



MARINHA DO BRASIL
DIRETORIA DE ENSINO DA MARINHA
CENTRO DE INSTRUÇÃO ALMIRANTE WANDENKOLK

CURSO DE APERFEIÇOAMENTO AVANÇADO EM
GUERRA ELETRÔNICA

CAPITÃO-TENENTE ANDRÉ SOARES DEMIDOFF JUNIOR

DRONES AÉREOS E TECNOLOGIAS DE GUERRA ELETRÔNICA

Rio de Janeiro
2018

CAPITÃO-TENENTE ANDRÉ SOARES DEMIDOFF JUNIOR
DRONES AÉREOS E TECNOLOGIAS DE GUERRA ELETRÔNICA

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Wandenkolk como requisito parcial à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Guerra Eletrônica

Orientador: Capitão de Corveta Emanuel Marques da Silva Alves

Coorientador: Fernando da Rocha Pantoja – Ph.D.

CAPITÃO-TENENTE ANDRÉ SOARES DEMIDOFF JUNIOR

DRONES AÉREOS E TECNOLOGIAS DE GUERRA ELETRÔNICA

Monografia apresentada ao Centro de Instrução Almirante Wandenkolk como requisito parcial à conclusão do Curso de Aperfeiçoamento Avançado em Guerra Eletrônica.

Aprovada em _____

Banca Examinadora:

Gian Karlo Huback Macedo de Almeida, Capitão de Mar e Guerra (RM1), CIAW

Emanuel Marques da Silva Alves, Capitão de Corveta, CAAML

Prof Fernando da Rocha Pantoja, Ph.D., IPqM

CIAW
Rio de Janeiro
2018

*À Cristiane, Stephanie e André, que ao meu lado
caminham sem medir esforços.*

AGRADECIMENTOS

À Deus pelos obstáculos que enfrentei e me fizeram crescer, sem os quais não teria amadurecido.

Aos excelentes Comandantes que tive o prazer de ser subordinado, o Contra Almirante Guida, que confiou em mim, e o Capitão de Mar e Guerra Tito, que me fez ver uma oportunidade no mundo dos drones.

Aos Coordenadores do Curso de Aperfeiçoamento Avançado, Capitão de Mar e Guerra Dimas, Capitão de Mar e Guerra Ash, Capitão de Mar e Guerra Huback e a Professora Miriam, pelas orientações, pelas cobranças construtivas e pela inspiração.

Aos meus orientadores, o Capitão de Corveta Marques Silva e o Professor Ph.D. Pantoja, pelas dicas e paciência.

Aos professores do curso, sem exceção, pelo conhecimento transmitido.

Aos amigos Capitão-Tenente Brabo e Capitão-Tenente Iooty, que juntos trilhamos a batalha de nossas vidas.

Aos meus pais, Ione e André Demidoff, pela vida, educação e amor que me fizeram escolher o caminho do bem nesta dura caminhada, e aos meus segundos pais, Helvio e Elizabeth, que de mim cuidaram como um filho.

Enfim, à minha esposa Cristiane e aos meus filhos Stephanie e André, pelo amor incondicional e sem os quais nada do que aconteceu teria feito sentido.

“Aquilo que não nos mata, nos fortalece” (Friedrich Nietzsche).

DRONES AÉREOS E TECNOLOGIAS DE GUERRA ELETRÔNICA

Resumo

Este trabalho foi consubstanciado em pesquisas na rede mundial de computadores e artigos sobre os drones e suas tecnologias de guerra eletrônica para fins militares em conflitos. Os drones têm sido largamente utilizados pelas Forças Armadas de inúmeros países em missões táticas e de ataque, de inteligência operacional, vigilância e reconhecimento em ambientes hostis, compreendendo aqueles cujo perigo de vida do piloto e das tropas é iminente, ou como subsídios estratégicos para anteceder as operações em território inimigo. Entretanto, não somente forças convencionais os têm empregado, mas inclusive grupos extremistas e paramilitares em ações de apoio ao terrorismo. O emprego da guerra eletrônica surge no contexto da coleta de dados por imageamento multiespectral, câmeras de alta resolução eletro-ópticas e infravermelho, para operações diurnas e noturnas, radares de abertura sintética, designadores a laser, comunicações satelitais, tecnologia *stealth*, e diversos outros empregos para subsidiar os Comandantes em suas decisões que envolvem risco de vida de seus contingentes. Inequivocamente, países têm adquirido as plataformas dado que seu uso impõe vantagens econômicas, estratégicas e táticas em cenários *dull, dirty and dangerous*. Dentro do contexto da soberania do país no ambiente marítimo, a Marinha do Brasil avança nos estudos e testes dos sistemas remotamente pilotados para serem utilizados em apoio à missões de proteção da Amazônia Azul, principalmente. Os resultados apontam que a era dos drones não é uma opção e sim o fluxo natural da evolução tecnológica.

Palavras- chave: Marinha do Brasil. Guerra Eletrônica. Drones. Conflitos Atuais.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Primeira Fase: drones na Primeira Guerra Mundial.....	24
Figura 2.2 – Primeira Fase: drones na Guerra do Vietnã.....	24
Figura 2.3 – Terceira Fase: enxame de drones; 103 unidades de minidrones Perdix lançados de um F/A-18 Super Hornet norte-americano num exercício em 2017	25
Figura 2.4 – Mini-drones Black Hornet com câmeras para vigilância.....	29
Figura 2.5 – Drone de vigilância FULMAR.....	30
Figura 2.6 – O drone tático alemão LUNA.....	31
Figura 2.7 – Global Hawk, o maior dos drones.....	32
Figura 3.1 – Atividades de GE.....	35
Figura 3.2 – Hermes 900 da FAB.....	36
Figura 3.3 – O brasileiro Caçador.....	37
Figura 3.4 – O protótipo do Falcão.....	37
Figura 3.5 – Acauã em teste de voo.....	38
Figura 3.6 – A nova geração do VT 15 começou a ser produzida em 2008.....	39
Figura 3.7 – Horus FT-100 homologado pelo Ministério da Defesa.....	39
Figura 3.8 – Scan Eagle	40
Figura 3.9 – CamCopter S-100 da Schiebel.....	41
Figura 3.10 – Wing loong II.....	42
Figura 3.11 – MQ 9 Predator B.....	43
Figura 3.12 – Radar Multi-modo Lynx.....	43
Figura 3.13 – Tupolev Tu-300 Korshun	46
Figura 3.14 – O Korsar no desfile do Dia da Vitória russo em Moscou	46
Figura 3.15 – nEUROn	47
Figura 3.16 – Heron TP de Israel	48
Figura 3.17 – Hermes 900	49
Figura 4.1 – MQ-1C Gray Eagle.....	55
Figura 4.2 – LOCUST	56
Figura 4.3 – Rotas de enxames de drones chineses durante teste em 2017.....	57
Figura 4.4 – O rifle REX-1 da Kalashnikov	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Legenda das Atividades de GE	35
Quadro 4.1 – Países que usaram drones em combate.....	52

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AIS	<i>Automatic Identification System</i>
ARP	Aeronaves Remotamente Pilotadas
C ²	Comando e Controle
CAAML	Centro de Adestramento Marques de Leão
CASC	<i>China Aerospace Science and Technology Corporation</i>
CETC	<i>China Electronics Technology Group Corporation</i>
CH	Caihong
CJNG	Cártel de Jalisco Nova Geração
CME	Contra Medidas Eletrônicas
DDD	<i>Dull, Dirty or Dangerous</i>
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DGA	<i>Délégation Générale pour l'Armement</i>
DoD	<i>Department of Defense</i>
EAU	Emirados Árabes Unidos
EI	Estado Islâmico
EO/IR	<i>Electro-Optical/Infrared</i>
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
FARC	Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia
FLIR	<i>Forward Looking Infra-Red</i>
FMV	<i>Full Motion Video</i>
GCR	Guerra Centrada em Redes
GE	Guerra Eletrônica
GE-ER	<i>Gray Eagle Extended Range</i>

<i>Glonass</i>	<i>Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
HALE	<i>High Altitude and Long Endurance</i>
HAPS	<i>High Altitude Pseudo Satellite</i>
IA	Inteligência Artificial
IAI	<i>Israeli Aerospace Industries</i>
IDF	<i>Israel Defense Force</i>
IR	<i>Infrared</i>
ISAR	<i>Inverse synthetic-aperture radar</i>
ISR	<i>Intelligence, Surveillance and Reconnaissance</i>
ISTAR	<i>Intelligence, surveillance, target acquisition, and reconnaissance</i>
ITA	Instituto Tecnológico da Aeronáutica
LOCUST	<i>LOW-Cost Unmanned aerial vehicle Swarming Technology</i>
MAE	Medidas de Ataque Eletrônico
MAGE	Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica
MALE	<i>Medium Altitude and Long Endurance</i>
MB	Marinha do Brasil
MD	Ministério da Defesa
MPE	Medidas de Proteção Eletrônica
MTI	<i>Moving target indication</i>
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
OM	Organizações Militares
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte

PED	Produto Estratégico de Defesa
RAM	Revolução nos Assuntos Militares
RF	Rádio-Frequência
RPA	<i>Remotely Piloted Aircraft</i>
RPAS	<i>Remotely Piloted Aircraft System</i>
RS	Rio Grande do Sul
SAR	<i>Synthetic Aperture Radar</i>
SARP	Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada
SP	São Paulo
VANT	Veículo Aéreo Não-Tripulado
UA	<i>Unmanned Aircraft</i>
UAS	<i>Unmanned Aerial System</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
UCAV	<i>Unmanned Combat Aerial Vehicle</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
UIMC	<i>United Instrument Manufacturing Corporation</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>
VLL	<i>Very Low Level</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Apresentação do Problema	14
1.2 Justificativa e Relevância	15
1.2.1 Justificativa	15
1.2.2 Relevância	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 Objetivo Geral	16
1.3.2 Objetivos Específicos	17
1.4 Metodologia	18
1.4.1 Classificação da Pesquisa	18
1.4.1.1 Quanto aos fins	18
1.4.1.2 Quanto aos meios	19
1.4.2 Limitações da Pesquisa	19
1.4.3 Coleta e Tratamento das Informações	20
2 O ENVOLVIMENTO DOS DRONES NOS CONFLITOS	21
2.1 Uma breve introdução ao conceito de drones	21
2.2 Um pouco de história e evolução	23
2.3 O emprego dos drones	26
2.3.1 O emprego dos drones na Marinha do Brasil	28
2.4 Tipos de drones de acordo com seu emprego	28
2.4.1 Micro e nano-drones	29
2.4.2 Pequenos drones táticos	30
2.4.3 Drones de reconhecimento de tamanho médio	30
2.4.4 Grandes drones de combate e vigilância	31
3 OS DRONES E AS SUAS TECNOLOGIAS DE GUERRA ELETRÔNICA	34
3.1 Brasil	34
3.2 China	41
3.3 Estados Unidos	42
3.4 Rússia	44

3.5 França	47
3.6 Israel	48
4 OS DRONES E A GUERRA ELETRÔNICA NOS CONFLITOS ATUAIS	51
4.1 A era dos drones	51
4.2 O futuro dos drones	55
4.3 As armas contra os drones	58
5 CONCLUSÃO	61
5.1 Considerações Finais	64
5.2 Sugestões para futuros trabalhos	66
REFERÊNCIAS	68
ANEXO 1 Exportadores e Importadores de Drones	75
ANEXO 2 Países com Drones Armados	81
ANEXO 3 Países Desenvolvendo Drones Armados	84

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo introdutório, será apresentado o problema de acordo com o tema sugerido, onde será discorrido sucintamente sobre os fatores motivacionais que levaram a questão em pauta. Em sequência, a justificativa e a relevância, unificando o alinhamento dos interesses da Marinha do Brasil com a linha de raciocínio mundial sobre o problema. Quanto aos objetivos geral e específico, pretende-se atingi-los ao final dos estudos alcançando o maior grau de fidedignidade com os rumos que seguem os países desenvolvidos na questão do desenvolvimento dos drones. Aqui neste capítulo, por fim, também é apresentada a metodologia do trabalho a ser seguida, discernindo-a quanto aos seus fins, quanto aos seus meios, suas limitações intrínsecas, a coleta dos dados e o tratamento das informações levantadas no seu decorrer.

1.1 Apresentação do Problema

Ao longo dos séculos a humanidade aprimorou seus recursos de guerra com objetivo de suplantar o inimigo em favor de seus interesses.

Historicamente, uma civilização tecnologicamente menos evoluída desapareceu, ou foi escravizada ou emigrou de suas origens quando derrotada por outra mais avançada. Atualmente, os recursos tecnológicos são o diferencial de uma nação desenvolvida em relação a uma nação em desenvolvimento. A questão é que as nações em desenvolvimento compram e reproduzem as tecnologias dos países desenvolvidos e por questões políticas, econômicas e sociais internas não conseguem sequer produzir o conhecimento para atingir o patamar tecnológico dos países desenvolvidos, que ainda boicotam o crescimento daqueles.

O desenvolvimento de drones não fica para trás quando o assunto é guerra, dominação, projeção de poder e produção de conhecimento. Nada é mais cobiçado do que observar a movimentação de tropas e frotas à distância, bombardear sem custos psicológicos e risco de vida dos pilotos, cegar o inimigo interferindo seus radares e prejudicando suas comunicações com recursos de guerra eletrônica.

Este trabalho visa pesquisar quais tecnologias de guerra eletrônica estão sendo usadas e quais serão utilizadas pelos países desenvolvidos, nas próximas décadas, por meio dos drones.

1.2 Justificativa e Relevância

Este trabalho procurou discorrer sobre estes elementos de maneira bem destacada. Portanto, nos dois subitens abaixo, segue a linha de raciocínio utilizada para subsidiá-los e enquadrá-los de forma concatenada com o tema sugerido.

1.2.1 Justificativa

Diversos países desenvolvidos estão em “corrida armamentista tecnológica” para incrementar as possibilidades de guerra eletrônica vinculadas aos drones, de forma a otimizar suas atividades de Comando e Controle (C²), resguardar a vida de suas tropas, coletar dados de inteligência operacional para subsidiar a tomada de decisões dos comandantes e garantir a desestabilização do uso do espectro eletromagnético pelo inimigo.

Nesse ínterim, observou-se no decorrer da pesquisa, que existe uma motivação intrínseca aos investimentos em drones dotados de tecnologia de guerra eletrônica. Essa motivação diz respeito a, basicamente, suplantar a hegemonia dos Estados Unidos da América (EUA) no assunto, principalmente pela China e Rússia, o que os leva a direcionar toda uma infraestrutura interna e de colaboração de setores privados e públicos no aparato bélico.

Outra motivação observada é a possibilidade de se preservar a vida dos pilotos, eximindo os mesmos dos riscos a que são submetidos ao sobrevoar o território inimigo em missões de inteligência e ataque. Ainda foi observado que, de maneira não menos ousada, os países tendem a buscar o suporte dos drones no combate ao terrorismo em seus territórios, combate ao narcotráfico, aos crimes ambientais, e demais atividades que possam ferir sua soberania nacional, basicamente utilizando tecnologias de sensoriamento remoto diurno e noturno com imagens em tempo real.

1.2.2 Relevância

Os drones para fins militares têm sido estudados por diversos países em face de suas características de furtividade, precisão e letalidade, o que o torna uma arma perigosa para

a estrutura de guerra convencional de muitas nações. Tais estudos são de interesse da Segurança Nacional, e da Marinha do Brasil (MB), conseqüentemente.

Este trabalho visa demonstrar que, assim como as preocupações com a tecnologia nuclear e os estudos da inteligência artificial aplicada à robótica, o domínio do conhecimento das tecnologias de guerra eletrônica aplicadas aos drones é demasiadamente importante, formando com aqueles uma tríade de projeção de poder internacionalmente relevante, visto que está na pauta do desenvolvimento tecnológico das grandes nações que buscam a demonstração de poder bélico com vistas ao crescimento político e econômico.

A ideia principal é pesquisar o que há de mais atual em termos de guerra eletrônica aplicada aos drones, esperando-se assim, que este possa compor o time de excelentes trabalhos já produzidos sobre o assunto, e que a elucidação destas variadas tecnologias, bem como a utilização destes drones nos conflitos atuais, possa deixar claro que vale à pena os investimentos futuros no âmbito da pesquisa e da infraestrutura em consonância com as demais Forças, arriscando até mesmo a ousadia da engenharia reversa pelos Institutos de Pesquisa da Marinha e Diretorias Especializadas, como o fez a China ao capturar um drone norte-americano no Vietnã do Norte nos anos 60.

1.3 Objetivos

Neste item será dissertado sobre o objetivo geral, demonstrando o grande cerne da problemática do envolvimento do uso de drones tecnologicamente avançados em conflitos e o que isso representa para o mundo, bem como será dissertado sobre os objetivos específicos, definidos em ordem didática para concatená-los à ideia central. Quanto a estes, foi realizada uma verificação das referências disponíveis na rede mundial de computadores para apresentar os demais tópicos de maneira sucinta, mas eficiente, visando o desenrolar deste trabalho acadêmico.

1.3.1 Objetivo Geral

Espera-se com esta pesquisa, interpretar as possibilidades de guerra eletrônica aplicada aos drones como a tendência do futuro.

