer outro tipo de imóvel necessário.
	Pergunta: De acordo com a descrição acima, qual é a sua percepção sobre a INFRAESTRUTURA para proteção C-UAS no SISCEAB?
Interoperabilidade	**Descrição:** Capacidade de as forças nacionais ou aliadas efetivamente operarem em conjunto, combinado ou interagências, de acordo com a estrutura de comando estabelecida, na execução da missão C-UAS, em adestramento ou instrução, sendo, ainda, a capacidade dos sistemas, unidades ou forças intercambiarem serviços ou informações ou aceitá-los de outros sistemas, unidades ou forças e, também, de empregar esses serviços ou informações, sem o comprometimento de suas funcionalidades. Deve ser analisado o impacto da interoperabilidade C-UAS (combinada, conjunta e interagências), em cada um dos demais itens do DOPEMAII.
	Pergunta: De acordo com a descrição acima, qual é a sua percepção sobre a INTEROPERABILIDADE da proteção C-UAS no SISCEAB?