

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ESTUDOS ESTRATÉGICOS INTERNA-
CIONAIS**

WELBER SILVEIRA NORONHA

**DRONE MULTIDOMÍNIO: CONCILIANDO MODERNIZAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO**

Porto Alegre

2022

WELBER SILVEIRA NORONHA

**DRONE MULTIDOMÍNIO: CONCILIANDO MODERNIZAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Estudos Estratégicos Internacionais.

Área de concentração: Segurança, Integração e Desenvolvimento

Linha de Pesquisa: Segurança Internacional

Orientador: Prof. Dr. José Miguel Quedi Martins

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Noronha, Welber Silveira
Drone multidomínio : conciliando modernização e
transformação / Welber Silveira Noronha. -- 2022.
168 f.
Orientador: José Miguel Quedi Martins.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas,
Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos
Internacionais, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Drone. 2. Revolução industrial. 3. Modernização
e transformação militar. 4. Inteligência artificial.
5. Cibernética. I. Martins, José Miguel Quedi, orient.
II. Título.

WELBER SILVEIRA NORONHA

**DRONE MULTIDOMÍNIO: CONCILIANDO MODERNIZAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Estudos Estratégicos Internacionais.

Aprovado em: Porto Alegre, 30 de março de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Miguel Quedi Martins – Orientador
UFRGS

Prof. Dr. Érico Esteves Duarte
UFRGS

Prof. Dr. Carlos Eduardo Schönerwald
UFRGS

Prof Dr. Luciano da Silva Colares
EB/Advocacia Geral da União

A minha esposa Fabrícia e meu filho Luís Felipe, pela paciência e compreensão, e por ser sempre o esteio que fornece a base para a dedicação à atividade da pesquisa na Universidade.

Aos meus pais Oscar e Jussara, que sempre me ensinaram o caminho do correto e do justo, pela excelência em minha formação como ser humano e pai de família.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por todas as bênçãos recebidas, à minha esposa Fabrícia e ao meu filho Luís Felipe, pela compreensão, apoio, incentivo, paciência e amor incondicional.

Agradeço aos meus pais Oscar e Jussara, que sempre apoiaram e incentivaram os estudos em nossa família, dando todo o apoio para minha educação.

Ao Estado Brasileiro que, por intermédio da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, proporcionou-me uma formação voltada à cidadania e à defesa dos interesses nacionais e da manutenção de sua soberania.

Ao Comando Militar do Sul, através do Núcleo de Estudos Estratégicos, na figura de todos os seus oficiais e praças, que viabilizaram o projeto de parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul e confiaram neste oficial, em toda a trajetória vivenciada ao longo da pesquisa.

Ao Comando da 3ª Região Militar, pela confiança, camaradagem e consideração.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. José Miguel Quedi Martins, pela compreensão, paciência e todo o aprendizado fornecido neste curto período de tempo. Mais do que a orientação para o trabalho, o Professor José Miguel contribuiu para a minha formação intelectual, sempre valorizando o pensamento crítico, a cultura pela autonomia na busca pelo conhecimento e o engajamento em trabalho coletivo.

Ao Professor Dr. Juarez Freitas, pela contribuição com seus valiosos conhecimentos, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos amigos e colegas, Cel Aleksandro Souza de Salles, Cel Cleyton Ricardo Ziza, Cel Heraldo Makrakis, Cel Marcus Antônio Rodrigues Júnior, Cap Fábio José Capecchi e Valeska Ferrazza Monteiro, colegas de farda ou de curso, que tanto auxiliaram no dia-a-dia da vida acadêmica para a conquista do objetivo final.

Aos amigos e colegas, Isabel Wehle Gehres, Maj Jean-Pier Esquia, João Gabriel Burmann da Costa e Júlio Cesar Giacomini Spido, pelo apoio sempre prestado para a construção desta pesquisa.

Aos Professores(as) Doutores(as) Carlos Eduardo Schonerwald, Eduardo Ernesto Filippi, Érico Esteves Duarte, José Miguel Quedi Martins, Marcelo Milan, Silvia Regina Feraboli e Verônica Korber Gonçalves, pela organização e empenho em ministrar suas disciplinas em um período atípico de pandemia mundial.

Aos Professores Doutores Carlos Eduardo Schonerwald, Érico Esteves Duarte e Luciano da Silva Colares, por cederem o seu tempo e gentilmente se disporem a compor a banca e avaliar meu trabalho.

E, por fim, a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado. Quaisquer erros, falhas ou incongruências são de inteira responsabilidade do autor.

RESUMO

Este trabalho trata dos fundamentos relacionados ao papel do drone para a indústria e para a defesa. A hipótese principal de trabalho é de que o Drone Multidomínio constitui-se em móvel de endogeneização das tecnologias críticas da III e da IV Revolução Industrial. A hipótese secundária é a de que ele é capaz de conciliar as tarefas de modernização e transformação, ao permitir a criação de uma agenda ecumênica adequada à perspectiva holística de transformação adotada pelo Brasil e a um Perfil de Força híbrido. O relatório parte do debate acerca da Transformação e do papel do drone na IV Revolução Industrial. A seguir, discute-se o papel das capacidades, a transformação no Brasil e o Marco Legal da Defesa, para então tratar do papel do drone na Transformação, no combate e adaptação. Para dar profundidade e perspectiva, efetua-se um breve histórico do drone, enfatizando-se as missões estratégicas relacionadas à guerra nuclear, bem como sua utilização na Batalha de Bekaa em 1982. Procura-se relacionar estes dois acúmulos com a interveniência do drone na alteração de polaridade, que converteu os EUA na única superpotência do plante. Na sequência, discute-se o conceito “Drone Multidomínio” e sua funcionalidade para elaboração de políticas abrangentes e conjuntas de defesa. Procura-se estabelecer vínculo entre o drone e o Projeto Nacional, através do papel da Inteligência Artificial, da computação quântica, da comunicação quântica e da conquista espacial.

Palavras-chaves: Drone. Revolução industrial. Modernização e transformação militar. Inteligência artificial. Cibernética. Conquista especial.

ABSTRACT

This dissertation deals with the fundamentals related to the role of the drone for industry and defense. The main hypothesis is that the Multi-Domain Drone constitutes a mobile for the endogenization of critical technologies of the III and IV Industrial Revolution. The secondary hypothesis is that it is capable of reconciling the tasks of modernization and transformation, by allowing the creation of an ecumenical agenda suited to the holistic perspective of transformation adopted by Brazil and to a hybrid Force Profile. The report starts from the debate about Transformation and the role of the drone in the IV Industrial Revolution. Next, it discusses the role of capabilities, transformation in Brazil and the Legal Framework for Defense, and then discusses the role of the drone in Transformation, combat and adaptation. To give depth and perspective, a brief history of the drone is carried out, emphasizing the strategic missions related to nuclear war, as well as its use in the Battle of Bekaa in 1982. It seeks to relate these two accumulations with the intervention of the drone in the polarity shift, which made the US the only superpower on the planet. Next, the “Multi-Domain Drone” concept and its functionality for the elaboration of comprehensive and joint defense policies are discussed. It seeks to establish a link between the drone and the National Project, through the role of Artificial Intelligence, quantum computing, quantum communication, and space conquest.

Keywords: Drone. Industrial revolution. Military modernization and transformation. Artificial intelligence. Cybernetics. Space conquest.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interstate TDR-1 em voo.....	87
Figura 2 – Família de UAV – Teledyne Ryan Aeronautical	96
Figura 3 – Ryan Firebee	97
Figura 4 – Republic F-105 Thunderchief	102
Figura 5 – AGM - 78 Standard ARM.....	104
Figura 6 – EC-121R Batcat	107
Figura 7 – GAM-72 (ADM-20A).....	110
Figura 8 – SR-71 Blackbird carregando uma sonda D-21 durante reabastecimento.....	113
Figura 9 – SR 71 (M – 21) e a sonda D-21	115
Figura 10 – Representação gráfica do Mastiff e do Scout.....	118
Figura 11 – A Tática Israelense.....	125
Figura 12 – Inventário dos Drones no Oriente Médio.....	134
Figura 13 – Drones Turcos: Emprego Interno e no Exterior.....	137
Figura 14 – Drone brasileiro Nauru 1000C	139
Figura 15 – Voos Projeto 14-X	148

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadro Resumo do Capítulo 2	22
Quadro 2 – Fases das Ondas Técnico-Econômicas	49
Quadro 3 – Quadro Resumo do Capítulo 3	56
Quadro 4 – Quadro Resumo do Capítulo 4	83
Quadro 5 – Quadro Resumo do Capítulo 5	127
Quadro 6 – Velocidades de Baixa Órbita	143

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIFV	Armored Infantry Fighting Vehicles (Veículo Blindados de Combate de Infantaria)
APC	Armored Personnel Carrier (Veículo de Transporte de Pessoal de Infantaria)
Art	Artigo
ASUW	Anti-Surface Warfare (Guerra Anti-Superfície)
ASW	Anti-Submarine Warfare (Guerra Anti-Submarina)
ATGM	Anti-Tank Guided Missile
BID	Base Industrial de Defesa
CC	Carro de Combate
CF/88	Constituição Federal de 1988
Cmt Ex	Comandante do Exército
EB	Exército Brasileiro
EBF	Estratégia Braço Forte
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
IA	Inteligência Artificial
IAI	Israel Aircraft Industries
IDF	Israel Defense Forces (Força de Defesa Israelense)
IFF	Identification Friend or Foe (Identificação de Amigo ou Inimigo)
IMBEL	Indústria de Material Bélico
IMI	Israel Military Industries
IMINT	Inteligência de Imagens
IoT	Internet das Coisas
ISR	Inteligência, Vigilância e Reconhecimento
MANPATS	Man-Portable Anti-Tank Systems
MBT	Main Battle Tank (Carro de Combate Principal)
NLOS	No Line Of Sight (Fora da Linha de Visão)
Nm	Newton/metro
OM	Organizações Militares
ONU	Organização das Nações Unidas

OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte
PND	Política Nacional de Defesa
PROFORÇA	Projeto de Força do Exército Brasileiro
QRC	Quick Reaction Capability (Capacidade de Reação Rápida)
RPAODS	Remotely Piloted Aerial Observer Designator System
RPV	Remotely Piloted Vehicle (Aeronave Remotamente Pilotada)
SAM	Surface to Air Missile (Míssil Superfície Ar)
SEAD	Suppression Enemy Air Defense (Supressão de Defesas Antiaéreas)
SI	Sistema Internacional
SisDIA	Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação
SMEM	Sistemas de Defesa e Materiais de Emprego Militar
SNBR	Submarino Nuclear de Ataque Brasileiro
TALD	Tactical Air Launched Decoy
UAS	Unmanned Aerial System (Sistema Aéreo Não Tripulado)
UAV	Unmanned Air Vehicle (Aeronaves de Controle Remoto)
UCAV	Unmanned Combat Air Vehicles (Veículos Aéreos Não Tripulados de Combate)
USAAF	Força Aérea dos Estados Unidos da América
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
VBCCC	Viatura Blindada de Combate Carro de Combate
VCANT	Veículo de Combate Aéreo Não Tripulado