Em busca destas informações, notou-se que grande parte das nações do mundo está de alguma forma adquirindo drones com variadas possibilidades, desde apenas realizar reconhecimento e monitoramento, até realizar bombardeios à distância utilizando informações de satélites e definindo sua trajetória até o alvo, além de se utilizar de recursos de imagem de alta definição para mapear o território inimigo.

Os drones são muito confiáveis para serviços de inteligência, reconhecimento, vigilância e ataques. O que se busca aqui neste trabalho é demonstrar ainda que existem possibilidades de serem incorporadas novas tecnologias eletrônicas para dissuasão e ofensivas em conflitos, não obstante os drones estarem sendo utilizados desde a Primeira Guerra Mundial, como se verificou na fase de pesquisa.

Em suma, ao angariar o conhecimento das possibilidades de guerra eletrônica aplicada aos drones, espera-se concluir que esta é uma tendência futura indubitável, não restando outra opção senão conhecer as possibilidades do inimigo e definir suas próprias possibilidades como de grande relevância para a manutenção da soberania nacional.

1.3.2 Objetivos Específicos

a) Revisar a literatura disponível sobre o tema, buscando teses e dissertações na rede mundial de computadores, de forma a enriquecer este trabalho e auxiliar na conclusão do objetivo geral;

b) apresentar os países que possuem drones militares, justificando a corrida armamentista inevitável, demonstrando que o uso das tecnologias de guerra eletrônicas aplicáveis aos mesmos é uma estratégia infalível para corromper as comunicações e radares inimigos, influenciando na sua capacidade de organização em combate, reduzindo-o à forma rudimentar de tecnologia;

c) contextualizar as tecnologias atuais vinculadas aos drones, com vistas a discorrer as possibilidades existentes das quais as grandes nações vêm se utilizando, demonstrando poder e alta capacidade de colher informações estratégicas antes de desembarcar suas tropas, reduzindo ao mínimo a perda de vida de seus contingentes e auxiliando seus próprios sensores e armamento na precisão cirúrgica dos ataques;

d) citar conflitos nos quais os drones militares foram utilizados, verificando que o salto evolutivo dos mesmos se concluiu em curto espaço de tempo, e foi acelerado por se

concluir que a furtividade, flexibilidade e presunção de efetividade em combate são fatores de grande importância para definição da vitória na guerra; e

e) explorar as tecnologias futuras em desenvolvimento pelas grandes nações, cujo teor reveste-se de especial dificuldade, visto que as possibilidades são inúmeras e as variáveis imprevisíveis, pois os detentores do conhecimento não compartilham seus saltos evolutivos com nações potencialmente competidoras, ainda que resguardando alguma propriedade intelectual com nações aliadas, o que resulta obrigatoriamente aos países neutros, como o Brasil, a buscar com as próprias pernas adquirir a tecnologia, ou criar uma infraestrutura interna toda voltada para a geração e produção de novos conhecimentos.

1.4 Metodologia

Neste item, a pesquisa será classificada brevemente, quanto aos meios que a originaram e evoluíram, e quantos aos fins a que se destina. Algumas limitações encontradas foram relevantes para o desenvolvimento, fato fundamentado adiante. Quanto à coleta dos dados e o tratamento das informações optou-se pela ordem cronológica, palavras-chave do tema e a rede mundial de computadores.

1.4.1 Classificação da Pesquisa

Em suma, quanto aos fins utilizaram-se as vertentes explicativa e a descritiva e quanto aos meios a bibliográfica e a documental.

1.4.1.1 Quanto aos fins

Esta pesquisa é basicamente explicativa quanto aos fins, porque tenta justificar os motivos apresentados nos objetivos, tendo em vista a intenção de elucidar a importância do tema sugerido para facilitar o entendimento do contexto geral. Baseando-se em pesquisa essencialmente descritiva de trabalhos previamente elaborados em formas de teses, dissertações e artigos pesquisados na rede mundial de computadores, além de reportagens

atuais no mesmo ambiente de pesquisa, objetiva-se a relação de causa e efeito dos conteúdos sugeridos.

A proposição desta metodologia justifica-se em face do tempo disponível para conclusão dos trabalhos tendo em vista a carga horária do curso o que não permitiu ao autor a definição de estratégias mais elaboradas de pesquisa e de trabalhos de campo.

1.4.1.2 Quanto aos meios

Quanto aos meios, é bibliográfica e documental, pois foram levantados dados de diversas fontes, principalmente digitais, na rede mundial de computadores.

A pesquisa documental baseou-se em publicações doutrinárias da própria Marinha, disponíveis em meio digital no sítio da intranet da Força.

Em relação à pesquisa bibliográfica, foram obtidos artigos, teses, monografias na internet, bem como reportagens e notícias referentes ao tema, que contribuíram com a elucidação dos fatos em questão, trazendo à luz do conhecimento acontecimentos e narrativas dos dias atuais.

A escolha das metodologias supracitadas também se relaciona com o tempo disponível para concluir este trabalho.

1.4.2 Limitações da Pesquisa

Espera-se concluir este trabalho correlacionando-se todos os objetivos específicos de forma a se atingir o objetivo geral. Entretanto, durante as pesquisas preliminares, observou-se que não estão disponíveis para consulta ostensiva informações técnicas e de engenharia que possibilitem a descrição das tecnologias de guerra eletrônica esperadas para impressionar o leitor.

Assim sendo, foram pesquisadas a bibliografia e a documentação disponíveis que possibilitassem a concatenação das informações, de forma a se estabelecer um parâmetro de comparação entre as tecnologias existentes e dedução de prováveis tecnologias futuras, que são intenções ou que estão em produção por países mais avançados no assunto.

1.4.3 Coleta e Tratamento das Informações

Os dados e as informações coletados serão tratados de maneira cronológica. Neste compasso, intenciona-se analisar tecnologias conforme sua evolução, e conflitos conforme o período no qual ocorreram.

Todos os dados e informações coletados conforme as metodologias explicitadas anteriormente serão analisados de maneira a encaixá-los na síntese dos objetivos específicos, de modo a encadeá-los em segmentos concatenados para se atingir o objetivo geral numa breve conclusão.

Tais metas justificam-se pela miríade de sites que relacionam as palavras-chave “drone”, “guerra eletrônica” e “conflitos” e que tornam a missão de ordená-los num evento de grande demanda de tempo. Não necessariamente, as três palavras são agregadas ao mesmo tempo pela pesquisa, de modo que torna ainda mais complicado vinculá-las ao assunto de interesse, dado ademais, tratar-se de tema militar. Entretanto, notou-se que ao se inserir as palavras “electronic warfare”, “military drones” ou “ucavs” a pesquisa ficou mais refinada, embora tenha demorado mais o tempo de tradução dos arquivos e reportagens encontrados.

2 O ENVOLVIMENTO DOS DRONES NOS CONFLITOS

Neste segundo capítulo, pretende-se realizar um apanhado histórico bem sucinto sobre a inserção dos drones na evolução dos conflitos bem como introduzir de maneira eficaz o conceito dos mesmos para situá-los no contexto geral do trabalho.

Não obstante os diversos nomes oficiais que o drone recebe, este estudo optou por utilizar a palavra “drone” em seu sentido amplo para se referir a qualquer aeronave remotamente pilotada. Atualmente, existem veículos não-tripulados para missões em terra, na superfície do mar ou submersos, entretanto, este trabalho se resume somente aos veículos aéreos não-tripulados e remotamente pilotados.

Em seguida, discorreu-se sobre o emprego dos drones conforme sua essência, ou seja, sua finalidade, sua concepção de missão operacional, e sobre os tipos diversos existentes basicamente tratados pelo tamanho, alcance e altitude.

Ainda, é apresentada uma referência sobre a aplicação dos drones na MB.

2.1 Uma breve introdução ao conceito de drones

Para iniciar os estudos, este trabalho necessita apresentar uma noção preliminar do que seriam os drones.

Drone é o nome popular de VANT (Veículo Aéreo Não-Tripulado), tradução de UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), que se trata de uma aeronave sem piloto embarcado, mas que é controlada à distância e além da linha de visada por um ou mais operadores utilizando-se de sistemas de controle remoto, tanto se aproveitando de satélites quanto do espectro de Rádio-Frequência (RF). Por ser um veículo componente de um sistema maior integrado, um termo mais completo seria UAS (*Unmanned Aerial System*), que na sua totalidade é composto por:

- a) uma estação de controle com interface homem-máquina, o *software* e os recursos humanos qualificados necessários a operá-los;
- b) o veículo, propriamente dito, com sua carga útil;
- c) o sistema de comunicações entre o veículo e a estação; e
- d) os equipamentos de apoio, incluindo manutenção e transporte (DUARTE, 2012).

Não obstante ainda se falar em VANT, o termo está obsoleto conforme a Organização da Aviação Civil Internacional (OACI). O termo técnico atualmente utilizado é RPA (*Remotely Piloted Aircraft*), isto é, Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), enquanto que RPAS (*Remotely Piloted Aircraft System*) é a sigla para sistemas de aeronaves remotamente pilotadas utilizadas para fins não recreativos, não sendo, portanto, consideradas aeromodelos convencionais. No entanto, a tradução de RPAS não é utilizada pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) no Brasil, visto que SARP (Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada) é uma sigla idêntica a de *Standard and Recommended Procedures*, que são orientações emitidas pela OACI (DECEA, 2018).

No que tange às classes operacionais, internacionalmente são utilizados alguns termos que não foram incorporados pelo DECEA, mas que são amplamente usados para interpretar as possibilidades das aeronaves remotamente pilotadas:

VLL – *Very Low Level*, ARPs que operam abaixo dos 500 pés e possuem reduzida autonomia (20 a 30 minutos);

MALE – *Medium Altitude and Long Endurance*, ARPs que alcançam 10 a 30 mil pés de altitude e têm grande autonomia de voo (acima de 15 horas ininterruptamente);

HALE – *High Altitude and Long Endurance*, ARPs que alcançam mais de 30 mil pés de altitude e têm autonomia superior a 15 horas de voo ininterruptamente; e

HAPS – *High Altitude Pseudo Satellite*, ARPs que superam os 60 mil pés, podendo voar mais de 60 horas e têm função de serem retransmissores de dados como se fosse um satélite (DECEA, 2018).

Para todos os fins, este trabalho adota o nome popular “drone” para se referir a qualquer RPA militar citado no decorrer do texto.

De acordo com a versão de 2005 do *Dictionary of Military and Associated Terms* do Departamento de Defesa (*Department of Defense – DoD*) dos EUA, o termo *drone* significa “veículo aéreo, terrestre ou aquático remotamente ou automaticamente controlado”. Como este trabalho se refere especificamente aos drones aéreos, o termo UAV para uso militar significa:

“Um potente veículo aéreo que não possui piloto embarcado, que utiliza forças aerodinâmicas para auxiliar na decolagem, que pode voar autonomamente ou ser pilotado remotamente, descartável ou não, e que pode carregar carga útil letal ou

não-letal. Veículos balísticos, semi-balísticos, mísseis de cruzeiro e projéteis de artilharia não são considerados veículos aéreos” (BITS, 2018).

No *DoD Dictionary of Military and Associated Terms*, versão de março de 2018, os termos *drone* e UAV parecem ter sido substituídos por *Unmanned Aircraft (UA)*, “uma aeronave que não possui piloto embarcado e que é capaz de voar remotamente com ou sem controle humano” (JOINT CHIEFS OS STAFF, 2018).

2.2 Um pouco de história e evolução

Conforme Peres (2015) consideram-se três períodos históricos de desenvolvimento dos drones, baseados em conflitos memoráveis:

a) da Primeira Guerra Mundial à Primeira Guerra do Golfo (1991), que foi basicamente uma fase de testes e experimentos com drones, com importantes resultados alcançados pelos EUA na Guerra do Vietnã, e por Israel na Síria (1973) e no Líbano (1982);

b) em seguida, ocorreu a fase de desenvolvimento de novos modelos de drones, ainda que incipientemente, durante a década de 1990, com experimentos de novas tecnologias. Nesta fase surgiram importantes drones norte-americanos como o Predator, Global Hawk e o Heron. As guerras que marcaram o uso de drones dos EUA neste período foram sua atuação no Iraque, na Bósnia, no Kosovo, no Líbano e na Palestina; e

c) a terceira fase, de 2001 até os dias atuais, iniciando com as invasões norte-americanas no Afeganistão e no Iraque. Nesta fase, ocorreu o aumento de investimentos na fabricação de drones, gerando aperfeiçoamento de seus sistemas de comunicação e controle e treinamento de corpo técnico para operá-los em missões cada vez mais distantes (PERES, 2015).



Figura 2.1 – Primeira Fase: drones na Primeira Guerra Mundial (MILLER, 2013).



Figura 2.2 – Primeira Fase: drones na Guerra do Vietnã (LLOYD, 2016).



Figura 2.3 – Terceira Fase: enxame de drones; 103 unidades de mini drones Perdix lançados de um F/A-18 Super Hornet norte-americano num exercício em 2017 (WARREN, 2017).

No período da Primeira Guerra Mundial, os UAVs eram basicamente protótipos catapultados ou controlados por rádio. O Exército dos EUA iniciou, em janeiro de 1918, uma produção de Kettering Bug, torpedos aéreos que responderam bem a alguns testes. No entanto, não foram empregados na guerra, pois esta já tinha terminado antes do seu desenvolvimento completo.

Em 1935, os britânicos desenvolveram diversas aeronaves controladas por rádio para servirem de alvos em treinamentos militares, o que aconteceu também nos EUA. Desconfia-se que o termo “drone” surgiu nessa época derivado de um modelo britânico de UAV chamado DH.82B Queen Bee, um hidroavião lançado por rampa terrestre.

Um protótipo de drone norte-americano baseado em uma fuselagem B-17 Flying Fortress controlado remotamente pelo pessoal da Força Aérea dos Estados Unidos voou do Haváí até a Califórnia batendo o novo recorde de resistência de 15 horas, percorrendo 2.600 milhas, em 1946.

Mas foi na Guerra do Vietnã que os drones ganharam força e importância. Diversos UAVs eram utilizados para missões de reconhecimento e também atuaram como chamariz de combate, fazendo lançamento de mísseis contra alvos fixos e de panfletos em operações psicológicas.

Após a Guerra do Vietnã, diversos países além dos EUA e Grã-Bretanha começaram a explorar as tecnologias e os benefícios de se utilizar aeronaves pilotadas remotamente. Novos modelos foram fabricados e ficaram mais sofisticados, capazes de atingir cada vez mais distâncias maiores, melhor resistência e maiores altitudes. Nos últimos anos, surgiram tecnologias de alimentação por energia solar, tratando de resolver problemas de voo mais longos.

O uso mais recente dos drones para atividades militares tem sido para reconhecimento, vigilância e ataques direcionados. O marco dessa época foi devido aos ataques terroristas de 11 de setembro de 2001, no qual os EUA, particularmente, assumiram a liderança no *ranking* dos melhores e mais eficientes drones do mundo (IMPERIAL WAR MUSEUM, 2018).

2.3 O emprego dos drones

O emprego dos drones se dá conforme o fim a que se destinam, ou seja, são “correspondentes às possibilidades de seu emprego”, em substituição e/ou complemento aos veículos aéreos tripulados em missões *dull, dirty or dangerous* (DDD), quais sejam, redundantes, insalubres ou de alto risco às tripulações embarcadas (DUARTE, 2102).

Dull missions são aquelas que duram longos períodos de tempo com operações relativamente baixas na maior parte da missão, permitindo a automação para aliviar a pressão sob o operador dos muitos deveres do controle de voo e permitindo a eles exercitar a supervisão durante maior parte da operação.

Dirty missions são aquelas realizadas em ambientes contaminados por agentes nucleares, químicos e biológicos, que tornam áreas inacessíveis para o ser humano sem medidas protetivas significantes, que por sua vez dificultariam as operações.

Dangerous missions são aquelas com alto risco devido às ameaças inimigas (KREUZER, 2016).

a) ARP tático

São empregados na cena de ação dos combates, para observar posições inimigas, apoiando as células de inteligência, as forças especiais, tropas de artilharia, unidades aéreas e navais, e realizando o reconhecimento de área.

Vantagens: excelentes para missões DDD.

Desvantagens: baixa altitude de operação e alcance limitado (até 100km).

b) ARP de longa autonomia para reconhecimento

Principal meio de substituição das aeronaves tripuladas. Utilizado para serviços de inteligência em longas distâncias, monitoramento de forças em seu próprio território, fronteiras, e apoio às operações de artilharias para ataque e confirmação de danos.

Vantagens: altas altitudes; sistema de comunicação resiliente e satelital; sistema de comunicação auxiliar por rádio de alta potência.

Desvantagens: o projeto do RPA é custoso, pois deve mensurar as cargas embarcadas, como combustível suficiente para longa duração, equipamentos de sensoriamento remoto, turbinas sofisticadas e capacidade de reabastecimento aéreo; somente asa fixa; baixa velocidade; sistema de comunicações sujeito a ataques eletrônicos; precisa de pistas de pousos adequadas, estações de controle fixa e operadores bem qualificados.

c) ARP de longa duração para ataque

Adaptados dos modelos anteriores para realizar ataques a longas distâncias.

Vantagens: capacidade de neutralizar alvos sem emprego de aeronave tripulada preservando-se a vida do piloto.