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	O DRONE E A TRANSFORMAÇÃO MILITAR.....	22
2.1	LIND E A GUERRA PÓS-MODERNA	27
2.2	WOLFOWITZ E O DEFENSE PLANNING GUIDANCE	30
2.3	O DRONE E A IV REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	47
2.4	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 2	54
3	A TRANSFORMAÇÃO NO BRASIL	56
3.1	TRANSFORMAÇÃO E CAPACIDADES	57
3.2	DEFESA: MARCO LEGAL	61
3.3	OS DRONES E A TRANSFORMAÇÃO	71
3.4	DRONES: COMBATE E ADAPTAÇÃO.....	77
3.5	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 3	81
4	BREVE HISTÓRICO DOS DRONES.....	83
4.1	QUANDO O DRONE ERA “SONDA”	89
4.1.1	Drone, Guerra Eletrônica e SEAD: a pré-história da IA.....	94
4.1.2	Propulsão, Drones e Aeronaves: o caso do míssil isca ADM-20 Quail	109
4.1.3	D-21 SCAD: drones e o nível estratégico	112
4.2	OS DRONES E A REDE NA BATALHA DO VALE DO BEKAA (1982).....	115
4.2.1	Os drones nos antecedentes da Batalha do Bekaa	119
4.2.2	A Batalha e a destruição dos SAMs sírios	121
4.3	CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 4.....	125
5	O DRONE MULTIDOMÍNIO	127
5.1	O PAPEL DOS DRONES NA TÁTICA, OPERAÇÕES E ESTRATÉGIA	130
5.2	O DRONE HIPERSÔNICO COMO PLATAFORMA PARA O DOMÍNIO DO ESPAÇO	139
5.3	CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 5	148
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	149
	REFERÊNCIAS.....	154

1 INTRODUÇÃO

Nesta introdução, em primeiro lugar, enuncia-se a hipótese e o problema, bem como efetua-se um breve relato dos diferentes momentos e hipóteses de trabalho formuladas no curso da pesquisa. O que, espera-se, faça às vezes de uma nota metodológica. Afinal, retrata o caminho realmente percorrido pelos estudos e investigações até chegar-se ao presente relatório. Esta dissertação constitui-se em um ensaio histórico explicativo, com proposição de políticas públicas – de acordo com a tipologia proposta por Van Evera, enquadra-se nos casos 5 e 4, respectivamente (VAN EVERA, 2002, p. 106)¹. A título de justificativa, trata-se brevemente sobre a Situação Internacional, o Projeto Nacional, a Modernização e Transformação militar. À luz desses elementos contextuais, retoma-se a hipótese principal em seu sentido normativo. Por fim, efetua-se um breve sumário do conteúdo desenvolvido nesta dissertação.

A hipótese principal da pesquisa é de que o Drone Multidomínio constitui-se em móvel de endogeneização (FURTADO, 1962, p. 109-116) das tecnologias críticas da III e da IV Revolução Industrial. A hipótese secundária é a de que ele é capaz de conciliar as tarefas de modernização e transformação, ao permitir a criação de uma agenda ecumênica adequada à perspectiva holística de transformação (COVARRUBIAS, 2007, p. 18-19) adotada pelo Brasil (BRASIL, 2010, p. 10) e a um Perfil de Força híbrido (NEVES, 2015, p. 79, 95). Dada estas hipóteses, a pergunta principal da pesquisa é: Qual o papel do drone na inserção do Brasil na III e IV Revoluções Industriais? E, como pergunta secundária, tem-se: Qual o papel do drone na Transformação e Modernização militar?

Importa destacar o artifício: o Drone Multidomínio é um conceito. Isto é, não corresponde a nenhum sistema ou Material de Emprego Militar em particular. O conceito derivou do processo de aprendizado e maturação da pesquisa. Afinal, como destaca Eduardo Mourão Vasconcelos:

Qualquer pesquisa exige flexibilidade e dinamicidade do pesquisador. A formulação [...] constitui uma projeção de intenções e expectativas para o futuro, a partir de um

¹ **Tipologia de Van Evera** – De acordo com Van Evera, o tipo histórico-explicativo “[...] utiliza [...] deduções de sentido comum para explicar causas, padrões ou consequências de casos históricos. Os trabalhos deste tipo [...] se concentram em explicar o que descrevem”. Já a avaliação e prescrição de políticas públicas “[...] avalia políticas públicas atuais ou futuras, ou propostas políticas.” (VAN EVERA, 2002, p. 106, tradução nossa). **No original** – “[...] utiliza [...] deducciones de ‘sentido comum’ para explicar las causas, patrones o consecuencias de casos históricos. Los trabajos de este tipo [...] se concentran en explicar lo que describen”. “[...] evalúa políticas públicas actuales o futuras, o propuestas políticas” (VAN EVERA, 2002, p. 106).

conhecimento mínimo prévio, para efeito de planejamento e/ou negociação institucional. Entretanto, a realidade e o conhecimento sobre ela são muito dinâmicos e mutáveis, principalmente quando se trata de temas complexos. [...] *o processo de implementação da investigação exige então uma atitude de flexibilidade e ousadia para mudanças em todos os tópicos do projeto, a partir de descobertas inesperadas.* [...] Em resumo [...] *A implementação da pesquisa sempre exige “transgredir” o projeto original!* (VASCONCELOS, 2013, p. 139, grifo do autor).

De fato, foi isso que se deu com a presente pesquisa. A primeira ideia, a que informou o projeto aprovado no concurso, era de se fazer um levantamento dos efeitos do uso do drone no Oriente Médio no âmbito dos Estados Unidos da América (EUA), de modo a aferir seus impactos sobre os campos sociopolítico e militar. Já beneficiado pelo ingresso no curso, a realização de disciplinas e o processo de orientação, o tema foi sendo reestruturado. Para a cadeira de Seminário de Dissertação, apresentou-se uma versão mais delimitada, onde a hipótese principal era a de que o drone cumpria um papel importante na inserção do Brasil na III e IV Revolução Industrial a partir de suas tecnologias críticas. Como pode-se constatar, trata-se de uma hipótese bem mais próxima da atual.

Contudo, ela apresentava algumas dificuldades que ao fim revelaram-se incontornáveis. A principal delas seria a de inventariar e consignar no relatório quais são as tecnologias críticas e que capacidades a indústria brasileira detém acerca delas. A despeito do trabalho monumental do IPEA “Mapeamento da Base Industrial de Defesa” (ABDI; IPEA, 2016) se dispunha de repositórios indispensáveis para associar o levantamento aos drones. O problema é saber, mesmo minimamente, que tecnologias detém os drones produzidos no mundo. Afinal, tratam-se de segredos industriais. Portanto, se dispunha apenas de um dos lados da equação. Ainda assim, foi feito um estudo e um relatório preliminar – encaminhado pelo orientador como capítulo integrante de rascunho da dissertação ao PPGEEI por demanda – sobre a situação da indústria no Brasil, em particular a de defesa. Que, espera-se, possa ser utilizado em trabalho ulterior.

A nova abordagem pretendeu aproximar-se mais da literatura de estudos estratégicos e discutir criticamente o papel do drone como arma de decisão. Acerca deste tema, foram inventariadas fontes e redigidas outras dezenas de páginas – que também, acredita-se ser possível aproveitar posteriormente. Mas aqui a dificuldade é que o debate remetia, essencialmente, ao conceito de batalha decisiva, de arma de decisão, que surgiu no mar (MAHAN, 2000). Porém, ao fim, acabava por centrar-se exclusivamente no poder aéreo, em particular na Arma de Bombardeiros. Além, é óbvio, de demandar toda uma sessão acerca das armas nucleares – tema por si vasto e controverso. Contudo, o óbice incontornável não foi de ordem lógica (delimitação), mas de natureza epistemológica. Conquanto o argumento fosse

plausível, dificilmente poderia ser comprovado ou refutado. Assim, o valor do relatório como repositório de conhecimento ficava em questão – o que, por certo, é inadmissível.

Assim, recorreu-se ao artifício da hipótese conceitual. Do Drone Multidomínio, que permite uma dupla transversalidade. A primeira entre os distintos níveis do planejamento de guerra: político, estratégico, operacional e tático (BRASIL, 2013, p. 32). A segunda, diz respeito à transversalidade entre os domínios: terra, mar, ar e espaço. Também a nomenclatura – o uso do termo ‘drone’ (zangão) – decorreu da necessidade de uma designação abrangente o suficiente para dar conta desta dupla transversalidade – entre níveis e domínios. Destarte, chegou-se à formulação atual exposta acima.

Como se trata de um ensaio interpretativo e de prescrição de políticas públicas, entende-se que seria presunçoso estabelecer um marco teórico. Contudo, procurou-se estabelecer um sólido marco analítico.

O debate acerca do conceito de capacidades valeu-se de Kenenth Waltz (1979) e Charles Tilly (1996; 2007). O conceito de esfera pública não estatal de Luis Carlos Bresser-Pereira (1997). O de consórcio, de Alexsandro Souza de Salles (2019; 2021). E o papel da adaptação e da revisão de meia vida na transformação, de Jean-Pier Esquia (2021).

Para os conceitos de transformação militar e o confronto entre a versão aqui denominada restritiva, de William Lind (2005), Paul Wolfowitz (1992) e Donald Rumsfeld (2002). Para o que, no âmbito deste trabalho, denomina-se transformação holística, valeu-se de Jaime Covarrubias (2007) e do próprio documento do Estado-Maior do Exército, que define a transformação no Brasil (BRASIL, 2010). De resto, no que tange aos aspectos históricos descritivos ou sistemas atuais, foram utilizadas diversas fontes de pesquisa bibliográfica, devidamente consignadas nas referências contidas no texto.

À guisa de justificativa, a dissertação pretende atender às razões de ordem acadêmica e social. Começando pelas primeiras, a despeito da vasta literatura existente acerca de drones, não foi possível encontrar nos bancos de dados consultados (CNPQ, CAPES e Lume) publicação que efetuassem as associações realizadas no âmbito deste trabalho: entre o debate de doutrina, o marco legal, o histórico dos drones e a proposição normativa. Destarte, a despeito do tema em sentido amplo (‘drone’) não ser inédito, o enfoque ora proposto pretende ser original – o que usualmente considera-se suficiente em termos de justificativa acadêmica.

Já a relevância social só pode ser presumida, não pode ser aferida objetivamente – como se faz com a acadêmica, quando se recorre a bancos de dados de dissertações ou teses. Por isso aqui, o possível, é demonstrar a plausibilidade da pretensão. O que, de seu turno, exige elementos de contexto. Neste caso, uma brevíssima avaliação da situação internacional, do

projeto nacional, da modernização e transformação. Afinal, estes são os campos de conhecimento sobre os quais – com graus variados e tênues de expectativa de êxito – tem-se a pretensão de incidir.