Desvantagens: mais susceptíveis a bateria antiaérea do que aeronaves tripuladas; não possui capacidade de combate aéreo; baixa manobrabilidade e necessidade de asa fixa, devido à baixa velocidade.

d) ARP de assalto

São os drones de combate propriamente ditos, ou *Unmanned Combat Aerial Vehicle* (UCAV), que representa a sua versão mais avançada e mortal (MILITARY FACTORY, 2018), largamente utilizados pela Marinha e Força Aérea dos EUA desde os anos 90 (ZALOGA, 2011).

Vantagens: substituição das aeronaves tripuladas no teatro de operações aumentando a eficácia em combate, limitada pelas condições fisiológicas dos pilotos; utiliza tecnologia *stealth*; ataques múltiplos e defesa antiaérea contra aviões tripulados.

Desvantagens: ainda não possuem inteligência artificial integrada; demanda mais sensores, armamento, sistemas de sensoriamento e comunicação que os anteriores (DUARTE, 2012).

Com o avanço da tecnologia, observa-se que nos dias atuais há uma forte tendência, principalmente dos EUA, na produção de enxames de UCAVs (SINGH, 2018).

2.3.1 O emprego dos drones na Marinha do Brasil

Conforme Pereira (2016), na edição 36 da Revista Passadiço do Centro de Adestramento Marques de Leão (CAAML), foram identificadas várias oportunidades de emprego para a Marinha do Brasil, ressaltando que seu uso não impõe restrições de operações com aeronaves da Aviação Naval. Deixa claro que os meios de superfície das Organizações Militares (OM) que não dispõem de apoio regular de aeronaves distritais ou da Base Aérea Naval podem utilizar os drones como precioso aliado em operações navais.

As oportunidades já são evidenciadas em várias bibliografias do âmbito militar, e elencam uma Revolução nos Assuntos Militares (RAM).

Abaixo, algumas possibilidades com destaque para a Guerra Eletrônica (GE):

- Operações Ribeirinhas;
- Apoio à Hidrografia;
- Busca e Salvamento;
- Patrulha Naval e Inspeção Naval;
- Operação Antártica;
- Operações de paz e apoio humanitário; e
- Guerra Eletrônica, na qual o autor destaca a importância de se utilizar drones de

baixo custo representando ameaças aéreas no lugar das aeronaves tripuladas para fins de treinamento das guarnições em ambiente de GE e Guerra Antiaérea (PEREIRA, 2016).

2.4 Tipos de drones de acordo com seu emprego

Muitos especialistas militares concordam que os drones são o futuro da guerra. Neste contexto, existem diversos fabricantes e modelos espalhados pelo mundo, e os departamentos de pesquisa e desenvolvimento das empresas ainda estão construindo novas tecnologias de drones.

A corrida é tão grande, que só a Comissão Europeia apresentou, em junho de 2017, um plano ambicioso de investimento de 1,5 bilhão de euros (aprox. R\$ 6,35 bilhões) do dinheiro dos contribuintes para as empresas do ramo desenvolver tecnologias militares inovadoras.

Não obstante o montante de investimentos dos países, apenas 11 dos 90 países, possuem drones armados. Dos minúsculos Black Hornets, que cabem na palma da mão, até o Global Hawk de 40 metros de envergadura, os drones são empregados para diversos fins militares (KNIGHT, 2017).

2.4.1 Micro e nano-drones

Estes drones não existem apenas em filmes de ficção científica, mas existem de fato na vida real e são largamente utilizados para fins militares há vários anos. O exemplo mais concreto é o supracitado Black Hornet, com dimensões de 1 a 4 polegadas (2,54 a 11,6 cm), utilizado pelos soldados britânicos na Guerra do Afeganistão, desde 2013, para vigiar muros e esquinas.

O minúsculo drone pode ser guardado numa caixa em um cinto de utilidades, podendo o soldado controlá-lo mediante controle remoto que captura imagens de três câmeras. Estes drones utilizam baterias que duram até 25 minutos e possuem link de dados com o controlador a uma distância de até 1,6 km. Fabricado pela norueguesa Prox Dynamics, recebeu upgrade em 2014 com visão noturna e infravermelho (KNIGHT, 2017).



Figura 2.4 – Mini-drones Black Hornet com câmeras para vigilância (ARKIN, 2015).

2.4.2 Pequenos drones táticos

São drones que podem ser manuseados, embora não sejam pequenos a ponto de caber no bolso.

Exemplos destes tipos são o FULMAR, drone de vigilância com autonomia de 12 horas e alcance de 90 km dependendo da carga útil. Foi desenvolvido pela francesa Thales e é utilizado para missões de Inteligência, Vigilância, Aquisição de Meta e Reconhecimento (*Intelligence, surveillance, target acquisition, and reconnaissance – ISTAR*).

Outro exemplo é o Aladin, drone alemão fabricado pela EMT, com alcance útil de 15 km. Também existe o norte-americano Raven, fabricado pela AeroVironment (KNIGHT, 2017).



Figura 2.5 – Drone de vigilância FULMAR (NAVALDRONES, 2016)

2.4.3 Drones de reconhecimento de tamanho médio

São unidades de médio alcance utilizados também para missões ISTAR.

Nesta classe existe o Heron, drone israelense fabricado pela *Israeli Aerospace Industries* (IAI), pesando mais de 1 tonelada, com envergadura superior a 16 metros, autonomia de 52 horas e altitude de operação de 10 mil metros, considerados drones de uso

tático e de reconhecimento. Os EUA adquiriram drones Heron, assim como Canadá, Índia, Turquia, Austrália e Marrocos.

A Alemanha utiliza drones LUNA, fabricados pela empresa alemã EMT Penzberg, sendo mais barato que o Heron, porém com alcance de apenas 100 km. Paquistão e Arábia Saudita adquiriram drones LUNA (KNIGHT, 2017).



Figura 2.6 – O drone tático alemão LUNA (DRAGONSDRONES, 2017).

2.4.4 Grandes drones de combate e vigilância

Nesta categoria encontram-se os drones usados em combate em larga escala pelos EUA, como o Predator e o Reaper. Este carrega mísseis ar-terra, bombas guiadas a laser, tem alcance superior a mil milhas e autonomia de 14 horas. Também operam Reapers países da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN), incluindo Reino Unido, Espanha, França e Holanda. Existe seu rival chinês, o CH-4, adquirido pelo Iraque e pelo Egito (KNIGHT, 2017).

O maior e mais caro dos drones, o Global Hawk, fabricado pela estadunidense Northrop Grumman, é também mais dinâmico para missões ISTAR. Sem a infraestrutura terrestre custa vultosos US\$ 131 milhões. Pode sobrevoar até 18.000 metros, altitude superior a rotas comerciais e, além de ser usado em zonas de conflito, preferencialmente é empregado para monitorar sinais, escaneando chamadas de telefones celulares.

Atualmente, a Northrop Grumman é a única fabricante mundial do Global Hawk. No entanto, a China investe pesadamente na concorrência: o drone da série Caihong (CH),

pela Corporação de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (*China Aerospace Science and Technology Corporation – CASC*). A Europa também investe em drones semelhantes, o Euro Hawk, entretanto, devido aos altos custos e a problemas de voo no espaço aéreo alemão, o projeto foi temporariamente cancelado (KNIGHT, 2017).

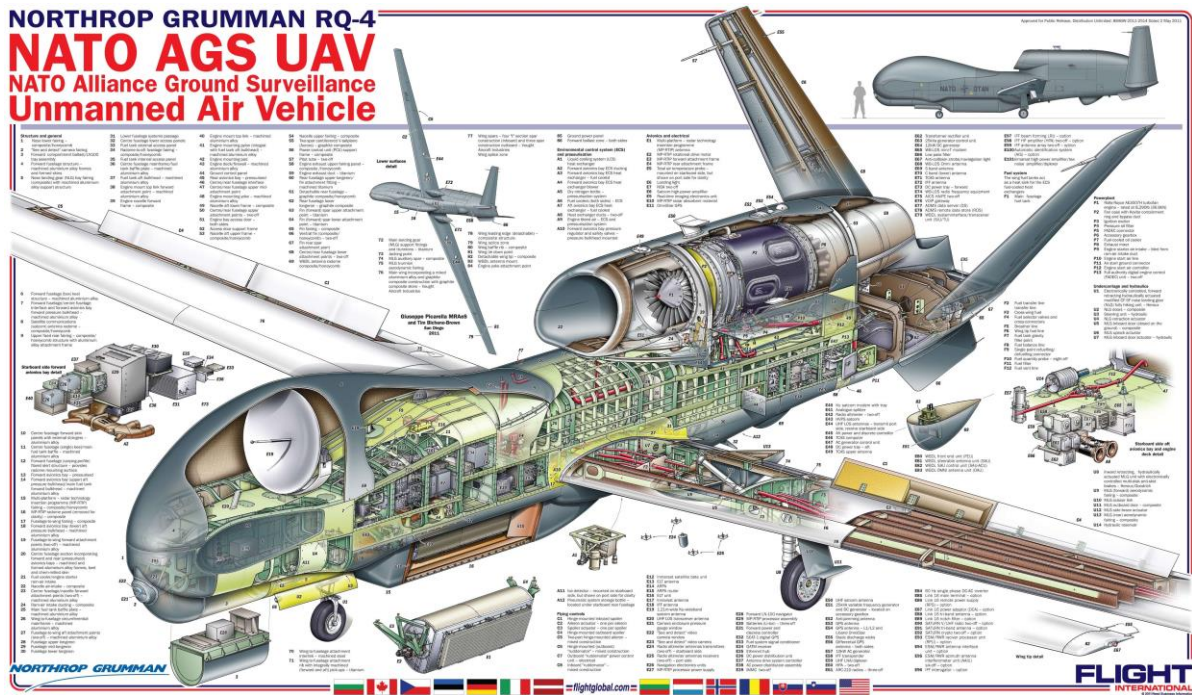


Figura 2.7 – Global Hawk, o maior dos drones (SHULGIN, 2015).

Neste capítulo, foi realizada uma breve introdução ao conceito dos drones para que se pudesse dirimir quaisquer dúvidas dentre os inúmeros vocativos atribuídos aos mesmos, e chegou-se à conclusão de que o termo RPA (*Remotely Piloted Aircraft*) é o usualmente utilizado para se referir formalmente aos drones aéreos, ou ainda UA (*Unmanned Aircraft*), adotado pelo DoD dos EUA. Foram ainda apresentadas as categorias utilizadas para interpretar as possibilidades dos drones, quais sejam VLL, MALE, HALE e HAPS, tendo este trabalho se focado mais na categoria MALE, como se poderá observar adiante, e foi descrito que UAS (*Unmanned Aerial Systems*) é o termo empregado para designar todo o aparato logístico de funcionamento da plataforma drone.

Seguindo, um pouco da história dos drones foi apresentada para extrair a sua importância no contexto das guerras, concluindo que os EUA foram os pioneiros no seu uso em importantes eventos, como os testes na Primeira Guerra Mundial, o emprego em larga escala na Guerra do Vietnã e a mudança para a guerra cirúrgica após o dia 11 de setembro de

2001, no qual ocorreram demasiados investimentos em suas tecnologias para combate ao terrorismo.

O emprego dos drones foi esclarecido conforme o fim a que se destinam, quais sejam, os táticos, os de longa autonomia para reconhecimento, os de longa duração para ataque e os de assalto, compreendidos como UCAVs (*Unmanned Combat Aerial Vehicle*). No contexto do emprego, algumas possibilidades de uso na MB foram discutidas, com ênfase na GE.

Por fim, os tipos de drones conforme o seu emprego militar, categorizando-os de acordo com suas características físicas, ou seja, basicamente seu tamanho, dividindo-os em micro e nano-drones, pequenos drones táticos, drones de reconhecimento de tamanho médio e grandes drones de combate e vigilância.

Espera-se ter obtido com este capítulo, uma compreensão macro do que seria um drone, do seu contexto histórico, do seu emprego e dos tipos de drones conforme seu emprego.

3 OS DRONES E AS SUAS TECNOLOGIAS DE GUERRA ELETRÔNICA

No capítulo 3 pretende-se mostrar os países pioneiros e mais desenvolvidos na questão dos drones, discriminando-se suas tecnologias de guerra eletrônica implantadas em suas respectivas plataformas e aeronaves. Alguns drones principais de cada país também foram inseridos para exemplificar suas possibilidades. Aqui não se objetiva criar um rol exaustivo de todos os sistemas de UCAV existentes por país, mas alguns serão citados como exemplo.

Durante a pesquisa, descobriu-se que este rol já foi produzido pela IHS Markit, empresa que reúne dados de inteligência compilando informações de indústrias e mercados intensivos em capital, com mais de cinco mil analistas, cientistas de dados e especialistas em finanças. A empresa possui cerca 50.000 clientes em mais de 140 países e está entre as 100 maiores corporações dos EUA. A empresa produziu o *Jane's All the World's Aircraft: Unmanned Yearbook 17/18*, revista que cataloga mais de 400 UAVs e mais de 100 perfis de alvos aéreos, incluindo detalhes técnicos, design e programas, fotografias, vistas tridimensionais e diagramas, com a facilidade de proporcionar a avaliação das capacidades e modelagem de ameaças aéreas atuais e futuras (IHS MARKIT, 2018).

Optou-se por incluir o Brasil no intuito de que seja realizada uma análise crítica da situação do país perante aos demais que têm mais recursos para o desenvolvimento de novas tecnologias. Quanto ao Brasil, foram citados todos os drones utilizados pelas Forças Armadas.

3.1 Brasil

No Brasil, em 2007 (registro mais antigo localizado na *internet* sobre o tema em questão), por ocasião do IX Simpósio de Guerra Eletrônica motivado pelo Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), Venâncio e Feldens (2007) emitiram um artigo intitulado “VANT em Missões de Guerra Eletrônica”, no qual sugerem a incorporação destes veículos na doutrina da Força Aérea Brasileira (FAB) em relação às ações de Guerra Eletrônica (GE).

De acordo com os autores, os Veículos Aéreos Não-Tripulados (VANT) podem ser empregados em quaisquer das Atividades de GE conforme a figura abaixo, e no decorrer do seu artigo discorrem exemplos de cada uma destas possibilidades.

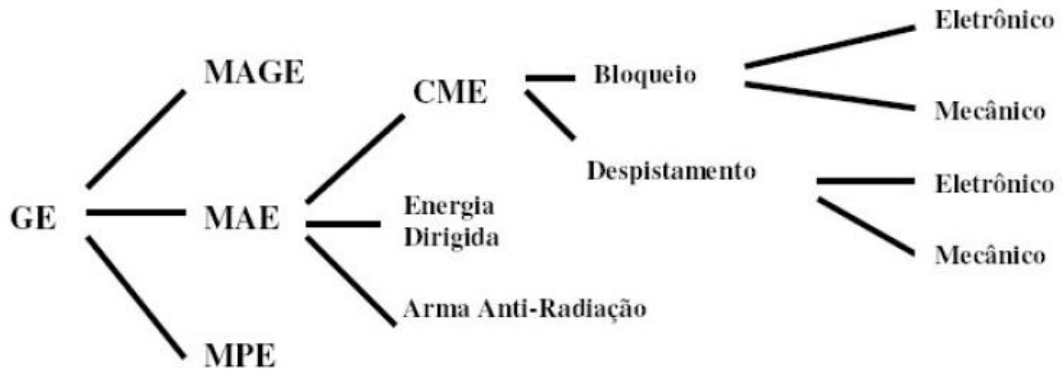


Figura 3.1 – Atividades de GE (VENÂNCIO; FELDENS, 2007).

Onde as siglas da figura estão abaixo especificadas:

QUADRO 3.1 - LEGENDA DAS ATIVIDADES DE GE

SIGLA	NOME
MAGE	Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica
MAE	Medidas de Ataque Eletrônico
MPE	Medidas de Proteção Eletrônica
CME	Contra Medidas Eletrônicas

Fonte: Adaptado de Venâncio e Feldens (2007).

Na esteira das grandes potências que operam com drones, a FAB inaugurou, em 29 de abril de 2011, o Esquadrão Hórus, sediado em Santa Maria no Rio Grande do Sul (RS), com a responsabilidade de operar ARPs. Foram adquiridos de Israel quatro unidades do Hermes RQ-450 e uma do Hermes RQ-900 (PADILHA, 2015).

A missão do Esquadrão é realizar Ações de Reconhecimento Aéreo, Vigilância de Área, Controle Aéreo Avançado e Posto de Comunicações no Ar, em operações singulares, conjuntas ou interagências (DEFESANET, 2017).

Fabricados pela israelense Elbit Systems, ambos têm capacidade de voo de até 9 mil metros de altitude, dotados de sensores de monitoramento, reconhecimento e vigilância

aérea, com câmeras diurnas e noturnas (infravermelho), radar de abertura sintética e sistema de comunicações avançados e operam em quaisquer condições ambientais (DEFESA&SEGURANÇA, 2016).



Figura 3.2 – Hermes 900 da FAB (DEFESANET, 2014).

O Brasil ainda possui outros drones com amplas capacidades. Destaca-se o VANT Classe 4 Caçador da Avionics Services S.A., apresentado oficialmente em 30 de junho de 2016, quando decolou do aeródromo de Botucatu, em São Paulo (SP), e será empregado pelas Forças Armadas, além de outros usos. Este drone possui tecnologia derivada do israelense Heron 1, entretanto, mais da metade da tecnologia foi desenvolvida no Brasil (VIANA, 2016). O Caçador é um RPA MALE, com autonomia de 40 horas e alcançando 30 mil pés de altitude. Dentre suas características eletrônicas está um link de comunicação via satélite em banda larga para permitir a operação a mais de 1.000 km de distância da estação de controle (DEFESANET, 2016). O seu peso máximo de decolagem é de 1.270 kg, com carga útil de 250 kg. A comunicação via satélite compreende o uso da banda KU. As expectativas são boas pois o Caçador foi aprovado pelo Ministério da Defesa (MD) como Produto Estratégico de Defesa (PED) (PADILHA, 2017).



Figura 3.3 – O brasileiro Caçador (FOGUEAL, 2016).

Em desenvolvimento encontra-se a ARP Falcão, com tecnologia nacional e fabricado pela Avibras Indústria Aeroespacial S/A. Projetado para aplicações civis e militares será empregado para “missões de reconhecimento, aquisição de alvos, apoio à direção de tiro, avaliação de danos e de vigilância terrestre e marítima” (AVIBRAS, 2017). O drone alcançará 11 metros de envergadura, autonomia de 16 horas, pesará 800 kg e atingirá altitude de 5 mil metros e será dotado de sensores para vigilância e reconhecimento (SCUSSEL, 2013). Além disso, está configurado para carregar equipamento eletro-óptico (para fotos e filmagens em alta qualidade, diurna e noturna) e radar de detecção de alvos móveis no solo (PODER AÉREO, 2012).



Figura 3.4 – O protótipo do Falcão (AVIBRAS, 2017).

O Falcão teve seu sistema de navegação testado em outro drone nacional, o Acauã, desenvolvido na década de 80. Este drone, com cerca de 150 kg, realizou 59 voos com sucesso, e foram construídas somente quatro unidades (NICOLETTI, 2013). Em seu terceiro protótipo, o drone teve seu sistema de pouso automático desenvolvido pela FAB, totalmente controlado por computador de bordo, permitindo a diminuição de acidentes durante a fase crítica de voo e a operação em condições meteorológicas desfavoráveis (BRASIL, 2013).



Figura 3.5 – Acauã em teste de voo (BRASIL, 2013).

Enquanto Força Aérea está na vanguarda dos drones no Brasil, o Exército Brasileiro também tem em seu currículo dois drones.

O drone VT 15 pode carregar até 10 kg de equipamentos para realizar imageamento de terreno em busca de alvos e também em vigilância aérea. Possui 4,18m de envergadura, pesa cerca de 75 kg e tem a vantagem de ser desmontável para facilitar o transporte. É considerado um RPA tático, operado por três pessoas, com enlace rádio de até 180 km em linha de visada, autonomia de 24 horas, e com volume interno capaz de carregar imageadores diurnos e noturnos, radares *Synthetic Aperture Radar* (SAR), apontadores laser, *Automatic Identification System* (AIS), e outros (DEFESANET, 2013).



Figura 3.6 – A nova geração do VT 15 começou a ser produzida em 2008 (KAWAGUTI, 2010).

Além do Exército, a Marinha do Brasil também opera o drone Horus FT-100, categoria 1, podendo ser empregado em missões de vigilância, monitoramento, detecção de alvos e inteligência. O drone possui câmeras giroestabilizadas com Sensor Dual EO/IR (*Electro-Optical/Infrared* – eletro-óptico e infravermelho), pesa de 8 a 10 kg, tem autonomia de 90 a 150 minutos e alcance de 15 km, e possui ainda uma câmera termal instalada. O drone realiza voo automático e tático e seu lançamento é manual (BENI, 2016).



Figura 3.7 – Horus FT-100 homologado pelo Ministério da Defesa (PLAVETZ, 2015).

A MB tem utilizado drones para patrulhamento da Amazônia Azul, em atividades de vigilância e controle da área marítima através de câmeras de alta resolução que capta imagens diurnas e noturnas. O modelo escolhido foi o UAV Boeing/INSITU Scan Eagle (MÜLLER, 2014). Possui 3,11m de envergadura e 1,71m de comprimento, pesando 14 a 18kg e até 22kg com combustível. Sua autonomia é de 24 horas, altitude máxima 6 mil metros e alcança velocidade máxima de 41 m/s (CONSTÂNCIO, 2014).

Este drone compõe a dotação de 12 países e já foi utilizado em combate (Afeganistão e Iraque). Junto com o CamCopter S-100, foi selecionado para vigiar os cerca de 3,6 milhões de km² da costa brasileira. Este, é um helicóptero não tripulado desenvolvido pela empresa austríaca Schiebel e possui autonomia de 6 horas, alcance de 180 km e alcança 5.400 metros de altitude (MÜLLER, 2014).

Conforme Padilha (2014), o Scan Eagle pode voar com uma câmera eletro-óptica ou com uma câmera infravermelha giroestabilizada. Até 2025, a MB pretende ter uma dotação de 5 sistemas deste drone.



Figura 3.8 – Scan Eagle (PADILHA, 2014).



Figura 3.9 – CamCopter S-100 da Schiebel (MÜLLER, 2014).

3.2 China

De acordo com Pereira (2016), a China vem se destacando na produção em larga escala de aeronaves remotamente pilotadas fazendo frente à hegemonia dos EUA, tanto em quantidade quanto em variedade tecnológica. Neste contexto, os drones chineses tendem a ser cada vez mais sofisticados e com o pretexto de derrotar qualquer nação num conflito futuro.

A ousadia da China no contexto dos drones engloba um investimento de cerca de US\$ 10,5 bilhões entre 2014 e 2023 e a produção de mais de 41.800 sistemas não-tripulados terrestres e marítimos, dotados de tecnologia de ponta para reconhecimento e vigilância e uso do espectro eletromagnético com vistas de eliminar as vantagens tecnológicas dos EUA, pontualmente.

Dentre as possibilidades chinesas destacam-se os drones BZK-006, tático de reconhecimento noturno, dotado de antena que fornece o *datalink* em tempo real entre si e a estação de comando em terra; o “Sharp Sword”, para reconhecimento de longo alcance; o Xianglong, para reconhecimento em alta altitude e alta velocidade; o WJ-600, equipado com sensores de reconhecimento eletrônico avançado e um radar de abertura sintética; o CH-4, com tecnologia via satélite e com capacidade de atacar alvos a 5 mil metros abaixo; e o Wing Loong II, possuindo sistema de comunicação via satélite e sistema óptico primário no nariz (PEREIRA, 2016).

Especificamente sobre o Wing Loong II, este drone foi concebido para múltiplos propósitos em missões de reconhecimento, vigilância, e mapeamento de danos em ataques em tempo real, operando em altitude média. Dentre os recursos de inteligência e guerra eletrônica, o drone possui uma torre eletro-óptica com infravermelho, telêmetro a laser e recursos de designador, além de um radar de abertura sintética separado. Tem autonomia de

20 horas de voo, velocidade de 230 milhas por hora e altitude de operação em 29.500 pés. Pode ser armado com bombas guiadas e mísseis (YEO, 2018).



Figura 3.10 – Wing loong II (SPUTNIK BRASIL, 2017).

Outro drone projetado especificamente como uma plataforma de vigilância e ataque é o Star Shadow, desenvolvido pela Star UAV System, e revelado na *Singapore Airshow 2018*, e com previsão de voo em 2019. Possui uma estrutura tridimensional em forma de diamante, medindo 7,13 m de comprimento e envergadura de 15 m. Segundo a empresa, essa configuração oferece características de seção reta radar na faixa de $0,1 \text{ m}^2$, categorizando o drone como *stealth*. Até o momento, a empresa se recusa a fornecer detalhes de armamento e sensores (WONG, 2018).

As intenções futuras da China revelam planos de se criar uma “rede robusta de drones”, integrando diversas plataformas como satélites, navios e jatos, tornando seu Exército capaz de localizar e monitorar frotas inimigas em longas distâncias (PEREIRA, 2016).

3.3 Estados Unidos

Um exemplo das potencialidades tecnológicas norte-americanas foi divulgado em 2017 no *site* do fabricante de ARPs, o *General Atomics*, que mostrou ao mundo uma atuação bem-sucedida do MQ-9 Predator B na guerra anti-submarina, rastreando e detectando contatos submersos. Nestes testes, dados acústicos foram coletados através de boias acústicas e repassados ao drone, que os retransmitiu para a estação terrena a centenas de quilômetros da

área de operação. O teste permitiu o rastreamento consistente de alvos submarinos. Além disso, o drone estava equipado com um Radar Multi-modo Lynx do mesmo fabricante, que cobre uma ampla área marítima para detecção de alvos de superfície, e um Radar Inverso de Síntese Inversa (*Inverse synthetic-aperture radar – ISAR*) para classificação de alvos. Continha também uma câmera de vídeo de alta resolução (*Full motion video – FMV*), eletro-óptica e infravermelha. Todos os sensores correlacionados com o Sistema de Identificação Automática (*Automatic Identification System – AIS*) para identificar o alvo. O drone também pode ser equipado com um *pod* de linha central para abrigar um radar de busca de superfície de longo alcance e de abertura de feixe de 360 graus. (GENERAL ATOMICS AERONAUTICAL SYSTEMS, 2017).



Figura 3.11 – MQ 9 Predator B (GENERAL ATOMICS AERONAUTICAL SYSTEMS, 2017).



Figura 3.12 – Radar Multi-modo Lynx (GENERAL ATOMICS AERONAUTICAL SYSTEMS, 2017).

A General Atomics é uma das maiores fabricantes de drones dos EUA, como o Predator XP, Gray Eagle e o seu similar *Extended Range* (GE-ER), Predator B, MQ-9B Reaper e o Predator C.

A BAE Systems revelou um drone que representa um grande avanço da tecnologia *stealth*. No drone Magma foram retiradas superfícies de controle da aeronave, resultando numa melhor aerodinâmica. Este UAV realizou seu primeiro voo com sucesso utilizando o próprio ar para mudar de direção ao invés de controles mecânicos complexos. Esta evolução parece realizar um ajuste fino nas características de furtividade ao se eliminar elevadores, lemes e outros detalhes em troca de um sistema de ar redirecionado do motor e dos sopradores de ar, tornando ainda a tecnologia mais barata, fácil de manter e mais segura, pois o operador pode mudar a direção do drone sem que isso o torne mais visível para o radar (MIZOKAMI, 2017).

O HALE RQ-4 Global Hawk é o estado da arte dos drones, fabricado pela Northrop Grumman, com uma versão para uso da Força Aérea dos EUA e outra para a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Dentre suas capacidades destacam-se a coleta de dados de inteligência, vigilância e reconhecimento em todo o mundo, para apoiar forças combatentes em operações de paz, contingência e tempo de guerra, tendo sido empregado em missões no Iraque, Afeganistão e Líbia. A aeronave carrega sofisticados sensores de imagem e sinais eletrônicos em operações que podem exceder 32 horas contínuas. Também possui radar SAR e *Moving Target Indication* (MTI), câmera digital eletro-óptica (EO) e um sensor de infravermelho (IR) de terceira geração. Todos estes equipamentos operam através de um processador de sinal comum, que é equivalente a um super computador no ar. A alta qualidade das imagens podem distinguir vários tipos de veículos, aeronaves, pessoas e mísseis, independente do clima, de dia ou de noite, atendendo todas as necessidades imediatas de vigilância e de combate (NORTHROP GRUMMAN, 2018).

3.4 Rússia

A Rússia desenvolveu um sistema de drone que pode ser controlado diretamente de pontos de controle aumentando a estrutura da Guerra Centrada em Redes (GCR), elaborado pela *United Instrument Manufacturing Corporation* (UIMC), filial da estatal tecnológica Rostec. Este sistema permite a comunicação entre os postos de comando e o UAV

de reconhecimento Korsar e conta com sistema de navegação inerte e sistema de rádio configurado pelo programa (SPUTINIK BRASIL, 2015).

Em Verchínim (2015), foi citado que muitos drones russos estão em teste na campanha na Síria, desde 2015, para fazer reconhecimento de terreno, monitoramento de deslocamentos de grupos radicais e vigilância dos meios aéreos em operações da coalizão antiterrorista liderada pelos EUA.

Para as missões de inteligência, o drone padrão em uso é o Orlan-10, de apenas 15 kg, mas com autonomia de 17 horas de voo, além de possuir a vantagem de ser lançado sem a necessidade de condições especiais, por catapulta móvel e pouso por paraquedas.

Outro drone é o Dozor-600, capaz de carregar equipamentos de reconhecimento e radar, mas também pode ser dotado de sistemas de ataque. Além destes, o Skat faz parte do arsenal do Exército russo, podendo atingir 800 km/h, altitude de 12 mil metros e autonomia para percorrer 4 mil km de voo, realizando ataques com mísseis e bombas.

O Proriv ultrapassa o Skat em altitude, atingindo até 20 mil metros (VERCHÍNIN, 2015).

Um outro drone capaz de realizar reconhecimento aéreo em quaisquer condições meteorológicas é o Merlin-21b, primeiro de fabricação russa capaz de encontrar alvos sob a cobertura florestal, apresentado em 2015. Uma característica ressaltada é que este drone possui um radar que opera em dupla frequência (VHF - *Very High Frequency* - e UHF – *Ultra High Frequency*), capaz de enxergar através das folhas da floresta e fornecer alta resolução ao mesmo tempo, e será utilizado para combater o terrorismo (KOROLKOV, 2015).

De acordo com o programa de reaparelhamento de armamento russo para 2018-2027, o governo incluiu a aquisição de UCAVs. Até o presente, nenhum dos 2.000 UAV no inventário das forças armadas russas possui drones de ataque, embora alguns tenham sido empregados como elementos em sistemas de reconhecimento de ataque e reconhecimento e controle de fogo, principalmente nas ações na Síria. Os russos têm obtido muita experiência com as operações naquele país, no qual cerca de 60 a 70 UAVs realizam missões de reconhecimento e guerra eletrônica. Alguns protótipos de UCAVs como o Tupolev Tu-300 Korshun, historicamente o primeiro de fabricação russa, foi o que avançou nos testes operacionais. Este drone possui radares laterais e câmeras *Forward Looking Infra-Red* (FLIR) e fotográficas. Uma versão armada do MALE Orion foi apresentado em 2017 e o menor projeto de UCAV russo atual é o S300M Burevestnik, da Pilotless Systems. Este possui designador a laser para iluminação do alvo, pode carregar bombas guiadas e têm orientação

Glonass/GPS, sistemas de posicionamento global por satélites russo e estadunidense, respectivamente (KARNOZOV, 2018).

A Rússia intenciona, ainda, modernizar seu drone Korsar incrementando sua capacidade operacional com sistema de guerra eletrônica avançada, de acordo com a empresa estatal de alta tecnologia Rostec. Este drone foi revelado por ocasião do desfile militar do Dia da Vitória, em maio de 2018, em Moscou. Atualmente, o Korsar foi projetado para reconhecer o terreno, realizar voos de patrulha e observação e realizar levantamentos aéreos num raio até 120 km (MILITARY & DEFENSE, 2018).



Figura 3.13 – Tupolev Tu-300 Korshun (KARNOZOV, 2018).



Figura 3.14 – O Korsar no desfile do Dia da Vitória russo em Moscou (SAVOSTIANOV, 2018).

3.5 França

Atualmente, a França somente possui drones para missões de vigilância, inteligência e reconhecimento, no entanto, o país decidiu por armar seus drones em 2017. Um exemplo são os norte-americanos MQ-9 Reapers, em operação no Níger, que se pretendem dotar de mísseis Hellfire ou o Brimstone europeu, mas com previsão para 2025. A França também está focada no primeiro drone de combate fabricado por países da Europa, o nEUROn, que realizou seu primeiro voo em 2012, mas há também a opção pelo britânico Taranis (VILMER, 2017).

Desde de 2003, o governo francês tomou a iniciativa de desenvolvimento do UCAV nEUROn, projetado com capacidade de carga externa para bombas e mísseis, designação a laser, tecnologia *stealth* e capacidade de operar em rede . A Dassault Aviation foi a empresa escolhida para ser a desenvolvedora e juntamente com a Agência Francesa de Aquisição de Defesa (DGA – *Délégation Générale pour l'Armement*) gerenciam o programa do drone. Os governos italiano, sueco, espanhol, grego e suíço aderiram a iniciativa francesa (DESSAULT AVIATION, 2018).

O VANT IT 180 (propriedade da companhia francesa ECA Group, especializada em robóticas e soluções para sistemas navais não-tripulados) é um mini helicóptero versátil capaz de voar em baixas condições ambientais com um sistema de baterias flexíveis proporcionando duas horas de autonomia e cobrindo uma área de raio de 30 milhas náuticas enquanto carrega até 5 kg de carga útil. Pode ser usado para vigilância e segurança de navios, para detectar minas ou para servir de rádio além do horizonte para outros drones aéreos ou navais operando em conjunto (NAVAL EXPERTS, 2016).



Figura 3.15 – nEUROn (DESSAULT AVIATION, 2018).

3.6 Israel

Israel é um dos grandes fabricantes e exportadores de drones do mundo, através da empresa *Israeli Aerospace Industries* (IAI). Esta empresa é líder mundial nos mercados comercial e de defesa, fornecendo tecnologias e sistemas de última geração nos domínios aéreo, espacial, terrestre, marítimo, cibernético, segurança interna e Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (ISR - *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance*) (WEISS, 2018).

A empresa possui mais de 40 anos de experiência no ramo e cerca de 1.600.000 horas de voo operacional em sistemas remotamente pilotados, realizando missões de coleta de informações e alvos em apoio às missões militares em todo o mundo. Seus sistemas incluem uma variedade grande de drones carregando múltiplas cargas eletro-ópticas, de radar e de inteligência de sinais, e são controlados de sofisticadas estações de controle terrestre.