O mundo está em guerra. Trata-se de uma guerra diferente das duas Guerras Mundiais do Século XX. Naquelas, em função da interrupção ao tráfego atlântico, causado pela ação de submarinos, bem como a mobilização das economias para o esforço de guerra, teve-se como efeito o início do processo de substituição de importações no Brasil. Ele acabou por culminar nas ondas de industrialização empreendidas na era Vargas (1930-1954) e no período militar (1964-1985). Por este percurso o Projeto Nacional foi condicionado pela situação internacional. Em função da escassez dos produtos importados o Brasil obrigou-se a buscar a endogeneidade. Como o setor privado não dispunha nem de capitais, tampouco de tecnologia para empreender a substituição de importações, o Estado obrigou-se a fazê-lo. Foi assim que o robusto setor estatal brasileiro, resultante do acúmulo do período Vargas e dos militares, acabou por modernizar o país e inseri-lo satisfatoriamente na Segunda Revolução Industrial.

Certamente a guerra entre a Rússia e Ucrânia não parece assemelhar-se às Guerras Mundiais do Século XX. Mas, a despeito de constituir-se em uma guerra local², isto é, confinada geograficamente, ela também acarreta graves condicionantes e efeitos sistêmicos. Sucintamente, pode-se apontar quatro:

- a) aumento no preço do petróleo, portanto dos combustíveis, o que repercute nos fretes e preços em geral;
- b) aumento do preço e escassez do trigo, o que além do pão, incide sobre os alimentos de maneira geral – em função da farinha;
- c) aumento dos gastos militares no âmbito da OTAN, o que acarreta elevação da taxa de juros, portanto, no custo do próprio dinheiro. Este último incide sobre o crédito externo, exportações, a captação de investimentos e o câmbio de moedas.
- d) a proliferação de sanções pode privar os países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos de mercadorias acabadas ou de matérias-primas industriais.

Além disto, transversalmente, dificultar o acesso a tecnologias críticas da era da informação (e.g. padrão 5G, Internet das Coisas, etc.).

² **Guerra Local** – “Guerra local é uma guerra confinada geograficamente [...] cuja magnitude permanece em aberto” (MARTINS, 2008, p. 11). “Importa perceber que o que faz a guerra ser local é a correlação de forças [...] se o potencial do defensor for capaz de conter o atacante” (MARTINS, 2008, p. 13). A principal diferença do conceito de guerra local para o da guerra limitada é que esta última “[...] consiste em uma conflagração confinada não somente na geografia, mas também na duração e escala” (MARTINS, 2008, p. 14). No caso da guerra local, “[...] cumpre recordar que sua magnitude, força em presença, intensidade e duração permanecem em aberto, sujeitas [apenas] às conveniências e capacidades dos contendores” (MARTINS, 2008, p. 13).

Note-se, quase todos os países do mundo – e o Brasil não é diferente – preparam-se para contingências envolvendo uma, ou algumas, dessas variáveis. O mais comum é a variação no custo do petróleo e da taxa de juros. Para tanto, possuem reservas internacionais e contam com elas para obter – de forma direta ou indireta – o crédito, mercado ou produtos que necessitam do exterior. Contudo, quando a principal matéria-prima, o crédito, as matérias-primas industriais e o acesso aos mercados impactam simultaneamente, tem-se aquilo que alguns denominam ‘choque externo’ – e, para ele, ninguém pode considerar-se preparado.

O Choque Externo impacta sistemicamente, isto é, incide sobre todos os países. A título de exemplo tem-se o choque dos juros de 1979, que impactou as parcelas da dívida externa brasileira e, simultaneamente, a Guerra Irã-Iraque privou o Brasil de mercados. Tendo-se, ainda naquela data, um novo choque do petróleo. O resultado, naquela época, foi a desestruturação do modelo substitutivo de importações brasileiro. Processo do qual, ainda hoje, não conseguimos nos recuperar integralmente – o país ressentiu-se, ainda hoje, de uma forte reprimarização de sua economia.

Em situações internacionais com a incidência de choques externos, geralmente se produz uma reestruturação da economia mundial. Por este percurso, o Choque Externo pode relacionar-se às alterações na própria polaridade do Sistema – alterar o equilíbrio internacional. Inicialmente a então União Soviética (URSS) havia se beneficiado do choque de 1973 – afinal era, como a Rússia hoje, um forte exportador de petróleo. Mas, observou-se uma tendência a reprimarização de sua economia (AMIN, 1977, p. 28). Mais tarde, esta tendência – associada à dependência dos mercados e do crédito do ocidente; aos desafios da III Revolução Industrial e à Nova Guerra Fria – auxiliaria em sua debilitação e colapso (VIZENTINI, 2004, p. 128-129). Em suma, os choques catalisam as oscilações de ascensão e queda das Grandes Potências.

De fato, o choque externo da década de 80 acabou se constituindo no prenúncio da globalização, que teve lugar a partir do início da década de 1990. Assim, não é necessário nenhum tipo de esforço prospectivo, ou de elaboração de cenários, para concluir-se que o atual Choque Externo alterará o ambiente internacional. Ele incide diretamente nos fundamentos da economia política e das relações internacionais. E seu resultado líquido será o de economias cada vez mais protegidas – por Uniões Aduaneiras ou por regimes não-tarifários, de sanções que igualmente restringem mercados.

Ao par disso, a inovação coloca na ordem do dia a Internet das Coisas – *Internet of Things* (IoT) e chega a se falar na ‘Internet do Tudo’. De sorte que abre-se uma lógica de

‘desafio-resposta’: temos tanto a oportunidade de retomar a industrialização quanto o risco de aumentarmos as perdas externas a um ponto crítico indesejado.

Todos estes fatores colocam na ordem do dia o Projeto Nacional. Por certo, embora possa-se buscar similitudes com os desafios do passado e suas Revoluções Industriais, no que tange ao papel cumprido pelo Estado e território, seria ingênuo supor que as soluções que revelaram-se eficazes no passado possam ser aplicadas com igual êxito no presente (MARTINS; ESQUIA, 2021, p. 21).

De fato, esta percepção já era muito clara ainda no Século XX:

A centralidade do público não Estatal ficará evidente, em texto do mesmo ano, denominado “A Reforma do Estado nos Anos 90”, quando, então, Bresser-Pereira advoga que o setor público não Estatal poderá arcar com o peso principal do processo de gestão e produção, desempenhando função que, a seu tempo, havia sido cumprida pelo setor Estatal da economia: servir de esteio à estratégia de desenvolvimento socioeconômico (BRESSER-PEREIRA, 1997a, p. 51 *apud* SALLES, 2021, p. 47³).

Isto porque a associação entre a esfera pública não estatal de Bresser-Pereira (1997) com o consórcio é engenhosa e coaduna-se com o espírito da Transformação Militar expressa tanto na criação dos Grupamentos Logísticos – Portaria do Comandante do Exército (Cmt Ex) Nº 872 de 11/10/2012; Portaria 873 Cmt Ex de 11/10/2012 – quanto, principalmente, a criação do Sistema Indústria Defesa e Academia (SisDIA) – Portaria 1.701 Cmt-Ex, de 21/12/2016.

Afinal, por mais agudo que eventualmente possa ser o choque externo, as estruturas mentais não acompanham a velocidade das mudanças. Desse modo, seja pela ausência de capital para criar um novo setor estatal, ou pelo efeito residual do consenso macroeconômico, os gastos militares se mantêm como alternativa mais viável de investimento em alta tecnologia.

Retomando a hipótese principal, este é o seu sentido normativo. O conceito do Drone Multidomínio visa criar uma transversalidade que una as Forças, mas, ao mesmo tempo, estabeleça interfaces conjuntas no âmbito da pesquisa e do desenvolvimento. Em última instância, como procura-se demonstrar, o que está em jogo não é a Transformação militar, mas o ajuste do Brasil à nova situação internacional e a inserção na IV Revolução Industrial.

Este conteúdo foi desdobrado ao longo de quatro capítulos, além desta introdução. Assim, no Capítulo 2 procura-se retratar o ‘debate’ entre a visão holística e restritiva da

³ BRESSER-PEREIRA, Luis Carlos. A Reforma do Estado nos anos 90: Lógica e Mecanismos de Controle. Brasília: Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado, 1997(a).

Transformação. Mais que isso, associar a Transformação ao cumprimento das tarefas remanescentes da III Revolução Industrial – a qual, ao menos no âmbito das Forças, estamos prestes a efetivar – e fazer frente aos desafios da IV Revolução Industrial: a Inteligência Artificial, o computador e a comunicação quânticas. Entretanto, há aqui algo que deve-se acrescentar.

Quando o capítulo foi escrito ainda não havia eclodido a guerra entre a Rússia e a Ucrânia. No Capítulo 2, procurou-se criticar a visão restritiva da Transformação, em virtude dos desdobramentos negativos que a mesma teve para o próprio poderio estadunidense – na última seção do Capítulo 3 este tema é retomado de passagem. Cumpre agora reconhecer que ao par da experiência estadunidense, coloca-se a russa. Isto é possível graças a um artigo recente do General Vladimir Chirkin sobre a Guerra na Ucrânia.

Como se depreende do fragmento abaixo:

Subestimamos o inimigo em sua força de repulsão informacional, ideológica, psicológica, eles estavam esperando por nós. Literalmente no primeiro dia, com um estalar de dedos sangrentos americanos – **perdemos o apoio de civis e as unidades das forças armadas ucranianas prontas para se tornarem neutras.** [...] Os combatentes receberam outras ordens, envolveram-se, enfureceram-se, reuniram-se e suas esperanças de apoio ativo aos civis e às unidades conscientes do exército ucraniano foram frustradas (CHIRKIN, 2022, tradução e grifo nosso)⁴.

Agora, sabe-se que os russos vislumbravam efetuar na Ucrânia uma versão ampliada do tipo de guerra que haviam posto em prática com êxito na Crimeia em 2014. Em suma, obter a mudança de regime, a neutralidade e o desarmamento da Ucrânia por intermédio de uma guerra curta, rápida, limitada e decisiva.

A composição orgânica das Forças Especiais russas é muito parecida com as da *Stryker Brigades* preconizadas por Donald Rumsfeld. Contudo, o esperado apoio popular e a neutralidade das Forças Armadas ucranianas não se produziram. De modo que as insuficiências da ofensiva russa assemelharam-se às dos EUA no Iraque em 2003. Como não havia massa de guerra, condições efetivas para o controle do território e da população, tudo o que os russos conseguiram obter foi que as milícias tivessem ‘licença’ para assassinar os opositores e os elementos que julgavam ser pró-russos nas principais cidades ucranianas. Foi

⁴ **No original** – “We underestimated the enemy in its strength of informational, ideological, psychological repulsion, they were waiting for us. Literally on the very first day, with a snap of American bloody fingers – we deprived the support of civilians and the units of the Ukrainian armed forces ready to become neutral. [...] The fighters received other orders, got involved, became angry, gathered, and their hopes for active support of civilians and the conscious units of the Ukrainian army were dashed” (CHIRKIN, 2022).

deste erro de cálculo militar que surgiu a guerra local. Nem o governo ucraniano possui um país, e nem os russos possuem uma vitória, para poder efetivar a paz.