A lista de drones inclui os RPAs Heron, Super Heron, Heron TP, Searcher Mk. III, BirdEye (400, 650 e 650D), Phanter VTOL, Hovermast 100, os antigos sistemas Hunter, Scout e Ranger, além de uma gama de estações de controle, sistemas de comunicações, radares e sistemas eletro-ópticos.

Um exemplo de suas capacidades operacionais está na versão do sistema marítimo do Heron, que pode fornecer resistência operacional até 45 horas continuamente, com coleta de informações em tempo real e designação a laser, podendo transportar várias cargas e sensores simultaneamente, como radar de patrulha marítima com funções multimodo, sensores diurnos e noturnos e um pacote de inteligência eletrônica opcional. Sua comunicação com a estação terrena na linha de visada é de 250 km, ou por relé de dados aéreos até 350 km, ou ainda via sistema de comunicação satelital. Suas únicas limitações são o combustível e a cobertura do satélite. A versão para missões em terra do Heron compreende capacidade de multimirmissões ISTAR com múltiplos sensores embarcados (EO/IR e radares), permitindo o rastreamento de múltiplos alvos em ampla área (IAI, 2018).



Figura 3.16 – Heron TP de Israel (IAI, 2018).

Outro grande fabricante israelense é a Elbit Systems, também de alta tecnologia com clientes em todo o mundo, inclusive o Brasil, que adquiriu sistemas Hermes para a FAB. Dentre sua especialidade encontra-se a fabricação de RPAs e sistemas de guerra eletrônica.

Os UAS são a espinha dorsal das forças armadas de Israel, a *Israel Defense Force* (IDF) e têm sido adquiridos por muitos países, devido ao rendimento operacional altamente eficaz. Seus sistemas incluem o Skystriker, para ataques táticos precisos de longo alcance; o Skylark 3, mini-UAV para missões ISTAR; o Skylark C, mini-UAV projetado para navios patrulha, totalmente autônomo desde o lançamento; os mini-UAV multi-rotorés Da-Vinci, Thor e Nox; e os conhecidos drones da linha Hermes (90, 450 e 900), sendo este último modelo o mais avançado, com capacidades de multi-missão e multi-carga persistentes, até 350 kg. Pode realizar missões de dominância aérea e ISTAR, em apoio terrestre e marítimo. O Hermes 900 também é dotado de sistemas EO/IR, laser, SAR, GSM (*Global System for Mobile Communications*), e outros, além de capacidade de guerra eletrônica, sistemas hiperespectrais, sistemas de varredura de área ampla, vigilância persistente e outras cargas úteis de longo alcance (ELBIT SYSTEMS, 2018).



Figura 3.17 – Hermes 900 (ELBIT SYSTEMS, 2018).

Neste Capítulo 3, tratou-se dos drones e das suas tecnologias evitando-se a descrição enfadonha de cada termo, equipamento, ou doutrina da GE, mas tão somente priorizando-se seu contexto dentro das possibilidades de cada país.

Através da FAB, o Brasil tem dado prioridade na aquisição de drones e no investimento em qualificação dos recursos humanos para operarem seus sistemas. O EB e a MB também os tem adquirido, no entanto, em comparação à Força Aérea, ainda é de forma

muito insipiente, dado que a aquisição de importantes drones como o Hermes de Israel significa interesse em possuir o que se há de melhor no mundo.

Além do Brasil, optou-se em apresentar somente os grandes desenvolvedores de drones: EUA, China e Israel. Estes países têm investido pesadamente na produção de novos modelos cada vez mais robustos, mais tecnológicos, e também expressivamente mais caros. Atualmente, são a referência no que tange aos UCAVs.

A Rússia também foi apresentada com bastante importância, pois na corrida armamentista dos drones, tem previsões de grandes investimentos até 2027, principalmente em UCAVs, além de investimentos em uma estrutura de drones em rede, e em armar seus drones já existentes. O país tem adquirido muita experiência neste assunto em sua campanha na Síria.

A França incorpora o rol deste Capítulo por ser a idealizadora e líder no projeto do primeiro UCAV da Europa, o nEUROn, que será dotado de modernos equipamentos de GE.

Por fim, pode-se concluir que o Brasil em termos de tecnologia de GE por meio dos drones (aqui não se refere à quantidade de drones) não está muito aquém das expectativas, tendo em vista que os sistemas adquiridos pela FAB são de primeira linha, podendo realizar a mesma missão que os EUA, China e Israel realizam no que diz respeito à vigilância, reconhecimento e monitoramento, dado que ainda não carregam carga útil explosiva.

4 OS DRONES E A GUERRA ELETRÔNICA NOS CONFLITOS ATUAIS

Os drones são considerados os novos membros das tripulações de navios, expandindo capacidades operacionais dos meios no que tange às missões de alto risco, obtenção de informações e projeção de força. Neste sentido, são extensões dos próprios navios e Forças Navais, sendo considerados também mais confiáveis, eficientes, responsáveis, discretos, menos custosos para se mobilizar e operam em quaisquer condições meteorológicas para cumprir sua missão (NAVAL EXPERTS, 2016).

O parágrafo acima reflete bem a influência dos drones nas forças armadas dos países, mais especificamente, as Marinhas. Neste entendimento, este capítulo trará à luz do conhecimento um pouco do que eles têm representado nas relações comerciais, tecnologia e projeção de poder para dissuasão dos conflitos.

Será explanado um pouco sobre quais países iniciaram as ações com drones em combates, quais países estariam armando seus drones e quais importam e/ou exportam os drones militares de/para outros.

Adiante, será comentado sobre o futuro dos conflitos com os drones num ambiente de guerra eletrônica, e ainda será apresentado um breve resumo das armas russas utilizadas como contramedidas aos mesmos, dado que a Rússia tem investido pesadamente nisso.

4.1 A era dos drones

Uma recente pesquisa foi realizada pela equipe técnica do *site New America*, em 2017, e a intitulou “*World of Drones: Examining the proliferation, development, and use of armed drones*”. Neste trabalho, a equipe conclui que a era dos drones já iniciou, e que a realidade dos combates já foi alterada devido ao seu uso irrefreável.

Uma das principais linhas da pesquisa foi mensurar quem (que país) efetivamente possui drones, quem os fabrica e vende, quem os importa e quem os usa para a guerra. No Anexo 1 são apresentados todos os países que exportam e importam drones. Neste ínterim, estão os maiores exportadores (EUA, Israel e China) e os maiores importadores de drones (Índia e o Reino Unido).

O *site* indica também que grupos extremistas os têm adquirido para fins terroristas, como o Estado Islâmico (EI – grupo militante sediado na Síria e no Iraque), os Rebeldes Houthi (grupo apoiado pelo Irã no Iêmen), o Hezbollah (grupo militante libanês), o Hamas (grupo palestino que governa a Faixa de Gaza), e outros grupos que também relataram o uso de drones, incluindo rebeldes líbios, a República Popular de Donetsk, Peshmerga curdo, Jabhat al-Nusra, Faylaq al-Sham, Saraya al-Khorani, grupos rebeldes sírios, as Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia (FARC), e cartéis de drogas, como o mexicano Cártel de Jalisco Nova Geração (CJNG).

Como supracitado, os EUA e Israel são os maiores exportadores de drone do mundo, e a China é um grande exportador em crescimento. No entanto, os EUA exportam somente para membros da OTAN, drones fabricados pela General Atomics, o Reaper e o Predator. O cargo chefe de Israel é o MALE Heron, concorrente do Reaper. E a China, com sua política mais liberal de exportação preencheu as lacunas do mercado com o CH-3 desde 2013, ao atual CH-5 (Caihong). Este drone já foi utilizado em combate contra o EI em Ramadi pelas forças armadas iraquianas, enquanto que os Emirados Árabes Unidos (EAU) e a Arábia Saudita utilizaram a versão desarmada do CH-4 em missões no Iêmen.

Dentre os maiores importadores estão o Reino Unido em primeiro lugar. No período de 2010 a 2014, foi responsável por 33,9% das importações em todo o mundo. A Índia é o segundo maior importador de drones. Não obstante estes dois países entrarem em cena como os maiores consumidores, eles também os produzem. O Reino Unido fabrica pequenos drones similares ao Hermes 450 israelense, os MALE Watchkeeper WK450.

São elucidados ainda nove países que os usam em combate: EUA, Israel, o Reino Unido, Paquistão, Iraque, Nigéria, Irã, Turquia e Azerbaijão. Entretanto, a pesquisa aponta que diversos países estão armando drones.

Quadro 4.1 - PAÍSES QUE USARAM DRONES EM COMBATE

PAÍS	DATA	ONDE USOU	DRONE	ARSENAL
EUA	07OUT2001	Afeganistão	Predator	RQ-11 Raven, AeroVironment Wasp III, AeroVironment RQ-20 Puma, RQ-16, T-

				Hawk, MQ-1C Gray Eagles, MQ-9 Reapers, RQ-7 Shadow, RQ-4 Global Hawk
Israel	24OUT2004	Gaza	desconhecido	Orbitor (série), Aerostar, Hermes (série), Heron (série), Searcher (série)
Paquistão	07SET2015	Internamente	Burraq	Burraq, Shahpar, Arrow
Nigéria	03FEV2016	Internamente	CH-3	Aerostar (Israel), CH-3 (China) GULMA (nacional)
Irã	04FEV2016	Síria	Shahed 129	Ababil (cinco variantes), Mohajer (quatro variantes), Karrar, Yasir, H-110 Sarir, Hazem, Hamaseh, Shahed 129, Ra'ad-85
Azerbaijão	05ABR2016	Nagorno- Karabakh	IAI Harop	Xxxx
Iraque	25MAI2016	Internamente	CH-4	Scan Eagle (EUA), CH-4B (China)

Turquia	09DEZ2016	Internamente	Bayraktar	TAI ANKA, Bayraktar, Bayraktar TB-2, Heron (Israel), Aerostar (Israel), Gnat (EUA)
Reino Unido	(não informado)	Afeganistão	MQ-9 Reaper	Scan Eagle (EUA), MQ-9 Reaper (EUA), Hermes 450 (Israel)

Fonte: Adaptado de Bergen, Sterman, Sims, Ford e Mellon (2017).

Apesar dos países acima terem utilizados drones em combate nos últimos anos, e ainda o utilizarem em conflitos atuais, como os EUA e Israel, por exemplo, ainda existem os países que possuem drones armados que não foram produzidos internamente. No Anexo 2 são mostrados os países que possuem drones armados até o ano de 2017, cuja lista compreende um elenco maior de países além dos quais Knight (2017) levantou.

Alguns países europeus também estão desenvolvendo drones armados de última geração, os nEUROn, muito semelhante ao americano X-47B operado de porta-aviões. O nEUROn é um protótipo de combate furtivo desenvolvido em conjunto pela França, Itália, Grécia, Espanha, Suíça e Suécia.

Paquistão, Turquia, Irã, Rússia, Taiwan e Índia também caminharam rumo ao desenvolvimento de variados drone armados. A Índia, por exemplo, desenvolveu o RPA Rustom-I em 2009, armando sua segunda versão, o RPA MALE Rustom-II, em 2015. O Anexo 3 contém uma lista de países desenvolvendo drones armados até 2017 (BERGEN; STERMAN; SIMS; FORD; MELLON, 2017).

4.2 O futuro dos drones

Uma visão futurista – e não muito distante – já está sendo testada pelos EUA e foi citada nos estudos de Ferreira (2017). A chamada “robótica de enxame” tem esse nome por unir tecnologia com natureza, ao correlacionar a cooperação de certas espécies como formigas e abelhas em tratar dos problemas de sua comunidade com o uso de drones inteligentes.

Neste mesmo estudo, o autor cita o uso de um enxame de drones durante o intervalo do *Super Bowl*, em 2017, o evento mais importante de esportes daquele país. No evento, centenas de unidades de veículos aéreos formaram coordenadamente diversas imagens no céu, dentre as quais, a bandeira dos EUA.

Em termos de guerra, colocar-se-ia enxames de drones subordinados a um caça ou helicóptero de ataque. Atualmente, é possível controlar drones MQ-1C Gray Eagle armados com mísseis ar-terra Hellfire remotamente, a bordo de helicópteros AH-64D Apache (FERREIRA, 2017).



Figura 4.1 – MQ-1C Gray Eagle (KELLER, 2015).

Ainda em 2017, no mês de dezembro, a China também realizou uma demonstração cinematográfica de enxame de drones em Guangzhou, durante o “*Global Fortune Forum*”, ocasião em que superou os EUA em quantidade, reunindo o maior enxame de todos os tempos: 1.108 mini drones (*dronebots*) realizando tarefas para demonstrar sincronia com instrumentos de alta tecnologia. A demonstração também surpreendeu porque as unidades que não estavam sincronizadas realizaram seu próprio pouso, demonstrando alguma capacidade de pensamento independente (um prelúdio à Inteligência Artificial – IA).

A concepção do exame de drones é atraente, pois pretende o domínio defensivo e ofensivo da guerra.

Ao fundir alta tecnologia com IA, a indústria chinesa surpreendeu até mesmo os EUA, que ainda estão nos estágios iniciais do exame de drones, através do seu programa de baixo custo de tecnologia de enxames de drones (*LOW-Cost Unmanned aerial vehicle Swarming Technology - LOCUST*) (BURGERS; ROMANIUK, 2018).

O exame demonstra enorme potencial de ataque, no entanto, a tecnologia ainda precisa ser comprovada e testada. Basicamente, o LOCUST dispara pequenos UAVs de um lançador baseado em tubo. O programa é considerado de baixo custo porque podem ser utilizados componentes computacionais comerciais nos processos de fabricação menos complexos. Isso ajuda a característica principal de operar em grande número, sendo visto como um bem descartável, desde que a eficácia operacional geral do exame não seja comprometida. Isso é uma vantagem significativa em relação aos sistemas maiores, cujo uso deve ser avaliado em relação aos riscos de se perder numa ação. A comparação dos custos ainda seria maior se um membro do exame puder ser substituído com a tecnologia da impressão em 3D, permitindo que suas peças sejam impressas na linha de frente e depois montadas *in situ* (RICHARDSON, 2017).



Figura 4.2 – LOCUST (RICHARDSON, 2017).

No mês de junho de 2017, a estatal *China Electronics Technology Group Corporation* (CETC) realizou teste com 120 unidades de RPA de asa fixa, simulando missões onde toda a formação agia em conjunto e instantes onde grupos menores se separavam para completar objetivos específicos, para fins de verificar os limites da tecnologia existente. Ao dominar esta tecnologia, espera-se que, sendo conectados em rede e de natureza autônoma, os enxames seriam demasiadamente difíceis de combater.

Os futuros enxames de drones poderiam ser dotados de bloqueadores de guerra eletrônica, emissores que imitam os sinais de outras aeronaves, equipamentos com habilidade de realizar ataques cibernéticos ou diferentes sistemas para confundir ou sobrecarregar as defesas de um inimigo, antecedendo operações militares de maior complexidade. Por exemplo, um exame dotado de câmeras eletro-ópticas ou infravermelhas, pode espionar alvos de interesse e copiar essas informações de inteligência e sensoriamento para outras aeronaves ou estações de comando, possibilitando uma visão completa da cena de ação e perigos em potencial. Poderiam ainda, ser antecidos por umUCAV, fornecendo a este informações de locais sensíveis para o ataque.

Toda a tecnologia de enxame está evoluindo mais depressa do que as suas contramedidas. Bloqueadores adicionais, lasers de estado sólido, defesas de curto alcance, são geralmente melhores para desabilitar ou destruir um alvo de cada vez, ao invés de um grupo maior. Para desativar drones táticos, equipamentos de interferência omnidirecional, usando as mesmas frequências parece ser ineficiente, vide o caso dos ataques que a Rússia sofreu em uma base na Síria em janeiro de 2018. Neste ataque, uma combinação de defesa aérea e guerra eletrônica de curto alcance não destruiu o enxame de drones que os atacou (TREVITHICK, 2018).

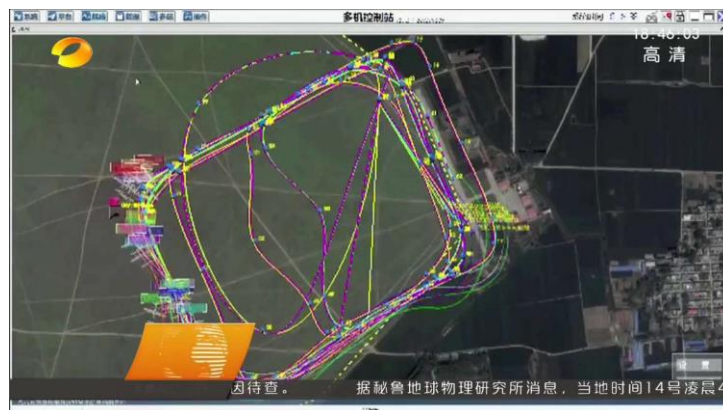


Figura 4.3 – Rotas de enxames de drones chineses durante teste em 2017 (TREVITHICK, 2018).