Certamente o balanço da campanha russa na Ucrânia permanecerá tema em aberto. Objeto de vivos debates, discussões acaloradas, ensaios monográficos, etc. Mas, desde logo, importa reconhecer que diferentemente das Malvinas – onde responsabilizou-se os conscritos – desta feita foram os profissionais que fracassaram. E, desde logo, pode-se aduzir ao fato de ignorar-se os princípios da guerra (BRASIL, 2014a, p. 5–3-5–6). Volta-se a esse tema no Capítulo 2.

No Capítulo 3, parte-se do debate acerca das capacidades – já travado em Salles (2021), portanto aqui retomado minimamente apenas para situar o leitor – para adentrar-se no Marco Legal. Sustenta-se que a associação entre os investimentos militares e o desenvolvimento, mais que norma legal, é um dos fundamentos axiológicos da própria CF/88 através da Lei Complementar nº 97, de Junho de 1999 (LC 97/99). Na sequência, trata-se dos drones e a Transformação, discutindo-se as dificuldades envolvendo a obtenção e o caráter restrito do mercado de defesa. Esta seção deve ser avaliada em conjunto com a seguinte, onde trata-se dos drones, seu papel no combate e na adaptação. Nesta última pretende-se apresentar, a título de exemplos, como a inserção do drone nas Forças, se feita no âmbito holístico, pode permitir realizar simultaneamente a mecanização e a digitalização das Forças.

No Capítulo 4, trata-se de um breve histórico dos drones, procurando demonstrar que, ao longo de sua trajetória, estiveram associados a pelo menos cinco elementos:

- a) a conquista espacial;
- b) as transições tecnológicas e Revoluções Industriais;
- c) a produção modular e o uso conjunto de Sistemas e Materiais de Emprego Militar;
- d) a função estratégica que os drones já cumpriram na Guerra Fria e no seu desfecho;
- e) o papel da guerra local no tensionamento da fronteira tecnológica e a retroalimentação disto no âmbito da doutrina de emprego.

Por fim, no Capítulo 5, procura-se materializar o conceito de Drone Multidomínio. Isto é feito mediante dois esforços analíticos sucessivos e complementares. No primeiro deles, procura-se explorar a transversalidade do drone em relação aos níveis do planejamento de guerra. A ideia aqui é de desconstruir a percepção do drone como uma ferramenta ligada apenas a tática – operações encobertas e contrainsurgência. Ao destacar-se o papel do drone no âmbito operacional e estratégico, pavimenta-se o terreno para o segundo esforço. Neste caso, a transversalidade é de domínios – terra, mar, ar e espaço. Ao final, trata da importância do drone como plataforma para o domínio do espaço. É este elemento que justifica a

elaboração do conceito: a busca da abrangência. Caso se pense a inserção do drone como mero sistema tático, dificilmente se vislumbrará o papel que pode ter no desenvolvimento e na endogeneidade das tecnologias que constituem o substrato da IV Revolução Industrial – a Inteligência Artificial, a comunicação e computação quânticas. Assim, espera-se com essas linhas ter logrado o objetivo de efetuar uma apresentação da dissertação e seus principais tópicos, do modo que cumpre a uma introdução.

2 O DRONE E A TRANSFORMAÇÃO MILITAR

Quadro 1 – Quadro Resumo do Capítulo 2

Sumário do Capítulo 2
2 O DRONE E A TRANSFORMAÇÃO MILITAR
2.1 LIND E A GUERRA PÓS-MODERNA
2.2 WOLFOWITZ E O DEFENSE PLANNING GUIDANCE
2.3 A TRANSFORMAÇÃO RESTRITIVA DE RUMSFELD
2.4 A TRANSFORMAÇÃO HOLÍSTICA E A VOLTA DA MASSA DE GUERRA
2.5 O DRONE E A IV REVOLUÇÃO INDUSTRIAL
2.6 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 2
Resumo do Conteúdo
O presente capítulo tem como tema a Transformação Militar. Procura-se definir o que entende-se por transformação militar, explorar seu significado enquanto política pública de defesa nos EUA. Especificamente, sua ligação com a cosmovisão de guerra pós-moderna de William Lind e com a grande estratégia da Doutrina Wolfowitz, que esquematiza os objetivos dos EUA no imediato pós-Guerra Fria. Em seguida, busca-se contrapor à ideia de uma Transformação Militar Restritiva a partir da perspectiva latino-americana e brasileira. E, por este percurso, explora-se a entronização das tecnologias dos drones enquanto vertentes da IV Revolução Industrial.

Fonte: elaboração própria.

O presente capítulo tem como tema a Transformação Militar. Procura-se definir o que entende-se por transformação militar, explorar seu significado enquanto política pública de defesa nos EUA. Especificamente, sua ligação com a cosmovisão de guerra pós-moderna de William Lind e com a grande estratégia da Doutrina Wolfowitz, que esquematiza os objetivos dos EUA no imediato pós-Guerra Fria. Na sequência, busca-se contrapor à ideia de uma Transformação Militar Restritiva a partir da perspectiva latino-americana e brasileira. E, por esse percurso, explora-se o papel dos drones enquanto interface do advento da IV Revolução Industrial.

Por Transformação, entende-se a adequação das Forças Armadas à 3ª Revolução Industrial, isto é, à digitalização da guerra. O debate acerca desse processo pode ser sumarizado, na literatura estadunidense da Revolução em Assuntos Militares (*Revolution in*

Military Affairs – RMA) nos anos 1980 e 1990. Neste sentido, a digitalização da guerra enquanto debate intelectual remonta à vitória estadunidense na Guerra Fria. Mais especificamente, no seu papel sobre as operações que tomariam lugar no teatro europeu. Apesar da 3ª Guerra Mundial nunca ter tomado lugar entre EUA e URSS, o legado tecnológico e doutrinário de sua preparação tiveram seus frutos na discussão da relação entre avanço tecnológico e mudança no modo de se fazer a guerra. O conceito mais discutido no meio militar e dos fazedores de política estadunidense ao final dos anos 1980 e ao longo dos 1990, foi o da Revolução em Assuntos Militares.

Cumpre ressaltar que os pioneiros nesse debate dentro dos EUA foram Andrew Marshall e Andrew Krepinevich, associados ao *Office of Net Assessment* do Departamento de Defesa. Contraintuitivamente, eles se utilizaram da percepção dos soviéticos acerca das capacidades estadunidenses no Front Ocidental da OTAN, coletada pela inteligência americana ainda durante a Guerra Fria. O principal conceito era o da Revolução Tecnológica Militar (*Military Technological Revolution* – MTR). Cunhada pelo marechal soviético Nikolai Ogarkov, a ideia chave era de que os avanços na microeletrônica tornariam sistemas de armas convencionais tão precisos que estes teriam um efeito similar às armas nucleares. Neste mesmo sentido, os russos desenvolveram o tema ao incorporar a ideia de que a digitalização comprime o “Complexo Reconhecimento-Ataque”. Ou seja, novos sistemas de sensoramento e vigilância coletariam informação sobre alvos, poderiam processar e distribuir essa informação quase instantaneamente a sistemas e vetores com armas guiadas de precisão (BROSE, 2020, p. 3; DUARTE, 2012a, p. 15; RASKA, 2015, p. 2-4).

Nos EUA, entretanto, esses conceitos foram rebatizados, bem como debatidos e por vezes modificados. A MTR soviética transformou-se na RMA. E o Complexo de Reconhecimento-Ataque é referido, com o mesmo significado, nos EUA pela ideia da *Kill-Chain* (ou Cadeia de Abate). Ao longo dos anos 1990 vários novos conceitos surgiram abordando o paradigma do futuro da guerra. Christian Brose, assessor de assuntos de defesa para o Senador John McCain, enquanto este ainda era Presidente da Comissão de Assuntos do Senado estadunidense, resume da seguinte forma:

O pedido de mudança recebeu nomes diferentes, mas em grande parte apontava para a ideia central, o “complexo de reconhecimento-ataque”, que Marshall havia destacado uma década antes. Era a ideia de que as tecnologias emergentes permitiriam que os militares construíssem novas redes de batalha de sensores e atiradores que poderiam fechar a cadeia de abate com mais frequência e rapidez do que nunca, que essas redes de batalha dependeriam muito mais de máquinas

avançadas do que de seres humanos, e que esta nova cadeia de abate tornaria muitos sistemas militares tradicionais vulneráveis e obsoletos⁵ (BROSE, 2020, p. 06).

A partir de 2001, o debate envolvendo a digitalização da guerra ganhou uma nova face com a política de Transformação, implementada durante o Governo Bush, pelo então secretário de Defesa Donald Rumsfeld. Por um lado, a Transformação aparentemente incorporava-se vários dos conceitos debatidos ao longo da década anterior. A necessidade de integração das Forças Armadas à rede e ao desenvolvimento de sistemas de armas capazes de comprimir o “complexo de reconhecimento-ataque”. Entretanto, era informada também pela cosmovisão e a política externa da unipolaridade dos EUA pós-Guerra Fria. Em suma, se a RMA dava conta do esforço para vencer a Guerra Fria, a Transformação foi o resultado do ajuste a condição solitária de única superpotência restante.

Nomeadamente, estes elementos de unipolaridade estão presentes na obra de William Lind – acadêmico, lobista e assessor parlamentar – e nos documentos da gestão Paul Wolfowitz enquanto Subsecretário de Políticas de Defesa do Departamento de Defesa (1989-1993) e Secretário Adjunto de Defesa (2001-2005). Após os ataques terroristas do 11 de Setembro de 2001, a Transformação também teve uma guinada ainda mais forte à “Guerra ao Terror”. Em resumo:

A razão para perseguir a RMA mudou, assim, de revoluções tecnológicas por padrão (dominante no começo da década de 1990) para os imperativos estratégicos e operacionais em mudança – o surgimento de ameaças complexas, híbridas e não lineares envolvendo os desafios do terrorismo, guerra irregular, insurgências e guerra assimétrica⁶ (RASKA, 2015, p. 7).

A Transformação também tinha como fator importante, através da superioridade tecnológica, reduzir os custos da guerra. Ao torná-la mais razoável para os EUA, possibilitaria que seu status de potência unipolar fosse perpetuado (DUARTE, 2012a, p. 20). No seu nível operacional, isso queria dizer que a mudança nas Forças Armadas deveria ser compatível à ação estadunidense em todos os continentes e à consequente necessidade de rápido

⁵ **No Original** – “The call for change went by different names but largely pointed to the central idea, the ‘reconnaissance-strike complex’, that Marshall had highlighted a decade prior. It was the idea that emerging technologies would enable militaries to build new battle networks of sensors and shooters that could close the kill chain more often and more rapidly than ever, that these battle networks would rely far more on advanced machines than on human beings, and that this new kill chain would render many traditional military systems vulnerable and obsolete” (BROSE, 2020, p. 06).

⁶ **No Original** – “The rationale for pursuing the RMA thus shifted from technological revolutions by default (dominant in the early 1990s) to the changing strategic and operational imperatives – the emergence of complex, hybrid and non-linear threats involving terrorism, irregular warfare, insurgencies, and asymmetric warfare challenges” (RASKA, 2015, p. 07).

desdobramento – através do aerotransporte – de uma espécie de infantaria pesada. Abandonar-se-ia as grandes unidades e reduzir-se-ia o uso de blindados. O poder de fogo dar-se-ia pela capacidade de integrar-se à rede e apontar alvos para vetores aéreos.

Contudo, a política de Transformação não se restringiu aos EUA. O ajuste às tecnologias da III Revolução Industrial desencadearam em vários outros países diferentes versões de Transformação Militar. Embora evidentemente informadas pela experiência estadunidense, outras Transformações ocorreram por todo o mundo. Exemplos existem desde as demais Grandes Potências como Rússia e China, atores de relevâncias regional como Israel e Índia, e também países periféricos como na América Latina (RASKA, 2015, p. 09). É neste último exemplo que cabe ressaltar, sobretudo, a experiência sul-americana e brasileira.

Aqui, se faz necessário diferenciar pelo menos duas percepções acerca da Transformação. São elas: perspectiva restritiva e perspectiva holística. No que diz respeito à incorporação dos drones no modo de fazer a guerra, elas têm concepções distintas acerca do papel conferido à ofensividade (mobilidade) e segurança (presença). Tratam-se de dois princípios centrais da guerra⁷; de modo que, a despeito da hierarquia que guardam entre si – a ofensividade (2º) vem antes da segurança (7º) – nenhum deles pode ser absolutizado.

Na Primeira Guerra Mundial, absolutizou-se o controle do território (segurança). De modo que, por vezes, milhares de vidas eram perdidas em troca de uns poucos metros de território. Por outro lado, estadunidenses no Iraque (2003) e russos na Ucrânia (2022) absolutizaram a ofensividade. De modo que, a despeito de desestruturarem completamente o dispositivo de guerra inimigo, a ausência de segurança – controle do território ou presença – fez com que os ganhos obtidos com a ofensividade acabassem por ser solapados. Comprometendo assim não apenas o resultado da operação, mas da guerra enquanto um todo.

Aliás, esta correlação entre ofensividade e segurança descortina a dimensão ontológica da Força Terrestre: a missão principal é destruir o inimigo ou controlar o território? John Shy debruçou-se sobre a opinião acerca desse tema em dois clássicos: Jomini e Clausewitz. Como se pode apreender pelo fragmento a seguir:

Atacar a força armada inimiga é a essência da estratégia, mas, com que objetivo? Apesar da ênfase na perseguição implacável ao inimigo batido, há muita coisa em Jomini indicando que controle territorial é o verdadeiro objetivo dos conflitos armados. Diferentemente de Clausewitz, Jomini concebeu a guerra em termos espaciais bastante amplos, e tal predileção tornou-se mais pronunciada com a idade,

⁷ **Princípios da Guerra no Brasil** – São eles: (1) Objetivo; (2) Ofensiva; (3) Massa; (4) Economia de Força; (5) Manobra; (6) Unidade de Comando; (7) Segurança; (8) Surpresa; (9) Simplicidade; (10) Legitimidade; (11) Moral; (12) Exploração; (13) Prontidão (BRASIL, 2014a, p. 5–3–5–6).

ou seja, quando seus trabalhos foram se tornando mais e mais influentes. Intimamente relacionada com essa imprecisão — se é o controle do território ou a destruição do poder do inimigo que deve direcionar a ação estratégica — está uma outra inerente aos requisitos conflitantes da agressividade [ofensividade] e da segurança (SHY, 2001, p. 243).

Como se pode constatar, para Jomini o que importa é o território. Já em Clausewitz, o tema torna-se ambíguo, justamente porque os princípios da guerra precisam ser harmonizados em conformidade com cada nível e mesmo missão.

Como ocorre em outras áreas, quando se tem princípios concorrentes, sendo ambos válidos e verdadeiros a depender das circunstâncias, para além do juízo do comandante é salutar harmonizá-los com um termo mediador. Neste caso, o termo mediador entre o princípio da ofensividade (2º) e da segurança (7º) é a massa (3º).

O princípio da massa tem sido frequentemente confundido com o da concentração. Mas, cumpre reconhecer que não se tratam da mesma coisa. Concentração reside em obter vantagem avassaladora em um ponto decisivo. Já a massa de guerra diz respeito ao emprego de todo o dispositivo da Força Terrestre, de modo a permitir que simultaneamente se faça frente ao inimigo e se controle o território e as populações.

De modo simplificado, mas não equívoco, pode se dizer que a ofensividade envolve a conjunção das armas entre si. Já a segurança demanda a concatenação também com quadros, serviços e funções – dentre as quais desponta a logística. De sorte que a equação entre controle de território e combate é dada pela necessidade de manter-se a segurança da linha de suprimentos. Este aprovisionamento não se aplica apenas aos combatentes, mas à consecução da estratégia como um todo. Em suma, a garantia de abastecimento à população em tempos de guerra, das linhas de transporte e comunicação e até mesmo da população residente nas zonas tomadas ao inimigo.

Nesse sentido, o drone não substitui a massa de guerra, como por vezes as empresas costumam propagandear. Ele incide sobre o princípio da ofensividade. E é justamente a hipertrofia deste que compele a contra medidas mais efetivas para a defesa do território (segurança). Em função deste último elemento é que o drone, por este percurso indireto, suscita um aumento da massa de guerra – e não o contrário.

Proteger populações, manter linhas de suprimento abertas, minimizar o efeito de emboscadas, tudo isso exige mais presença, mais segurança e, portanto, mais massa de guerra. Em suma, medidas defensivas à presença do drone suscitam demandas de que sua introdução se dê mediante adaptação dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar já existentes. De sorte

que, simultaneamente, possa-se fazer frente aos drones do inimigo e empregar os próprios na melhor condição de segurança possível.

Como se verá a seguir, a perspectiva restritiva da Transformação concebe o emprego do drone em missões de reconhecimento e vigilância, assassinatos e apoio a operações especiais. A perspectiva holística, por sua vez, possibilita revalorizar a massa enquanto princípio da guerra mediador entre a ofensividade e a segurança. E, ao fazer isso, também abre uma janela de oportunidade para a entronização das tecnologias associadas à III Revolução Industrial e seu uso dual na economia civil.

2.1 LIND E A GUERRA PÓS-MODERNA

Nesta seção apresenta-se as quatro gerações da guerra, propostas por William Lind em que observa-se a evolução da guerra ao longo dos anos, chegando ao declínio do Estado e da bipolaridade entre EUA e URSS e também da presença de atores não estatais nos conflitos internacionais, como grupos terroristas no combate moderno.

Para Lind, a guerra pode ser dividida didaticamente em quatro gerações, tendo início com a Paz de Westfália, em 1648, tratado que findou a Guerra dos Trinta Anos. Este é o marco no qual o Estado estabeleceu um monopólio de guerra. Antes, o domínio dela havia pertencido a muitas entidades diferentes: famílias, tribos, religiões, cidades e empresas, utilizando-se de diversos meios, não somente exércitos e marinhas (LIND, 2005, p. 12).

A primeira geração da guerra moderna foi a da linha e coluna. Durou, aproximadamente, de 1648 a 1860. Nela, as batalhas eram formais e o campo de batalha era ordenado, criando-se uma cultura militar de uniformes, cores, disciplina e hierarquia, etc. Em meados do século XIX, o avanço tecnológico começou a desordenar o campo de batalha. Tratava-se do advento e difusão do fuzil (mosquete de alma raiada), da retrocarga e da metralhadora (LIND, 2005, p. 12).

Assim, na Guerra de Segunda Geração, ocorreu uma resposta às contradições entre essa cultura da ordem e o ambiente militar que se desenvolvia com o aumento no poder de fogo. A guerra de segunda geração consistia no poder de fogo concentrado, principalmente através de fogos indiretos de artilharia. Seu principal expoente teórico, para o autor, foi o Exército Francês durante e depois da Primeira Guerra Mundial. Segundo Lind: “A doutrina foi resumida pelos franceses como: ‘a artilharia conquista, a infantaria ocupa’” (LIND, 2005, p. 13).

Tínhamos assim, na guerra de Segunda Geração, uma organização dos fogos e dos meios de combate, coordenados entre infantaria, artilharia e carros de combate. Essa segunda geração de guerra preservava a ordem do combate e a disciplina. A iniciativa não era bem vinda porque colocava a sincronização em perigo. A disciplina era descendente e imposta. A relevância desse tipo de guerra é porque o Exército dos EUA aprendeu com os franceses – durante e depois da I GM – e ela continua a ser, segundo o autor, a forma de guerra americana, inclusive a exemplo no Afeganistão e no Iraque. Em suma, é a guerra do atrito e da massa.

Já a guerra de Terceira Geração foi desenvolvida pelo Exército Alemão e é conhecida como “*blitzkrieg*” ou guerra de manobra. Ela é baseada na velocidade, surpresa e no rápido deslocamento das tropas. A “*blitzkrieg*” procura adentrar nas áreas de retaguarda do inimigo, causando-lhe o colapso da retaguarda para a frente, cortando a logística e as linhas de comunicação do oponente. Ao invés de “aproximar e destruir”, o lema é “passar e causar o colapso”. Já na defensiva, a ideia é de atrair o inimigo para então cortar-lhe a retirada. Assim, a guerra de Terceira Geração é não linear. Não são apenas as táticas que mudam, mas a cultura militar. O militar da Terceira Geração enfoca exteriormente na situação, no inimigo e no resultado exigido pela situação (LIND, 2005, p. 13). A Quarta Geração, por sua vez, obedece a um critério diferente. Segundo Lind (2005, p. 14):

A Quarta Geração marca a mudança mais radical desde a Paz de Westphalia. Na guerra de Quarta Geração, o Estado perde o monopólio sobre a guerra. Em todo o mundo, os militares se encontram combatendo oponentes não estatais tais como a Al-Qaeda, o Hamas, o Hezbollah e as Forças Armadas Revolucionárias da Colômbia. Quase em toda parte, o Estado está perdendo.