4.3 As armas contra os drones

Recentemente, Litôvkin (2018) publicou que a Rússia estaria incrementando sua defesa antiaérea com fuzis portáteis “Taran”, “Sapsan” e “Pischal” numa base militar russa na Síria contra drones do EI, desenvolvidos pela empresa “Automatica”, ainda em fase de testes. O “Pischal”, por exemplo, seria uma arma eletromagnética que tem a capacidade de desligar e destruir drones, através da interrupção de sinais de WiFi e GPS até uma distância de 500 metros. Este rifle é análogo ao “REX-1”, do consórcio Kalashnikov, que utiliza bateria e pode funcionar por 4 horas.

Os modelos “Taran” e “Sapsan” são maiores, sendo este o mais poderoso de todos, pois pode ser usado até contra drones de ataque com bombas não guiadas. Ele utiliza canais de infravermelho, rádio, vídeo e de radar até 100 km para detectar e desligar os drones. O “Sapsan” encaminha as coordenadas dos drones de ataque aos sistemas de defesa antiaérea se não for eficiente contra eles.

Já o “Taran” seria eficaz contra ataques maciços de drones, pois “cria um campo eletromagnético insuperável” num raio de 900 metros, sem afetar pessoas e comunicação rádio (LITÔVKIN, 2018a).

Entretanto, não é apenas a Rússia que investe em armamento para desativar drones. Neste ramo, também estão os EUA, França, Alemanha, China e Índia, que veem neste investimento um viés mais econômico.

O supracitado “REX-1” obstrui canais de comando e controle de drones, bloqueiam os sinais GSM (*Global System for Mobile Communications*), GPS (*Global Positioning System*), Glonass (*Globalnaya navigatsionnaya sputnikovaya sistema*), Galileo (sistema de navegação por satélite da União Europeia), Compass (sistema de navegação por satélite da China) e outros, o que faz com que os drones retornem a suas bases ou possam ser estudados pelas forças russas ao cair em suas mãos.

Além dos rifles eletromagnéticos, dois veículos com tecnologia de ponta são utilizados. O Krasukha-4, rádio-eletrônico, pode desligar sistemas computacionais até dos equipamentos mais modernos. Ainda são capazes de desligar sistemas de controle de fogo, comunicação e navegação das aeronaves inimigas, ao proteger a base com um escudo eletrônico, cegando drones num raio de 250 km. O veículo Pantsir-S1 é um sistema antimíssil que dispara projéteis de calibre de 30mm podendo perfurar a blindagem de aeronaves.

Ambos veículos conseguiram frustrar um ataque de drones sírio em janeiro deste ano (LITÔVKIN, 2018b).

Aparentemente, o “Taran” seria a arma eficaz contra o enxame de drones (*swarm*), criando interferências rádio incapacitando todos os componentes eletrônicos dos sistemas oponentes, destruindo-os fisicamente, provavelmente queimando-os com corrente de alta tensão. Os detalhes do armamento são confidenciais (VERCHÍNIN, 2016).



Figura 4.4 – O rifle REX-1 da Kalashnikov (AIR GUN, 2018).

A foto acima representa não só a conclusão deste Capítulo, mas o início de uma nova era na qual a tecnologia impera na pauta das grandes nações desenvolvidas que se ocupam de criar medidas e contramedidas para projetar seu poder político, econômico e bélico.

O Capítulo 4 tratou, primeiramente, de contextualizar esta nova era, na qual o mundo dos drones é, de fato, concreto. Objetivamente, esta pesquisa rumou para apresentar todos – senão a grande maioria, por conta do lapso temporal – os países exportadores e importadores de drones, os países que estão armando e os que já possuem drones armados, e aqueles que os efetivamente os usam em combate. Alguns grupos extremistas também foram introduzidos nos estudos para alertar do perigo que a tecnologia representa em mão erradas.

Em sequência, tratou-se do futuro dos drones, no qual a principal linha de pesquisa e desenvolvimento é centrada na questão dos enxames. Os EUA e a China estão na disputa para produzir aceleradamente o enxame mais eficaz, mas parece que a China detém o

limiar entre uma rede de drones controlada para um enxame dotado de inteligência artificial, o que tornaria os rumos de um conflito futuro algo digno de Hollywood.

Em terceiro lugar, foi comentado resumidamente sobre as armas russas contra os drones, ainda que não fosse o tema deste trabalho, mas que representa a preocupação na dissuasão desta ameaça aérea de modo mais econômico e portátil, pois um soldado pode manejá-lo na linha de frente de um combate. Algumas referências não incluídas no trabalho foram encontradas também sobre os EUA estarem desenvolvendo armas contra drones, mas a Rússia possui fontes mais expressivas sobre o assunto, daí a preferência.

Enfim, espera-se que os breves comentários sobre a comercialização dos drones, seu uso em conflitos atuais, suas tecnologias de GE, o futuro dos drones nos conflitos e as armas contra os drones, encerrem proveitosamente o contexto do trabalho focado no tema sugerido.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como ideia central o emprego de drones aéreos em proveito da Guerra Eletrônica nos conflitos atuais e utilizou, como fonte de pesquisa, reportagens publicadas na internet, em sua grande maioria, e algumas revistas, periódicos e artigos digitais e físicos.

Drone significa, para todos os fins deste trabalho, uma aeronave sem piloto embarcado, capaz de ser controlado remotamente por rádio-frequência ou satélites, através de pessoal qualificado em estações de apoio baseadas em terra. Portanto, drone é um equipamento inserido num sistema maior, compreendido pelo mesmo, por sua estação de controle, por sistemas de comunicação e demais equipamentos de apoio.

A farta literatura categoriza os drones de diversas maneiras, conforme seu emprego e características operacionais, mas observou-se no decorrer da pesquisa que muito se tem falado sobre os drones da categoria MALE (*Medium Altitude and Long Endurance*) para tratar das aeronaves de média altitude com duração persistente em missões.

Uma questão muito interessante é revelada quanto aos primórdios das aeronaves remotamente pilotadas, pois se tem registros históricos da utilização de protótipos desde a Primeira Guerra Mundial pelos estadunidenses, que chegaram a testá-los durante a guerra, mas não a empregá-los, pois a mesma já teria sido encerrada. Foi na Guerra do Vietnã que os norte-americanos os utilizaram em maior escala para missões de mapeamento de terreno e reconhecimento, sobretudo, mas também foram lançados mísseis contra alvos específicos fazendo-se engendrar os primeiros ataques cirúrgicos com tecnologia aérea de controle remoto. Após a Guerra do Vietnã, o desenvolvimento dos drones acelerou a passos largos, e seu emprego explodiu quando da retaliação aos ataques terroristas do World Trade Center, em Nova Iorque, em missões no Afeganistão.

O leque de utilização dos drones não se limita aos conflitos com terroristas, mas especialmente no fato de que eles são a contrapartida de se arriscar a vida de um piloto e de tropas terrestres em missões arriscadas. Nesta linha de raciocínio, cientistas militares os definem como úteis em missões *dull, dirty and dangerous*. A primeira se refere a missões de longa duração que exaurem as energias dos pilotos. A segunda, a missões em ambientes contaminados por agentes biológicos, nucleares, radiológicos e químicos. E a última, a missões extremamente perigosas para as tropas aliadas frente às ameaças inimigas.

Os grandes drones de combate compreendem as aeronaves remotamente pilotadas de assalto, quais sejam, os UCAVs (*Unmanned Combat Aircraft Vehicles*), dotados de mísseis e bombas guiados a laser, e outros equipamentos de GE e Comunicações altamente tecnológicos. São também os mais robustos e caros do mercado.

Embora sejam mais conhecidos e temidos, os drones de assalto não são os únicos que existem para serem utilizados na frente de combate. Micro e nano-drones têm sido empregados pelos soldados britânicos em campanhas no Afeganistão desde 2013, para monitorar forças hostis em guerrilha urbana. Importantes drones táticos para missões de inteligência, vigilância, aquisição de metas e reconhecimento também são empregados em conflitos e podem ser portáteis. Com esta finalidade também existem drones de tamanho médio.

O Brasil não está alheio ao desenvolvimento dos drones e está de olho nas grandes potências que os utilizam. A FAB adquiriu excelentes drones israelenses para realizar operações de vigilância e monitoramento no território nacional por ocasião dos Grandes Eventos dos últimos anos. As aeronaves Hermes 450 e 900, fabricado pela empresa Elbit Systems, têm modernos recursos de GE e aviônica de última geração. Já o EB e a MB também possuem seus respectivos drones, no entanto, o Hermes é superior em capacidades. Especificamente em relação à MB, os Fuzileiros Navais utilizam drones portáteis para apoio às missões terrestres. Também utiliza um modelo de drone para monitoramento da Amazônia Azul, o Scan Eagle da Boeing e pretende adquirir um modelo de helicóptero não-tripulado austríaco de última geração, o CamCopter S-100, para ser usado com a mesma finalidade.

A China, os EUA e Israel aparecem como os principais atores quando se trata de desenvolvimento de drones. Os maiores e mais tecnológicos são produzidos por estes países, que incorporam em seu Produto Interno Bruto volumosas receitas. Na corrida armamentista, os EUA e a China competem para desenvolver um aparato bélico futurista, denominado *swarm*, isto é, enxames de drones, fazendo analogia às espécies da natureza, como as abelhas e as vespas.

A Rússia tem em seus planos governamentais uma previsão de investimentos pesados em tecnologias de drones armados, dado que atualmente somente emprega drones de vigilância e reconhecimento. Entretanto, a Rússia possui um aparato bélico invejável de armas eletromagnéticas contra drones, sendo os principais atores neste ramo de desenvolvimento. Durante a pesquisa deste trabalho, somente foram encontrados registros da Rússia tendo utilizado armas contra drones, em sua campanha na Síria.

A França atualmente é a grande motivadora de um projeto de desenvolvimento do primeiroUCAV europeu, o nEUROn, com amplas capacidades de GE e de ataque. O país espera concluir, juntamente com os governos italiano, sueco, espanhol, grego e suíço o projeto iniciado em 2003.

Uma das principais linhas de pesquisa sobre os drones foi publicada recentemente pelo *site New America*, intitulada *World of Drones*. Segundo esta pesquisa, a era dos drones já iniciou e a realidade dos combates já foi alterada devido seu uso em larga escala. Este *site* aponta os maiores exportadores (EUA, Israel e China) e maiores importadores (Índia e Reino Unido) de drones do mundo, além de diversos outros países que desejam adquirir a tecnologia para gerenciar seus conflitos. Isto demonstra inequívoca intenção de potencializar seu aparato bélico e garantir vantagem estratégica e/ou tática. O *site* indica ainda que grupos extremistas como o Estado Islâmico também tem adquirido drones de forma irregular para dotá-los de carga explosiva e utilizá-los em sua causa.

Diversos países já utilizaram os drones em combate, tendo sido os EUA os primeiros a popularizarem o seu emprego, na campanha do Afeganistão. Mas dentre os países usaram drones em combate, nem todos os fabricaram internamente. O diferencial é que estes países não detém a tecnologia de fabricação dos drones de ataque, como a Nigéria, por exemplo, que usou um drone de fabricação chinesa para dirimir conflitos internos.

Mas não são os drones atuais que farão a diferença em futuros conflitos. A inteligência artificial ainda não está completamente desenvolvida e quando estiver trará uma vantagem operacional sem precedentes ao detentor da tecnologia. Isto porque se fornecerá capacidade ilimitada aos enxames de drones de operar como se fosse um único meio, ou em grupos designados para cumprir determinadas missões ou cada unidade como uma célula independente realizando ataques coordenados. Neste espaço, EUA e China disputam acirradamente, a ponto de realizarem exposições cinematográficas em eventos públicos como o *Super Bowl* e *Global Fortune Forum*, respectivamente, em 2017, no qual a China destacou-se ao apresentar mais de mil mini drones executando tarefas sincronizadas.

No futuro, os enxames de drones poderiam ser dotados de importantes recursos de guerra eletrônica, para realizar missões de ataque eletrônico, de reconhecimento, vigilância e inteligência centrados em rede e/ou antecedendo operações comUCAVs, fornecendo informações precisas de alvos. As contramedidas aos drones e aos futuros enxames estão sendo desenvolvidas pela Rússia, principalmente, através do emprego de sistemas capazes de desligar os controles de armamento, comunicação e navegação das aeronaves inimigas.

5.1 Considerações Finais

O trabalho procurou juntar algumas informações da rede mundial de computadores realizando buscas refinadas em *sites* sobre assuntos de guerra eletrônica, drones e conflitos, inclusive em outros idiomas, principalmente, o inglês. Inicialmente, o problema sugerido alertou para o fato de que grandes nações têm demonstrado forte interesse pelo desenvolvimento de drones para compor seu arsenal bélico, dado que a supremacia da tecnologia subjuga outras nações menos desenvolvidas. Isto se justifica pela corrida armamentista tecnológica visando incrementar os drones de capacidades avançadas de vigilância, reconhecimento, inteligência e ataque, para se otimizar as ações estratégicas e táticas em conflitos. Tratando-se de segurança, defesa e soberania nacional, o tema é de grande relevância para o país e, conseqüentemente, para a Marinha do Brasil.

No que tange aos objetivos específicos, foram dissertados cinco, em suma:

- a) revisar a literatura disponível;
- b) apresentar os países que possuem drones militares, demonstrando que o uso de suas tecnologias de guerra eletrônica impõe demasiada vantagem nos conflitos por desestruturar os sistemas radares e de comunicações dos inimigos;
- c) contextualizar as tecnologias atuais vinculadas aos drones, visando descrever as capacidades operacionais das grandes nações;
- d) citar conflitos nos quais os drones militares foram utilizados; e
- e) explorar tecnologias futuras em desenvolvimento pelas grandes nações.

Em relação à revisão da literatura disponível, teve-se tempo somente de consultar a internet dado o tempo disponível para realização do trabalho, como explicado no Capítulo 1. Poucas bibliografias físicas foram consultadas. No início das pesquisas, notou-se que *sites* em português não eram fartos sobre o assunto, o que levou ao aprofundamento em *sites* de língua inglesa. Notou-se também que ao se pesquisar sobre o nome dos drones, a pesquisa ficava cada vez mais refinada, pois fazia *link* com outros drones, conflitos e arsenais dos países detentores. Expressões como “*history of drones*”, “*drones swarm*”, “*UCAVs*”, e “*electronic warfare*” ou até mesmo o nome das empresas fabricantes de drones, como a General Atomics e a Elbit Systems, fizeram muita diferença em *sites* de busca, como o *Google*. Conclui-se que este primeiro objetivo parcial foi atingido, pois inúmeras referências foram citadas no

trabalho, embora poucos artigos e trabalhos científicos sobre o tema tenham sido incluídos pela dificuldade de se encontrar, dado que o tema é muito específico, pois abrange guerra eletrônica no ambiente militar.

Continuando com o segundo objetivo específico, para se apresentar os países que possuem drones militares, foi possível discriminar através de uma excelente referência muito deste conteúdo. Não só os países que possuem drones militares foram contextualizados, mas principalmente aqueles que os fabricam e os exportam, os que os importam, os que utilizam drones armados ou os que estão armando drones e aqueles países que já os utilizaram e continuam utilizando em conflitos.

Quanto à segunda proposição deste objetivo específico, qual seja demonstrar que o uso de suas tecnologias de guerra eletrônica impõe demasiada vantagem nos conflitos por desestruturar os sistemas radares e de comunicações dos inimigos, pouca coisa foi encontrada. Observou-se que os equipamentos de guerra eletrônica são utilizados amplamente para imageamento multiespectral, sensoriamento remoto, vigilância, mapeamento de zonas de conflito, interceptação de comunicações, designação de armamento e iluminação diurna e noturna de alvos, mas não são utilizados, ainda, em favor das Medidas de Ataque Eletrônico (MAE). Ao invés deste tipo de estratégia, observou-se que os drones são empregados para serem destrutivos, ou seja, dotados de carga útil explosiva para realizar ataques com precisão, utilizando-se de seus sensores para atingir este fim. Neste ínterim, considera-se que este objetivo restou parcialmente atingido.

Partindo para o terceiro objetivo específico, contextualizar as tecnologias atuais vinculadas aos drones, visando descrever as capacidades operacionais das grandes nações, a pesquisa tomou rumos satisfatórios. Ao serem consultadas as fichas técnicas dos drones, obtidas nos *sites* dos fabricantes, ou ao serem acessadas informações de importantes e confiáveis jornais estrangeiros, conseguiu-se mapear diversos equipamentos, como radares e câmeras, principalmente, em uso para proveito das Medidas de Apoio à Guerra Eletrônica (MAGE). Uma tecnologia muito desejada e expressiva é a de furtividade, ou seja, *stealth*, da qual alguns drones de assalto ou UCAVs são dotados, compreendendo na doutrina de GE uma Medida de Proteção Eletrônica (MPE), pois visa negar ao inimigo a detecção do drone. Assim, este objetivo foi plenamente atingido.

O quarto, citar conflitos nos quais os drones militares foram utilizados, não foi nada complicado, haja vista que o que mais se noticia nas relações políticas dos países, indubitavelmente, são os conflitos e as guerras, portanto, drones aparecerem como importantes atores nestes cenários. Neste ínterim, foi citado que, desde a Primeira Guerra

Mundial, os EUA já se interessavam em testar os insipientes protótipos dos torpedos aéreos até atingir a culminância do desenvolvimento tecnológico com o belicoso Global Hawk. Nos últimos anos, foi demonstrado que até os países mais improváveis, como o Azerbaijão, já utilizaram drones em conflitos. Inclusive, a pesquisa alinhavou o interesse das nações em se fabricar ainda mais drones para serem utilizados neste fim, dado que experiências anteriores foram extremamente satisfatórias. Conclui-se que este objetivo específico foi atingido com louvor.

Por último, e com certeza o mais importante de todos, este trabalho ficou de explorar tecnologias futuras em desenvolvimento pelas grandes nações. Autores futuristas e cientistas militares tentam prever os rumos que as tecnologias dos drones irão tomar nos próximos anos e os anúncios são promissores. Eles citam a utilização da robótica de enxames fundida com inteligência artificial para o domínio defensivo e ofensivo completo no desenrolar de uma futura guerra, porque um enxame demonstra enorme potencial de ataque. Se forem conectados em rede e de natureza autônoma, seriam uma arma extremamente difícil de combater. Estes enxames poderiam ser dotados de MAE como bloqueadores, despistadores e equipamentos capazes de realizar ataque cibernético, e também ser equipados com câmeras eletro-ópticas ou infravermelhas para espionar alvos selecionados compartilhando em rede os resultados obtidos. Enfim, as possibilidades são inúmeras, mas também as contramedidas aos drones, que já são uma realidade, conforme se apresentou no Capítulo 4. Considera-se que este objetivo específico também foi atingido com os resultados da pesquisa.

Concluindo, o trabalho tinha como objetivo geral interpretar as possibilidades de guerra eletrônica aplicadas aos drones como a tendência do futuro. Não obstante os drones serem atualmente utilizados em proveito das missões de MAGE e com a técnica de MPE *stealth*, observou-se em algumas referências que a tendência das tecnologias é incrementar as capacidades de MAE nos drones, incorporando-as nos enxames para potencializar os ataques. Desta feita, pode-se consumir este trabalho, afirmando-se que o objetivo geral foi plenamente atingido como acima exposto.

5.2 Sugestões para Futuros Trabalhos

Ao longo desta pesquisa foi observado que muitos países tendem a comprar a tecnologia produzida por outros e se tornam dependentes daqueles que a produziram. Como

sugestão de trabalhos futuros, podem ser analisados os custos financeiros e institucionais para a Marinha do Brasil investir em drones de ataque com capacidade de guerra eletrônica.

Mais a fundo, fica como sugestão as seguintes pesquisas: implantação de equipamentos MAGE embarcados em drones, para coleta de assinaturas eletrônicas de diversas plataformas; uso de drones com bloqueadores eletrônicos para apoio às forças navais na cena de ação; robótica de enxames; inteligência artificial aplicada aos drones; armas contra os drones e importância dos drones para a guerra eletrônica na MB.

Entretanto, muito convenientemente para países que estão em conflito, é a possibilidade da engenharia reversa como grande aliada aos interesses nacionais. Seguindo o exemplo da China, conforme dito anteriormente, sugere-se estudos para a implementação desta metodologia de aprendizado da tecnologia mais atual, envolvendo atores militares e civis no processo de aceleração de obtenção deste conhecimento.

Adicionalmente, não há como se furta da opção da espionagem de fato, visto que grandes saltos de conhecimento do inimigo são desta maneira, obtidos.

REFERÊNCIAS

AIR GUN. **REX-1, Trovão Dronov**. Disponível em: <<https://www.air-gun.ru/social/readtopic/uletay-ka>>. Acesso em: 12 mai. 2018.

ARKIN, William M. Phase Zero. **Drone of the day: Black Hornet**. Disponível em: <<http://phasezero.gawker.com/drone-of-the-day-black-hornet-1716982617>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

AVIBRAS. **FALCÃO ARP: Aeronave Remotamente Pilotada (ARP)**. Disponível em: <<https://www.avibras.com.br/site/nossos-produtos-e-servicos/sistemas-de-defesa/falcao.html>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BENI, Eduardo. **Exército e Marinha utilizarão o VANT Horus FT-100 durante as Olimpíadas**. Disponível em: <<https://www.pilotopolicial.com.br/exercito-e-marinha-utilizarao-o-vant-horus-ft-100-durante-as-olimpiadas/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

BERGEN, Peter; STERMAN, David; SIMS, Alyssa; FORD, Albert; MELLON, Christopher. New America. **World of Drones: Examining the proliferation, development, and use of armed drones**. Disponível em: <<https://www.newamerica.org/in-depth/world-of-drones/>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

BITS. Berlim Information-center for Transatlantic Security. **Joint Publication 1-02: DoD Dictionary of Military Associated Terms**, p. 171 e 563. Disponível em: <http://www.bits.de/NRANEU/others/jp-doctrine/jp1_02%2805%29.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2018.

BRASIL. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. **Dúvidas frequentes**. Disponível em: <<https://www.decea.gov.br/drone/>>. Acesso em: 08 out 2017.

BRASIL. Força Aérea Brasileira. **VANT realiza primeiro pouso automático com sistema desenvolvido pela FAB**. Disponível em: <<http://fab.mil.br/noticias/mostra/17163/TECNOLOGIA-%E2%80%93-VANT-realiza-primeiro-pouso-autom%C3%A1tico-com-sistema-desenvolvido-pela-FAB>>. Acesso em: 08 out 2017.

BURGERS, Tobias; ROMANIUK, Scott N. The Diplomat. **China's Swarms of Smart Drones Have Enormous Military Potential**. Disponível em: <<https://thediplomat.com/2018/02/chinas-swarms-of-smart-drones-have-enormous-military-potential/>>. Acesso em: 03 mai. 2017.

CASTRO, F. **Veículos Não Tripulados**. Disponível em: <<http://sistemasdearmas.com.br/nav/modmbums.html>>. Acesso em: 08 out 2017.

CONSTÂNCIO, Thaise. **Marinha testa drone para patrulhar a Amazônia Azul**. O Estado de S. Paulo. Disponível em: <<http://politica.estadao.com.br/noticias/geral,marinha-testa-drone-para-patrulhar-a-amazonia-azul,1132006>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

DANICHEV, A. **Rússia desenvolve novo sistema de drone para guerra centrada em redes.** Disponível em: <<https://br.sputniknews.com/defesa/201510052322648-drone-Russia-OPK-Rostec-guerra-rede-centrica/>>. Acesso em: 08 out 2017.

DEFESA&SEGURANÇA. **RIO2016> FAB vai usar drones israelenses para monitorar espaço aéreo.** Disponível em: <<http://defesaeseguranca.com.br/rio2016-fab-vai-usar-drones-israelenses-para-monitorar-espaco-aereo/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

DEFESANET. **Reconhecimento aéreo – o trabalho dos esquadrões especializados da FAB.** Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/fab/noticia/26180/Reconhecimento-aereo---o-trabalho-dos-esquadroes-especializados-da-FAB/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

DEFESANET. **Elbit Systems fechou o contrato para o fornecimento dos Hermes TM 900 UAS para a FAB.** Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/fab/noticia/14731/Elbit-Systems-fechou-o-contrato-para-o-fornecimento-dos-HermesTM-900-UAS-para-a-FAB/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

DEFESANET. **VANT CAÇADOR – Realiza o primeiro voo no espaço aéreo brasileiro.** Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/vant/noticia/21992/VANT-CACADOR---Realiza-o-primeiro-voo-no-espaco-aereo-brasileiro-/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

DEFESANET. **Exército Brasileiro transfere tecnologia de VANT para a Flight Technologies.** Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/bid/noticia/11944/Exercito-Brasileiro-transfere-tecnologia-de-VANT-para-a-Flight-Technologies/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

DESSAULT AVIATION. **NEURON.** Disponível em: <<https://www.dassault-aviation.com/en/defense/neuron/>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

DRAGONS DRONES. **Description: EMT LUNA X-2000.** Disponível em: <<https://dragonsdrones.com/2017/04/05/description-emt-luna-x-2000/>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

DUARTE, Érico Esteves. **A Conduta da Guerra na Era Digital: Conceitos, Políticas e Práticas.** Defesa Nacional para o Século XXI: Política Internacional, Estratégia e Tecnologia Militar. Cap. 7, p. 217-224. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=15955>. Acesso em: 04 abr. 2018.

ELBIT SYSTEMS. **Related Business Area.** Disponível em: <<http://elbitsystems.com/products/uas/>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

EUA. Joint Chiefs of Staff. **DoD Dictionary of Military Associated Terms,** p 242. Disponível em: <<http://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/pubs/dictionary.pdf?ver=2018-03-27-153248-110>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

FERREIRA, Thiago Borne. **Tecnologia, Guerra e Capacidades Militares: Sistemas Robóticos e Desenho de Força no Século XXI.** Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/172458/001053249.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

FOGUERAL, Flávio. **Drone de alta tecnologia para apoio militar e civil é lançado em Botucatu**. Plano Brasil. Disponível em: <<http://www.planobrazil.com/drone-de-alta-tecnologia-para-apoio-militar-e-civil-e-lancado-em-botucatu/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

GENERAL ATOMICS AERONAUTICAL SYSTEMS. **Aircraft Platforms**. Disponível em: <<http://www.ga-asi.com/aircraft-platforms>>. Acesso em: 08 out 2017.

GENERAL ATOMICS AERONAUTICAL SYSTEMS. **MQ-9 usado na demonstração bem sucedida da guerra anti-submarina**. Disponível em: <<http://www.ga-asi.com/mq-9-used-in-successful-anti-submarine-warfare-demonstration>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

GODINHO, André. **Avionics faz o primeiro voo do VANT “MALE”, veículo aéreo não tripulado em Botucatu**. Disponível em: <<https://acontecebotucatu.com.br/cidade/avionics-faz-o-primeiro-voo-do-vant-male-veiculo-aereo-nao-tripulado-em-botucatu/>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

IAI. Israel Aerospace Industries. **Remotely Piloted Systems**. Disponível em: <<http://www.iai.co.il/2013/37153-en/Unmanned%20Air%20Systems.aspx>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

IHS MARKIT. **Jane’s All the World’s Aircraft: Unmanned**. Disponível em: <<https://ihsmarkit.com/products/janes-all-the-worlds-unmanned-aircraft.html>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

IMPERIAL WAR MUSEUM. **A Brief History of Drones**. Disponível em: <<https://www.iwm.org.uk/history/a-brief-history-of-drones>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

KARNOZOV, Vladimir. **Syrian Experience Urges Russia To Introduce UCAVs**. Disponível em: <<https://www.ainonline.com/aviation-news/defense/2018-04-02/syrian-experience-urges-russia-introduce-ucavs>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

KAWAGUTI, Luis. **Exército testa VANT nacional em manobra militar**. Disponível em: <<http://www.forte.jor.br/2010/11/08/exercito-testa-vant-nacional-em-manobra-militar/>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

KELLER, John. **Army orders 19 MQ-1C Gray Eagle reconnaissance and attack drones for division aviation support**. Disponível em: <<http://www.militaryaerospace.com/articles/2015/03/gray-eagle-order.html>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

KNIGHT, Ben. **A guide to military drones**. Disponível em: <<http://www.dw.com/en/a-guide-to-military-drones/a-39441185>>. Acesso em: 13 abr. 2018.

KOROLKOV, Aleksandr. **Drones com radar de dupla frequência se destaca em feira militar**. Disponível em: <https://br.rbth.com/ciencia/2015/07/01/drone_com_radar_de_dupla_frequencia_se_destaca_em_feira_militar_30855>. Acesso em: 02 mai. 2018.

KREUZER, Michel P. **Drones and the Future of Air Warfare: The Evolution of Remotely Piloted Aircraft**; p. 36-37. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=zwg9DAAAQBAJ&pg=PA36&lpg=PA36&dq=dull,+dirty+or+dangerous+missions&source=bl&ots=K5_RDgkwfv&sig=VcYK8M0CDg9IZvSrZ6jNcWYj92s&hl=pt-BR&sa=X&ve>

d=0ahUKEwjClo3Dn-LaAhVEhZAKHVTQDzc4ChDoAQhgMAw#v=onepage&q=dull%2C%20dirty%20or%20dangerous%20missions&f=false>. Acesso em: 30 abr. 2018.

LITÕVKIN, Nikolai. **Rússia testará novas armas eletromagnéticas na Síria**. Disponível em: <<https://br.rbth.com/ciencia/80428-russia-testara-novas-armas-eletromagneticas-siria>>. Acesso em: 02 mai. 2018.

LITÕVKIN, Nikolai. **Como militares russos combatem drones?** Disponível em: <<https://br.rbth.com/ciencia/79739-como-militares-russos-combatem-drones>>. Acesso em: 02 mai. 2018.

LLOYD, Peter Alan. **The Use of Drones During The Vietnam War**. Disponível em: <<http://peteralanlloyd.com/the-use-of-drones-during-the-vietnam-war/>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

MILITARY & DEFENSE. **Russia to furnish advanced Korsar drones with electronic warfare systems**. Disponível em: <<http://tass.com/defense/1003325>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

MILITARY FACTORY. **Unmanned Combat Aerial Vehicles (UCAV) – Armed UAVS**. Disponível em: <<https://www.militaryfactory.com/aircraft/unmanned-combat-air-vehicle-ucav.asp>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

MILLER, Ron. **The First Drones, Used in World War I**. Disponível em: <<https://io9.gizmodo.com/the-first-drones-used-in-world-war-i-453365075>>. Acesso em: 18 fev. 2018.

MIZOKAMI, Kyle. Popular Mechanics. **New stealth drone has no moving surfaces at all**. Disponível em: <<https://www.popularmechanics.com/military/aviation/a14435997/new-stealth-drone-has-no-moving-surfaces-at-all/>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

MÜLLER, Leonardo Jones. Portal Defesa. **Marinha do Brasil testa UAV Boeing/INSITU Scan Eagle**. Disponível em: <<http://portaldefesa.com/3275-marinha-do-brasil-testa-uav-boeinginsitu-scan-eagle/>> Acesso em: 30 abr. 2018.

NAVAL DRONES. **Thales To Deliver Unmanned Air System to the Malaysian Maritime Enforcement Agency**. Disponível em: <<http://www.navaldrones.com/Fulmar.html>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

NAVAL EXPERTS. Rising to Challenges. **Drones are the newest crew members**. Magazine 2016-2018. Story 4, p. 30-31.

NAVAL EXPERTS. Rising to Challenges. **Drones: the new & improved allies**. Magazine 2016-2018. Story 6, p. 50-51.

NICOLETTI, Janara. **Primeiro drone militar do Brasil deve começar a voar em 2014**. Disponível em: <<http://www.dw.com/pt-br/primeiro-drone-militar-do-brasil-deve-come%C3%A7ar-a-voar-em-2014/a-16994231>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

NORTHROP GRUMMAN. **RQ-4 Block 30 Global Hawk**. Disponível em: <http://www.northropgrumman.com/Capabilities/GlobalHawk/Documents/GH_Brochure_B30.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2018.

PADILHA, Luiz. Defesa Aérea & Naval. **Esquadrão Hórus (1º/12º GAV) completa 4 anos.** Defesa Aérea & Naval. Disponível em: <<http://www.defesaaereanaval.com.br/esquadrao-horus-112gav-completa-4-anos/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

PADILHA, Luiz. Defesa Aérea & Naval. **ARP “CAÇADOR” da Avionics Services recebe aprovação do Ministério da Defesa como PED.** Disponível em: <<http://www.defesaaereanaval.com.br/arp-cacador-da-avionics-services-recebe-aprovacao-do-ministerio-da-defesa-como-ped/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

PADILHA, Luiz. Defesa Aérea & Naval. **O Programa ARP-E da Marinha do Brasil.** Disponível em: <<https://www.defesaaereanaval.com.br/o-programa-arp-e-da-marinha-do-brasil/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

PEREIRA, A. P Black. **Aeronaves Remotamente Pilotadas:** identificando promissoras oportunidades de emprego. Revista Passadiço, Centro de Adestramento Marques de Leão, ano XXIX, edição 36, p. 24-27, 2016.

PEREIRA, Fernando Marcelino. **Explorando o Programa de Veículos Aéreos Não-Tripulados da China.** Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/conjglobal/article/view/47423/28451>>. Acesso em: 15 fev. 2018.

PERES, Hugo Freitas. **Novos Desafios Securitários:** As Implicações da Tecnologia de Veículos Aéreos Não-Tripulados para o Sistema Internacional. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19790/1/2015_HugoFreitasPeres.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2018.

PLAVETZ, Ivan. **Programa Horus FT 100 recebe homologação do Ministério da Defesa.** Tecnologia & Defesa. Disponível em: <<http://tecnodefesa.com.br/programa-horus-ft-100-recebe-homologacao-do-ministerio-da-defesa/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

PODER AÉREO. **Falcão, primeiro do país em sua classe, pode voar até julho.** Disponível em: <<https://www.aereo.jor.br/2012/04/24/falcao-primeiro-do-pais-em-sua-classe-pode-voar-ate-julho/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

RICHARDSON, Jack. Defense Procurement International. **Swarming UAVs demonstrate enormous attack potential. But the technology still needs to be proven and trusted.** Disponível em: <<https://www.defenceprocurementinternational.com/features/air/drone-swarms>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

SAVOSTIANOV, Sergei. **Russia to furnish advanced Korsar drones with electronic warfare systems.** Disponível em: <<http://tass.com/defense/1003325>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

SCUSSEL, Alexandre. **Conheça o Falcão:** maior VANT militar nacional. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2013/09/25/conheca-o-falcao-maior-vant-militar-nacional/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

SINGH, Mandeep. **Drone Swarms: A New Challenge For Air Defence Part-I**. Disponível em: < <http://www.delhidefencereview.com/2018/01/28/drone-swarms-a-new-challenge-for-air-defence-part-i/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

SPUTNIK BRASIL. **Tecnologia moderna: China testa drone militar não tripulado mais avançado**. Disponível em: < https://br.sputniknews.com/asia_oceania/201702287780919-china-testa-drone-moderno-wing-loong/>. Acesso em 18 fev. 2018.