Diferente das três gerações anteriores, a Guerra de Quarta Geração não diz respeito ao avanço tecnológico – no que diz respeito à inovação em sistemas de armas, doutrina e organização –, mas a um retorno aos primórdios da guerra e de como ela funcionava antes do surgimento do Estado. Assim, a Guerra de Quarta Geração envolveria não apenas atores estatais, mas também organizações e grupos terroristas não estatais, não sendo reconhecidos muitas vezes como forças militares.

Lind propugna uma abordagem ontológica da Transformação Militar. Isto é, não a fundamenta nem na percepção da correlação de forças (nível político) e tampouco, primordialmente, em fundamentos táticos e operacionais; mas, em uma cosmovisão de corte filosófico, acerca do declínio do Estado e, em decorrência, do fim da competição internacional, seja pelo fim da polarização entre as duas superpotências (EUA e URSS), seja

pelo surgimento de sujeitos não estatais nos conflitos armados, como por exemplo os grupos terroristas ou separatistas.

Após os atentados terroristas do 11 de Setembro de 2001, os EUA declararam “Guerra ao Terror” e disso decorreram dois conflitos de grandes proporções. A invasão do Afeganistão e a Guerra do Iraque, depondo o regime Talibã e o ditador Saddam Hussein, respectivamente, sob a acusação de acobertarem células terroristas em seus países. Ambos os conflitos trouxeram novos conceitos, como a contrainsurgência, guerra ao terror, contraterrorismo⁸ e a visão de transformação restritiva.

Desde a Guerra do Vietnã os EUA já vinham enfrentando um novo tipo de inimigo que não usava necessariamente uma farda padronizada, misturavam-se muitas vezes junto a população local e não tinha um armamento padronizado. Todos esses fatores criaram um conceito de contrainsurgência, dificultando o trabalho dos invasores americanos. Esse mesmo problema foi enfrentado pelos EUA no Afeganistão e no Iraque. Como relata Lind em suas reflexões sobre a guerra de Quarta Geração,

A guerra de Quarta Geração é algo não muito bem compreendido pelo Exército dos EUA, pois não é algo novo, mas um retorno aos primórdios da guerra e de como ela funcionava antes do surgimento do estado. Como podemos perceber, a guerra de Quarta Geração envolve não apenas atores estatais, mas também organizações e grupos terroristas não estatais, não sendo reconhecidos muitas vezes como forças militares. Muitas das táticas usadas pelos oponentes da Quarta Geração são táticas de rotina de guerrilha. Outras táticas, incluindo muito do que chamamos de terrorismo, representam a clássica guerra de cavalaria leve árabe combinada à tecnologia moderna nos níveis operacional e estratégico, e não apenas táticos. O que a caracteriza é quem está lutando e para que. A mudança em quem combate torna difícil diferenciar entre o amigo e o inimigo, onde civis e combatentes misturam-se entre si (LIND, 2005, p. 14).

A guerra de Quarta Geração é uma guerra não convencional, onde os mais experientes exércitos do mundo da atualidade precisaram mudar conceitos e táticas de emprego para adapta-se as novas dinâmicas dos conflitos modernos, como o enfrentamento a grupos terroristas, através de tropas de forças especiais especializadas neste tipo de combate, como também no enfrentamento a grupos paramilitares que muitas vezes misturam-se a população local.

⁸ **Contraterrorismo** – O combate ao terrorismo é conduzido em duas grandes vertentes: o antiterrorismo e o contraterrorismo. O antiterrorismo compreende a condução das medidas de carácter eminentemente defensivo que objetivam a redução das vulnerabilidades aos atentados terroristas. Já o contraterrorismo compreende a condução das medidas de carácter eminentemente ofensivo, tendo como alvo as diversas organizações terroristas em presença, a fim de prevenir, dissuadir, ou retaliar atos terroristas (PINHEIRO, 2021).

A ideia do “*Boots on the Ground*”, onde existe a presença da massa dos exércitos ocupando o terreno, foi aos poucos sendo substituída pelo emprego de tropas de forças especiais e massivos ataques aéreos e de artilharia naval, bem como ataques precisos e cirúrgicos com drones, evitando assim as baixas humanas e também as pressões políticas e da grande mídia, como ocorreram nos EUA na Guerra do Vietnã.

Para combater em tais batalhas precisamos de uma infantaria realmente leve que possa se mover para mais longe e mais rapidamente por terra do que o inimigo, que tenha um repertório tático completo (não apenas dar de encontro com o inimigo e pedir fogo) e que possa lutar com as suas próprias armas ao invés de depender de armas de apoio (LIND, 2005, p. 14).

Destaca-se no fragmento acima a importância de uma infantaria leve e de fácil mobilidade, para deslocar-se mais rápido que o inimigo e com um repertório tático completo. O drone, por sua vez, estava presente através da busca e aquisição de alvos, como também auxiliando no combate ao terrorismo, identificando células suspeitas, realizando patrulhamento em áreas de fronteira, reconhecimento de instalações, dentre outros. Trata-se uma versão “pós-moderna” do drone, pois insere-se na cosmovisão do fim do Estado e da sociedade industrial. Em suma, da modernidade. Essa cosmovisão informou a Transformação Militar de Rumsfeld na medida em que fornecia o substrato filosófico das ameaças para as quais as Forças Armadas estadunidenses deviam se preparar e o Perfil de Força decorrente disto.

2.2 WOLFOWITZ E O DEFENSE PLANNING GUIDANCE

Nesta seção apresenta-se a estratégia americana da “*Defense Planning Guidance*” utilizada pelos americanos após o fim da Guerra Fria e a consequente unipolaridade mundial. Para perpetuar-se neste papel, os americanos traçaram planos avançados para as nações industrializadas para desencorajá-las a desafiar a liderança ou tentar derrubar a ordem política e econômica americana.

No âmbito da administração pública estadunidense, a primeira fundamentação da versão restritiva da Transformação Militar, foi o *Defense Planning Guidance* (WOLFOWITZ, 1992), cujos fundamentos podem ser sumarizados em três proposições. São elas: a) a democracia liberal seria o fundamento da paz no pós-Guerra Fria; b) desse modo, a principal tarefa de segurança dos EUA seria promover a democracia liberal; c) para tanto, as forças militares estadunidenses deveriam estar presentes em posições avançadas no interior das

regiões. Genericamente estas proposições acabaram sendo conhecidas como Doutrina Wolfowitz.

O documento é conhecido no Pentágono como “Defense Planning Guidance”, uma declaração da administração interna de política que é distribuída aos líderes militares e chefes civis do Departamento de Defesa americano para instruir sobre como preparar suas forças, orçamentos e estratégia para o resto da década e que teve sua redação supervisionada pelo diplomata americano Paul D. Wolfowitz, então Subsecretário para Políticas de Defesa (*Under Secretary of Defense for Policy*).

A tônica de sua redação é reflexo do momento de euforia do pós Guerra Fria. O problema na estratégia estadunidense é que ela declara publicamente que não descarta um eventual nivelamento de poder americano como responsável pela segurança mundial, ao passo que outros países colocam maior ênfase no papel da Organização das Nações Unidas. Em contraste, o novo esboço apresenta um mundo em que existe uma potência militar dominante, cujos líderes devem manter os mecanismos para dissuadir potenciais concorrentes de até mesmo aspirar a um maior nível regional ou um papel global.

A Doutrina não faz qualquer referência a autorizações da Assembleia Geral da ONU e que as coalizões manterão uma promessa considerável para a promoção de ação coletiva, como no caso da Guerra do Golfo, mas deve-se esperar que as futuras coalizões sejam assembleias “*ad hoc*”, muitas vezes não durando além da crise e, em muitos casos, apenas um acordo geral sobre os objetivos a serem realizados.

Também destaca o que é mais importante, diz o documento: “a sensação de que a ordem mundial é, em última análise, apoiada pelos EUA” e de que “Os Estados Unidos devem ter a postura de agir de forma independente quando a ação coletiva não puder ser orquestrada ou em uma crise que exige uma resposta rápida⁹” (WOLFOWITZ, apud TYLER, 1992¹⁰).

O “*Defense Planning Guidance*” implicitamente forma um arranjo de segurança mundial, que define como a integração da Alemanha e do Japão em um sistema liderado pelos EUA, de segurança coletiva e a criação de uma zona de paz democrática, prevenindo a estes dois países de seguir um curso de rearmamento, especialmente armamento nuclear.

⁹ **No Original** – “the sense that the world order is ultimately backed by the U.S.” and “the United States should be postured to act independently when collective action cannot be orchestrated or in a crisis that demands quick response” (WOLFOWITZ, apud TYLER, 1992).

¹⁰ WOLFOWITZ, Paul. **Defense Planning Guidance FY 1994-99**. Washington DC: Department of Defense, 1992.

A proliferação nuclear, se não for controlada pela ação das superpotências, pode tentar a Alemanha, o Japão e outros setores industriais poderes para adquirir armas nucleares para impedir o ataque de inimigos regionais. Isso pode colocá-los no caminho para a competição global com os Estados Unidos e em uma crise de interesses nacionais e de rivalidade militar.

Dessa forma, o Pentágono usaria força militar, se necessário, para prevenir a proliferação de armas nucleares e outras armas de destruição em massa em países como Coreia do Norte, Iraque e algumas das repúblicas sucessoras da União Soviética e na Europa.

Com relação à avaliação de ameaças futuras, o documento dá grande ênfase em como o uso real das armas de destruição em massa, mesmo em conflitos que não envolvem diretamente os interesses dos EUA, pode estimular uma proliferação adicional, o que por sua vez, ameaçaria a ordem mundial. Neste caso, os EUA podem enfrentar a questão de tomar medidas militares para impedir o desenvolvimento ou uso de armas de destruição em massa, afirma o documento, observando que essas etapas podem incluir a prevenção de um ataque com armas nucleares, químicas ou biológicas ou punir os atacantes por vários meios, incluindo ataques às fábricas que produzem essas armas.

Observando que o Tratado de Proliferação Nuclear de 1968 estava para ser renovado em 1995, o documento dizia que falhar poderia resultar em um processo de desestabilização potencialmente radical, que produziria desafios críticos não especificados que os Estados Unidos e seus aliados envolvidos devem estar preparados para enfrentar. O projeto de orientação adverte que, tanto Cuba quanto a Coreia do Norte, pareciam estar entrando em períodos intensos de crise política e principalmente econômica, que pode levar os governos envolvidos a tomar medidas que parecem irracionais, com o mesmo potencial existente na China.

No âmbito da Guerra Convencional, o documento levanta uma série de cenários de guerras regionais, ao exemplo contra o Iraque, Coreia do Norte, bem como um ataque russo contra a Lituânia e contingências militares menores que as forças dos Estados Unidos poderiam enfrentar no futuro. Esses conflitos hipotéticos, juntamente ao documento de orientação política, destinavam-se a dar aos líderes militares informações específicas sobre os tipos de ameaças militares que eles devem estar preparados para enfrentar ao treinar e equipar suas forças. Também se destinava a dar-lhes uma estrutura estratégica coerente na qual avaliar várias forças e opções de treinamento.

Pela primeira vez desde que o processo de orientação de planejamento de defesa foi iniciado para moldar a política de segurança nacional, o novo projeto afirma que a fragmentação do antigo regime militar soviético eliminou a capacidade de qualquer potência

sucessora para travar uma guerra convencional global. Mas o documento destaca que não descarta os riscos para a estabilidade na Europa de uma reação nacionalista na Rússia ou esforços para reincorporar na Rússia as recém-independentes repúblicas de Ucrânia, Bielorrússia e possivelmente outras.

Embora os planos de alvos nucleares dos EUA tenham mudado para levar em conta os desenvolvimentos nos estados da ex-União Soviética, as armas nucleares estratégicas americanas continuarão a visar aspectos vitais do antigo regime militar soviético. A justificativa para a continuação desta política de segmentação é que os Estados Unidos devem continuar a manter em risco os ativos e capacidades atuais e futuras.

Para Wolfowitz, a Rússia continuará sendo a única potência no mundo com a capacidade de destruir os Estados Unidos. Até o momento em que o arsenal nuclear russo se torne inofensivo, afirma o documento, os estadunidenses continuarão a enfrentar a possibilidade de forças nucleares estratégicas robustas nas mãos daqueles que podem voltar a serem fechadas, autoritárias, e regimes hostis, mantendo assim um sistema de defesa antimíssil global. Trata-se também do gérmen da saída dos EUA do Tratado ABM de 1972, abandonando-se as vulnerabilidades recíprocas da destruição mútua assegurada e buscando-se a primazia nuclear.

O documento afirma que, com a eliminação das armas nucleares de curto alcance dos Estados Unidos na Europa e similares armas no mar, os Estados Unidos não devem contemplar a retirada de suas aeronaves de ataque nuclear baseadas em Europa. E, no caso de uma ameaça ressurgente da Rússia, devem planejar a defesa contra essa ameaça mais adiante nos territórios da Europa Oriental.

Esta declaração oferece um compromisso explícito de defender as nações do antigo Pacto de Varsóvia da Rússia. Isso sugere que os Estados Unidos também poderiam considerar estender a segurança das nações da Europa Central e Oriental de compromissos semelhantes aos estendidos à Arábia Saudita, Kuwait e outros estados árabes ao longo do Golfo Pérsico. E para ajudar a estabilizar as economias e o desenvolvimento democrático na Europa Oriental, o projeto convoca a Comunidade Europeia para oferecer adesões aos países do Leste Europeu o mais rápido possível.

Já no Leste Asiático os Estados Unidos pretensamente poderiam reduzir ainda mais suas forças, mas deveriam manter o status como uma potência militar de primeira magnitude na área. Isto permitiria que os Estados Unidos continuassem a contribuir para a segurança e estabilidade regional, agindo como uma força de equilíbrio e evitando o surgimento de um vácuo ou de uma hegemonia regional.

Além disso, o projeto alerta que qualquer retirada precipitada das forças militares dos Estados Unidos poderia provocar uma resposta indesejada do Japão e, afirma o documento, também deve ser sensível aos efeitos potencialmente desestabilizadores que aumentaram papéis por parte dos aliados americanos, especialmente o Japão, mas também possivelmente a Coreia pode produzir. O documento também referencia que caso as negociações de paz entre as duas Coreias tenham sucesso, os Estados Unidos devem procurar manter uma relação de aliança com uma Coreia unificada e democrática.

O primeiro objetivo da estratégia da “*Defense Planning Guidance*” é evitar o reaparecimento de um novo rival, seja no território da ex-União Soviética ou em outro lugar, que representa uma ameaça à ordem daquela representada anteriormente pela União Soviética. Isto é uma consideração dominante subjacente à nova estratégia de defesa regional e exige que os estadunidenses se esforcem para prevenir qualquer poder hostil de dominar uma região cujos recursos seriam, sob controle consolidado, suficientes para gerar energia global. Essas regiões incluem a Europa Ocidental, o Leste Asiático, o território da ex-União Soviética e o Sudoeste da Ásia.

Nesse contexto, existem três aspectos adicionais para este objetivo:

- a) primeiro, os EUA devem mostrar a liderança necessária para estabelecer e proteger uma nova ordem, que contém a promessa de convencer concorrentes em potencial de que eles não precisam aspirar a um papel maior ou adotem uma postura mais agressiva para proteger seus interesses legítimos;
- b) segundo, nas áreas não-defensivas, devem levar em conta suficientemente os interesses das nações industriais avançadas para desencorajá-las em desafiar a liderança americana ou tentar derrubar as políticas e economias estabelecidas;
- c) finalmente, deve manter os mecanismos para dissuadir concorrentes potenciais de até mesmo aspirar a um papel regional ou global mais amplo. Uma capacidade de reconstituição eficaz é importante, uma vez que implica que um potencial rival não podia esperar ganhar rápida ou facilmente uma posição militar predominante no mundo.

O segundo objetivo é abordar as fontes de conflito regional e instabilidade, de forma a promover e aumentar o respeito pelo direito internacional, limitar a violência internacional e encorajar a difusão de práticas democráticas, formas de governo e sistemas econômicos abertos. Esses objetivos são especialmente importantes para dissuadir conflitos ou ameaças em regiões de importância de segurança para os Estados Unidos devido à sua proximidade

(como a América Latina), ou onde temos obrigações de tratados ou compromissos de segurança com outras nações.

Enquanto declaradamente os EUA não pode se tornar o policial do mundo, acaba fazendo exatamente isso ao assumir a responsabilidade por consertar todos os erros. O documento mantém a responsabilidade preeminente de abordar seletivamente os erros que ameaçam não apenas os interesses americanos, mas os dos seus aliados ou amigos, ou que possam perturbar gravemente as relações internacionais. Vários tipos de interesses dos EUA podem estar envolvidos em tais casos: acesso a matérias-primas vitais, principalmente o óleo no Golfo Pérsico, proliferação de armas de destruição em massa e mísseis balísticos, ameaças do terrorismo aos cidadãos americanos ou conflito regional ou local e ameaças à sociedade dos EUA e do tráfico de drogas.

Existem outras nações ou coalizões potenciais que poderiam, no futuro, desenvolver objetivos estratégicos e uma postura de defesa da dominação regional ou global. A estratégia americana deve se concentrar em impedir o surgimento de qualquer futuro competidor global. Pelo fato dos americanos não enfrentarem mais uma ameaça global ou um poder hostil e não democrático dominando uma região crítica para seus interesses, os americanos observam possíveis ameaças em níveis mais baixos e custos mais baixos, desde que estejam preparados para reconstituir forças adicionais frente à necessidade de combater um ressurgimento de uma ameaça global.

Dessa maneira, o documento conclui que, para o que era então seu futuro imediato, as principais preocupações dos EUA seriam, por um lado:

- a) a capacidade da Rússia e de outras repúblicas de desmilitarizar suas sociedades, converter suas indústrias militares em produção civil, eliminar ou, no caso da Rússia, reduzir radicalmente seu estoque de armas nucleares;
- b) manter firme comando e controle sobre as armas nucleares e evitar o vazamento de tecnologia militar avançada e experiência para outros países; bem como
- c) promover a democracia liberal e mercados abertos em qualquer região.

O documento também serve como uma antessala da Transformação na medida em que prescreve a necessidade dos EUA em ter a capacidade de fazer-se presente em todas as regiões do planeta. Diferente da cosmovisão de Lind, seu argumento reside na suposta responsabilidade dos EUA em assegurar a paz mundial através da democracia liberal e do livre comércio, seguindo a lógica da Unipolaridade pós Guerra Fria.

2.3 A TRANSFORMAÇÃO RESTRITIVA DE RUMSFELD

Como vimos até aqui, a política da Transformação tem suas raízes no mundo unipolar dos anos 1990. Entretanto, assume-se enquanto política de Estado com a gestão de Donald Rumsfeld do Departamento de Defesa dos EUA a partir de 2001. Para dar consecução à tarefa, criou-se o Escritório de Transformação das Forças (*Office of Force Transformation*) dentro do Departamento de Defesa. Ademais o próprio Rumsfeld transformou-se em porta-voz da iniciativa, defendendo-a num célebre artigo na revista *Foreign Affairs* em 2002.

Nos anos anteriores, com o final da Guerra Fria, houve nos Estados Unidos uma valorização da corrente teórica que os levou a vitória. A digitalização da guerra se expressava numa miríade de termos e palavras-chave, que podem ser agrupados no debate da Revolução em Assuntos Militares. De forma concomitante, como se viu, ganhava proeminência a cosmovisão liberal do fim da história, do fim do Estado, que tinha nos Estudos Estratégicos guarida na visão de William Lind. Bem como surgia na figura Doutrina Wolfowitz a versão institucional de uma agenda unipolar da política externa estadunidense.

O estudo do tema sugere que Rumsfeld propugna uma abordagem da Transformação que se distingue tanto da de Wolfowitz, quanto da de Lind. Donald Rumsfeld, fundamenta sua visão da Transformação nos níveis tático e operacional. Já Wolfowitz traçou diretrizes para um Perfil de Forças de acordo com uma compreensão do Sistema Internacional, isto é, fundamentou sua visão no nível político do planejamento de guerra.

Por outro lado, William Lind possui uma abordagem ontológica da Transformação Militar. Isto é, não é fundamenta nem na percepção da correlação de forças (nível político), e tampouco, primordialmente em fundamentos táticos e operacionais, como faz Rumsfeld, mas, em uma cosmovisão de corte filosófico, acerca do declínio do Estado e, em decorrência, do fim da competição internacional.

Esta mudança de direção foi explicada pelo próprio Rumsfeld em artigo para a Revista *Foreign Affairs* em 2002. O grande exemplo dado pelo Secretário de Defesa foi a Batalha de Mazar-i-Sharif¹¹, ocorrida nos primeiros meses da invasão estadunidense do Afeganistão em 2001:

¹¹ **Mazar-i-Sharif** – A Batalha de Mazar-e Sharif ou queda de Mazar-e Sharif foi o resultado da primeira grande ofensiva da Guerra do Afeganistão. As Forças Especiais do Exército dos Estados Unidos e os ataques aéreos estadunidenses acompanharam a entrada da Aliança do Norte na cidade de Mazār-e Šarīf, na província de Balkh, que resultariam na retirada das forças talibãs que haviam ocupado a cidade desde 1998.

O que venceu a batalha de Mazar-i-Sharif— e o que iniciou a queda do Taleban do poder — foi uma combinação da engenhosidade das forças especiais americanas; das munições de precisão mais avançadas do arsenal americano, utilizadas pelos contingentes da Marinha, da Aeronáutica e dos Fuzileiros Navais; e da coragem de soldados afegãos valorosos [...] a cavalo (RUMSFELD, 2002, p. 13).