SPUTNIK BRASIL. **Rússia desenvolve novo sistema de drone para guerra centrada em redes**. Disponível em: <<https://br.sputniknews.com/defesa/201510052322648-drone-Russia-OPK-Rostec-guerra-rede-centrica/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

SHULGIN, Dmitry. Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk. Disponível em: < <http://www.dmitryshulgin.com/wp-content/uploads/2015/06/Global-Hawk-1.jpg>>. Acesso em 18 fev. 2018.

TREVITHICK, Joseph. **China Is Hard At Work Developing Swarms Of Small Drones With Big Military Applications**. Disponível em: <<http://www.thedrive.com/the-war-zone/17698/chinas-is-hard-at-work-developing-swarms-of-small-drones-on-multiple-levels>>. Acesso em 03 mai. 2018.

VENÂNCIO, A. G.; FELDENS, J. F. **VANT em Missões de Guerra Eletrônica**. Disponível em: < http://www.sige.ita.br/anais/IXSIGE/Artigos/GE_08.pdf >. Acesso em: 17 fev. 2018.

VERCHÍNIN, Aleksandr. **Drones para uma nova visão de guerra**. Disponível em: <https://br.rbth.com/entre_ideias_e_armas/2015/11/26/drones-para-uma-nova-visao-de-guerra_544673>. Acesso em: 30 abr. 2018.

VERCHÍNIN, Aleksandr. **Novo armamento fará frente a drones de combate**. Disponível em: <https://br.rbth.com/entre_ideias_e_armas/2016/11/28/novo-armamento-fara-frente-a-drones-de-combate_651719>. Acesso em: 02 mai. 2018.

VIANA, Sérgio. **Drone de alta tecnologia para apoio militar e civil é lançado em Botucatu**. Plano Brasil. Disponível em: <<http://www.planobrazil.com/drone-de-alta-tecnologia-para-apoio-militar-e-civil-e-lancado-em-botucatu/>>. Acesso em: 30 abr. 2018.

VILMER, Jean-Baptiste J. War on the Rocks. **The French turn to armed drones**. Disponível em: <<https://warontherocks.com/2017/09/the-french-turn-to-armed-drones/>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

WEISS, Joseph. Israel Aerospace Industries. **Profile**. Disponível em: <<http://www.iai.co.il/2013/10285-en/CompanyInfo-CompanyProfile.aspx>>. Acesso em: 11 mai. 2018.

WARREN, Jack. **THE US Military has released test footage of a swarm of self-healing drones being launched from a fighter jet in California**. Disponível em: <<https://www.express.co.uk/news/world/752823/US-military-swarm-drones-California-jet-test>>. Acesso em: 17 fev. 2018.

WONG, Kelvin. **Singapore Airshow 2018: China's Star Shadow stealth UAV aims to fly in 2109**. Disponível em: <<http://www.janes.com/article/77652/singapore-airshow-2018-china-s-star-shadow-stealth-uav-aims-to-fly-in-2019>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

YEO, Mike. Defense News. **Chinese firm shows off two drones in a first for Singapore Airshow**. Disponível em: <<https://www.defensenews.com/digital-show-dailies/singapore-airshow/2018/02/07/chinese-firm-shows-off-two-drones-in-a-first-for-singapore-airshow/>>. Acesso em: 03 mai. 2018.

ZALOGA, Steven J. **Unmanned Aerial Vehicle: Robotic Air Warfare 1917-2007**; p. 40. Disponível em: < https://books.google.com.br/books?id=kf6TCwAAQBAJ&pg=PA40&lpg=PA40&dq=assault+uav&source=bl&ots=5Eb1NXstgi&sig=JHn_b8vZU6AgrON_fkAqHA9u0MA&hl=pt-BR&sa=X&ved=0ahUKEwiZjePfqeLaAhXGD5AKHUUYCaM4ChDoAQg2MAI#v=onepage&q=assault%20uav&f=false>. Acesso em: 30 abr. 2018.

ANEXO 1

EXPORTADORES E IMPORTADORES DE DRONES

PAÍS	EXPORTA PARA:	IMPORTA DE:
África do Sul	Argélia Emirados Árabes Unidos	-
Alemanha	França	EUA Israel
Argélia	-	África do Sul
Angola	-	Israel
Armênia	Dinamarca	-
Austrália	Tailândia	EUA Israel
Áustria	Egito EUA Jordânia Líbia	EUA
Azerbaijão	-	Israel
Belarus	Vietnã	Rússia
Bélgica	-	EUA
Bolívia	-	Coréia do Sul
Botsuana	-	Israel
BRASIL	-	Israel
Burundi	-	EUA
Canadá	Dinamarca França	Israel
Cazaquistão	-	Israel Rússia
Chile	-	Israel
China	Iraque Nigéria Paquistão	Israel Japão

Colômbia	-	Israel
Coréia do Sul	Bolívia	EUA Israel
Costa do Marfim	-	Israel
Croácia	-	Israel
Dinamarca	-	Armênia Canadá EUA França Holanda
Egito	-	Áustria EUA Turquia
Emirados Árabes Unidos	-	África do Sul EUA
Equador	-	Israel
Espanha	-	Israel Suécia
EUA	Alemanha Austrália Áustria Bélgica Burundi Coréia do Sul Dinamarca Egito Emirados Árabes Unidos Estônia Filipinas França Holanda Iraque Itália	Áustria Israel

	Japão Líbano Lituânia Malásia Nova Zelândia Quênia Panamá Paquistão Polônia Reino Unido Romênia Singapura Suécia Tailândia Turquia Uganda	
Estônia	Geórgia	EUA
Etiópia	-	Israel
Filipinas	-	EUA Israel
Finlândia	-	Israel
França	Grécia Dinamarca Indonésia Líbano Marrocos Holanda Suécia	Alemanha Canadá EUA Israel
Grécia		França
Holanda	Dinamarca	EUA França Israel
Hungria	-	Israel

Índia	-	Israel
Indonésia	-	França Israel
Iraque	-	China EUA
Israel	Alemanha Angola Austrália Azerbaijão Botsuana BRASIL Canadá Cazaquistão Chile China Colômbia Coréia do Sul Costa do Marfim Croácia Equador Espanha Etiópia EUA Filipinas Finlândia França Geórgia Holanda Hungria Índia Indonésia México Nigéria	-

	Peru Quênia Reino Unido República da Sérvia Rússia Singapura Sri Lanka Suíça Taiwan Tailândia Turquia Uganda Ucrânia	
Itália	-	EUA
Japão	China	EUA
Jordan	-	Áustria
Líbano	-	EUA França
Líbia	-	Áustria
Lituânia	-	EUA
Malásia	Tailândia	EUA
México	-	Israel
Marrocos	-	França
Nova Zelândia	-	EUA
Nigéria	-	China Israel
Paquistão	-	China EUA
Panamá	-	EUA
Peru	-	Israel
Polônia	-	EUA
Quênia	-	EUA Israel

Reino Unido	-	EUA Israel
República da Sérvia	-	Israel
Romênia	-	EUA
Rússia	Belarus Cazaquistão	Israel
Singapura	-	EUA Israel
Sri Lanka	-	Israel
Suécia	Espanha	EUA França
Suíça	-	Israel
Taiwan	-	Israel
Tailândia	-	Austrália EUA Israel Malásia
Turquia	Egito	EUA Israel
Uganda	-	EUA Israel
Ucrânia	-	Israel
Vietnã	-	Belarus

Fonte: Adaptado de Bergen, Sterman, Sims, Ford e Mellon (2017).

ANEXO 2

PAÍSES COM DRONES ARMADOS

PAÍS	ANO	DESCRIÇÃO
EUA	2001	Os Estados Unidos conduziram o primeiro ataque com drones no Afeganistão em 2001.
Israel	2004	Israel nunca reconheceu publicamente o uso de drones, mas relatos do seu uso são inúmeros.
Reino Unido	2008	O Reino Unido comprou drones Reaper dos EUA em 2007 e os armou em 2008. Em 2016 anunciou a compra de mais 10 Reapers (renomeado “Protector” pela RAF) que seriam armados com mísseis Brimstone 2 ao invés dos mísseis norte-americanos Hellfire.
Irã	2010	O Irã revelou o seu primeiro drone armado, o Karrar, em 22 de agosto de 2010, e continua a produção e uso de veículos aéreos de combate não-tripulados.
Emirados Árabes Unidos	2011	Os Emirados Árabes Unidos compraram drones Wing Loong da China em 2011 e drones Predator dos EUA em 2013. O United-40 UCAV dos Emirados Árabes voou pela primeira vez em 2013.
Coréia do Norte	2012	Fontes militares da República da Coréia reportaram a existência de “drones suicidas” explosivos convertidos dos drones alvo Raytheon Streaker, em 2012.
China	2013	Em novembro de 2013, a China testou com sucesso um drone stealth armado nomeado de Sharp Sword.
África do Sul	2013	A companhia Denel Dynamics da África do Sul testou uma versão armada do drone Seeker 400, em 2013.
Itália	2015	Em 2015, os Estados Unidos atenderam um pedido de longa data da Itália para armar seus MQ-9 Reaper com mísseis Hellfire.
Nigéria	2015	Em 2015, uma foto revelou a queda de um CH-3 chinês fabricado na Nigéria, indicando sua aquisição.
Espanha	2015	Em 2015, os EUA aprovaram a venda de drones

		Reaper armados para a Espanha.
Paquistão	2015	O Paquistão revelou uma versão armada de sua produção doméstica, o drone Barraq, em 7 de setembro de 2015, com seu primeiro ataque bem sucedido.
Iraque	2015	Em 2015, o Ministro da Defesa Iraquiano revelou um vídeo de um drone chinês armado levantando voo de uma pista de decolagem Iraquiana.
Egito	2015	O Egito comprou unidades de Wing Loong e CH-4 da China.
Geórgia	2015	A Geórgia revelou seu primeiro drone armado nacional em 2015, um helicóptero de ataque não-tripulado desenvolvido pelo Centro Técnico-Científico Militar Delta do Estado da Geórgia.
Cazaquistão	2016	Em 2016, o Cazaquistão comprou dois drones armados Wing-Loong da China.
Índia	2016	Em 2016, o drone armado indiano Rustom II executou o primeiro voo de teste. A Índia supostamente encomendou 10 drones de combate Heron de Israel, em 2015.
Grécia	2016	O RPA de combate stealth nEUROn voou ao vivo em junho de 2016.
Suécia	2016	O RPA de combate stealth nEUROn voou ao vivo em junho de 2016.
Suíça	2016	O RPA de combate stealth nEUROn voou ao vivo em junho de 2016.
Ucrânia	2016	Em 31 de maio de 2016, a Ucrânia testou com sucesso o drone Yatagan-2, que detona no impacto.
Turquia	2016	A Turquia revelou seu arsenal de drones num ataque conduzido em dezembro de 2016. Enquanto a Turquia tem importado drones de vigilância dos EUA e Israel, também tem desenvolvido internamente drones armados para o combate.
Azerbaijão	2016	Em 2016, surgiram imagens de um drone israelense

		“suicida” sobrevoando o território de conflito Azerbaijão-Armênia, supostamente focando um ônibus que transportava armênios.
França	2016	Testes navais do nEUROn foram conduzidos em maio de 2016.
Turcomenistão	2016	Em novembro de 2016, foram exibidos dois drones chineses WJ-600A/D em parada militar no Turcomenistão.
Arábia Saudita	2016	A Arábia Saudita comprou uma grande quantidade de drones de combate chineses Wing Loong II em 2017, que serão adicionados ao seu já existente arsenal de drones CH-4.
Polônia	2017	Em 2017, o Ministro da Defesa polonês anunciou que 15 empresas apresentaram proposta para desenvolver RPAs MALE para a Polônia. O País opera pequenos drones armados.
Taiwan	2017	Um RPA MALE armado do <i>The National Chun-Shan Institute of Science and Technology</i> (NCSIST) foi revelado em fevereiro de 2017.

Fonte: Adaptado de Bergen, Sterman, Sims, Ford e Mellon (2017).

ANEXO 3

PAÍSES DESENVOLVENDO DRONES ARMADOS

PAÍS	ANO	DESCRIÇÃO
Estados Unidos	2001	Uma versão modificada do Predator, armado com mísseis Hellfire, foi testado com sucesso em janeiro de 2001.
Emirados Árabes Unidos	2002	A empresa ADCOM Systems, baseada em Abu Dhabi, nos EAU, reportou o início do desenvolvimento de drones armados em 2002, resultando no United 40 Block 5, que voou a primeira vez em 2013.
Israel	2004	Israel tem desenvolvido drones por aproximadamente 40 anos. A data de início do desenvolvimento de drones armados não é conhecida.
Reino Unido	2005	O Reino Unido iniciou o desenvolvimento do RPA Taranis em 2005. Testes de voo começaram em 2013.
Itália	2006	A Itália é um dos investidores do drone armado stealth nEUROn desde 2006, já tendo realizado seu primeiro teste operacional em uma base aérea.
Grécia	2006	A Grécia é um investidor no projeto de desenvolvimento do drone stealth nEUROn.
Espanha	2006	A Espanha é um investidor no drone stealth nEUROn e parceira da Alemanha no projeto do RPA de combate MALE Barracuda.
Suécia	2006	A Suécia é um investidor no desenvolvimento do RPA de combate nEUROn.
Suíça	2006	A Suíça é um investidor no desenvolvimento do RPA de combate nEUROn.
França	2006	A França é o líder do projeto de desenvolvimento do drone nEUROn. O principal contratante é a Dassault Aviation.
Irã	2010	O Irã revelou um drone de longo alcance Karrar, em 23 de agosto de 2010.
África do	2010	A empresa sul-africana Denel Dynamics desenvolveu e

Sul		exportou drones com capacidade de combate.
Coréia do Norte	2012	A Coréia do Norte exibiu o que parecia ser um drone de ataque numa parada militar em 2012. Desde 2014, diversos drones de vigilância estão sendo capturados em territórios sul-coreanos ao cair. Aparentemente, são versões chinesas modificadas. Acredita-se que a Coréia do Norte esteja convertendo diversos drones-alvo MQM-107D Streaker obtidos na Síria em drones que carregam carga explosiva. Tem-se especulado que estes drones podem inclusive carregar armas químicas ou bombas sujas. Coréia do Norte está declaradamente desenvolvendo drones stealth, o Banghyun 5, que pode levar carga explosiva.
China	2013	Em 2013, o New York Times publicou que a China considerou usar drone de ataque, supondo o desenvolvimento de drone armado.
Paquistão	2013	Iniciando o desenvolvimento em 2013, o Paquistão testou com sucesso seu drone Burraq e Shahpar em seu próprio território em setembro e outubro de 2015.
Rússia	2013	O Ministro da Defesa tem trabalhado com empreendedores russos para desenvolver drones armados desde 2013.
Taiwan	2013	O Instituto de Ciência e Tecnologia Chung-Shan de Taiwan anunciou em dezembro de 2013 que estava desenvolvendo RPA com capacidade de combate. Em 2015, revelou um protótipo MALE muito parecido com o Reaper da norte-americana General Atomics. Uma versão armada do drone foi exibida no show IDEX 2017 em Abu Dhabi, em fevereiro daquele ano.
Jordânia	2015	Em maio de 2015, o representante do EUA Duncan Hunter revelou que a Jordânia estaria estreitando relações com a China para adquirir tecnologia de drones armados. Ainda é desconhecido se a Jordânia realizou a compra.
Coréia do Sul	2015	Em 2015, a Indústria Aeroespacial da Coréia do Sul anunciou planos para desenvolver drones de combate.

Turquia	2015	Desde a revelação do seu primeiro drone armado em 2015, a Turquia surgiu como desenvolvedor líder de tecnologia de drones armados.
Alemanha	2015	Em maio de 2015, a Alemanha assinou um acordo com a França e a Itália para iniciar o desenvolvimento do “Euro-drone” que seria construído até 2025.
Geórgia	2015	A Geórgia revelou seu primeiro drone nacional em 2015, um helicóptero armado desenvolvido pelo Centro Técnico-Científico Militar Delta do Estado da Geórgia.
Índia	2016	Em 2016, o Rustom II da Índia, um drone de combate MALE, completou seu primeiro teste de voo.
Ucrânia	2016	Em 2016, a Ucrânia revelou o protótipo do AN-BK-1 Horlytsia o qual, após desenvolvido, será o maior drone ucraniano com carga útil. A Ucrânia também tem testado com sucesso o Yatagan-2, um pequeno drone armado.
Austrália	2017	Um Reaper foi enviado para a Austrália em março de 2017, e o país está desenrolando contratos de RPA de combate norte-americanos e israelenses. A Austrália ainda não opera drones de combate.
Arábia Saudita	2017	Em março de 2017, a Real Cidade para Ciência e Tecnologia Abdulaziz e a Corporação de Ciência e Tecnologia da China assinaram um acordo para estabelecer a planta de manufatura do RPA de combate Caihong na Arábia Saudita.

Fonte: Adaptado de Bergen, Sterman, Sims, Ford e Mellon (2017).