Observa-se no fragmento de texto acima os fatores para o sucesso na batalha de Mazar-i-Sharif, sendo uma combinação da coragem dos soldados afegãos, mas, mormente da combinação das forças de operações especiais e das munições de precisão do arsenal estadunidense.

Na primeira guerra do século XXI, a cavalaria estava de volta e sendo usada de formas que antes seriam inimagináveis. Segundo o autor, isso mostra que revolucionar as questões militares é mais que construir novas armas de alta tecnologia, embora isso certamente seja uma parte importante. É também criar novas formas de pensar e de lutar. As Forças Armadas devem dispor não apenas de meios modernos e eficientes, mas principalmente, manter a mente aberta para todo tipo de novo inimigo que possa vir a enfrentar. No caso dos EUA no Afeganistão, isso significava uma presença diminuta no terreno, reservado primordialmente à agentes de inteligência e forças de operações especiais, enquanto o poder de fogo era entregue com precisão a partir do ar (RUMSFELD, 2002, p. 13).

Na 2ª Guerra Mundial, a Blitzkrieg alemã revolucionou as formas de guerrear, mas essa revolução foi feita por militares dos quais apenas 10% a 15% tinham de fato se transformado. Os alemães viram que o futuro da guerra não estava nos enormes exércitos nem na guerra protelada de trincheiras, mas em pequenas tropas de choque, móveis e de alta qualidade, apoiadas por aeronaves, e capazes de efetuar “ataques-relâmpago” contra o inimigo. Foram eles que desenvolveram a combinação letal de tanques rápidos, infantaria motorizada e artilharia e caças de mergulho, tudo concentrado em uma única parte da linha inimiga. O efeito era devastador (RUMSFELD, 2002, p. 14).

Fazendo-se um paralelo com Lind, se a *Blitzkrieg* era o marco da Guerra de Terceira Geração, poder-se-ia associar Mazar-i-Saharif com o advento da Quarta Geração. De forma similar, a batalha de Mazar-i-Sharif foi supostamente transformadora. As forças da coalizão utilizaram todas as capacidades militares existentes, das mais avançadas (como as armas guiadas por laser) às antigas bombas construídas há cinquenta anos (atualizadas com equipamentos eletrônicos modernos) até as mais rudimentares, como um homem armado a cavalo, de uma forma inédita, com um efeito devastador.

Nos anos seguintes, afirmou Rumsfeld, seria provável que os EUA fossem surpreendidos novamente por novos adversários que também podem atacar de formas

inesperadas. E, à medida que eles ganham acesso às armas de alcance e poder cada vez maiores, os ataques podem vir a ser ainda mais mortais que aqueles que sofreram no 11 de Setembro. Para o autor, os desafios neste novo século são difíceis. Terão que defender a nação contra o desconhecido, o incerto, o invisível e o inesperado, abandonar as formas confortáveis de pensar e de planejar, assumir riscos e experimentar coisas novas, para que possam conter e derrotar adversários que ainda não apareceram.

Bem antes de 11 de Setembro, líderes do primeiro escalão, civis e militares, do Departamento de Defesa dos Estados Unidos já iniciavam o processo de fazer exatamente isso. Com a Revisão Quadrienal de Defesa de 2001, nós analisamos com muito cuidado o ambiente de segurança que começava a surgir — e chegamos à conclusão de que precisávamos de uma nova estratégia.

Decidimos nos afastar do conceito da “guerra em dois teatros”, uma abordagem segundo a qual deve-se manter duas grandes forças de ocupação, capazes de invadir e tomar as capitais de dois agressores ao mesmo tempo e mudar seus regimes. Essa abordagem serviu-nos bem no período imediatamente após o fim da Guerra Fria, mas agora ela nos faz correr o risco de nos deixar excessivamente preparados para dois conflitos específicos e despreparados para contingências inesperadas e para os desafios do século XXI (RUMSFELD, 2002, p. 16).

Durante a Guerra Fria, essa mistura de estratégia, forças e capacidades permitiu aos americanos manter a paz e defender seus interesses. Com o fim da Guerra Fria, acabou a sensação de segurança com que os americanos tinham se acostumado, ao menos a respeito de quem era seu adversário. Após o 11 de Setembro, os desafios do novo século, delineados ainda na década anterior estavam longe de serem tão previsíveis quanto os do Séc. XX.

Os estrategistas americanos decidiram, em vez de manter duas grandes forças de ocupação, dar maior ênfase à contenção em quatro teatros cruciais, apoiada pela habilidade de derrotar rapidamente dois agressores ao mesmo tempo, enquanto continuam com a opção de uma grande contraofensiva para ocupar a capital de um agressor e substituir seu regime.

Sem saber qual agressor seria atacado primeiramente, a força de contenção pretensamente não diminuiria em nada. Ao removerem a exigência de uma segunda força de ocupação, poder-se-ia liberar recursos para outras contingências menores que poderiam ameaçar os interesses estadunidenses. Nessa mesma ideia, decidiram abandonar a antiga estratégia de ameaças que dominou o planejamento da defesa dos EUA por quase meio século, adotando uma nova abordagem de capacidades, que se concentra menos em quem poderá ameaçá-los e onde, adotando o estudo de como podem ser ameaçados e o que será necessário para impedi-los e para defendê-los contra tais ameaças. A estratégia estadunidense assumia então um caráter verdadeiramente global.

A lógica da Transformação, seguindo de perto o exposto em Lind, dá ênfase nas ameaças subestatais ou assimétricas. A narrativa é a de que se os EUA invertessem a lógica do raciocínio e pensassem como seus adversários no mundo unipolar pós Guerra Fria, estudando qual planejamento faria se fosse o inimigo, poder-se-ia imaginar que o oponente não atacaria as Forças Armadas estadunidenses de frente, numa guerra convencional.

A Guerra do Golfo de 1991 mostrou absurda essa ideia. Nela, as Forças Armadas, que haviam se preparado para uma guerra contra os soviéticos, utilizou-se da doutrina e sistemas de armas advindos da RMA da III Revolução Industrial. Assim, seguindo-se o raciocínio dos transformadores, provavelmente o inimigo atacará de outra forma, desafiando os EUA de forma assimétrica, buscando as vulnerabilidades e tentando explorá-las. E essa deveria ser a nova estratégia americana, fechando essas brechas tanto quanto possível, tanto de ataques cibernéticos, ataques químicos, biológicos, nucleares, para as novas formas de terrorismo, ataques contra os bens espaciais dos EUA, para ataques virtuais contra rede de informações e para mísseis balísticos. Os EUA deveriam então trabalhar para fortalecer ainda mais as áreas em que se encontram em vantagem, principalmente a capacidade de projetar poderio militar para grandes distâncias, as armas de precisão e as capacidades em pesquisa espacial e de inteligência.

Antes dos ataques terroristas em Nova York e em Washington, já havíamos decidido que, para manter a paz e defender a liberdade no século XXI, o Departamento de Defesa deveria se concentrar em seis objetivos de transformação: primeiro, proteger o solo norte-americano e nossas bases no estrangeiro; segundo, projetar e manter nosso poderio em teatros distantes; terceiro, negar asilo a nossos inimigos, fazendo eles saberem que nenhum canto do mundo é remoto o suficiente, que nenhuma montanha é alta o suficiente, nenhuma caverna ou quartel é profundo o suficiente, nenhum SUV é rápido o suficiente para tirá-los de nosso alcance; quinto, usar a tecnologia de informação para conectar diferentes tipos de forças americanas de forma que possam lutar com cooperação; e sexto, manter acesso ilimitado ao espaço, e proteger nossas capacidades espaciais de ataques inimigos (RUMSFELD, 2002, p. 16).

Nota-se no texto acima a ideia de que toda ameaça aos Estados Unidos seria retaliada com perseguição aos inimigos em qualquer lugar do mundo, não obstante tratados ou fronteiras. Pode-se dar ênfase no aspecto de projeção das forças a longas distâncias para combater os adversários. Entretanto, para atingir esses objetivos, são necessárias forças totalmente integradas e de montagem rápida, capazes de atingir em pouco tempo teatros distantes e de trabalhar em cooperação com as forças marítimas e aéreas para atacar os adversários de forma rápida e efeito devastador, além de melhorarem a inteligência, a

capacidade de ataques cirúrgicos a longas distâncias, tudo isso com a intenção de “negação de acesso” dos adversários.

Assim, a Transformação das Forças Armadas dos Estados Unidos passou por um reequilíbrio das forças existentes, produzindo mais das capacidades que o Pentágono chama de bens de “baixa densidade/alta demanda”, adequando-se então à Guerra ao Terror e conflagrações de baixa intensidade:

Por exemplo, a experiência no Afeganistão mostrou o quanto aviões não-tripulados podem ser efetivos, mas também revelou suas fraquezas e mostrou que temos poucos desses aviões. Já há algum tempo, o Departamento de Defesa sabe que não possui tantos aviões tripulados quanto deveria, para reconhecimento e inspeção ou para comando e controle; que não tem tanta capacidade de defesa aérea, tantas unidades de defesa química e biológica, nem muitas forças de operações especiais quanto deveria. Contudo apesar dessas faltas, o departamento adiou os investimentos necessários, ao passo que continuava a financiar programas que, sabe-se agora, eram de importância menor. Isso deve mudar (RUMSFELD, 2002, p. 18).

Rumsfeld ainda reserva um espaço para a política nuclear dos EUA. Cabe destacar, que complementar à Doutrina Wolfowitz, a Transformação no campo nuclear prometia a primazia nuclear. Isso dar-se-ia com o abandono do Tratado ABM e da entrada em serviço de sistemas antimísseis balísticos e cruzadores. Isso possibilitaria, em tese, negar a capacidade de segundo ataque dos países possuidores de armas nucleares, bem como seria suficiente para desencorajar países com projetos nucleares de desenvolverem armas e sistemas de entrega.

Da mesma forma que a existência da Marinha norte-americana desencoraja outros países de tentar formar marinhas para competir com ela, porque custaria uma fortuna e não lhes daria uma margem de vantagem militar, devemos desenvolver novos bens, cuja simples posse seria suficiente para desencorajar os adversários que pretendam competir conosco. Por exemplo, a montagem de defesas efetivas contra mísseis pode fazer que outros desistam de gastar dinheiro para obter mísseis balísticos, porque os mísseis não farão eles conseguirem o que querem (RUMSFELD, 2002, p. 18).

A montagem de uma defesa antimíssil balísticos é parte crucial de uma “nova tríade”, encompassada também por uma redução dos arsenais nucleares (necessários para uma doutrina que aceita as vulnerabilidades recíprocas). A lógica não é apenas de dominação completa da guerra nuclear, mas também de fazê-lo com o mínimo de recursos possível.

Essa “nova tríade”, somatório de uma redução das forças nucleares ofensivas, de capacidades convencionais avançadas e de uma gama de novas formas de defesa contra mísseis balísticos, mísseis cruise, defesa espacial e virtual apoiadas por uma

infraestrutura de defesa revitalizada, formará a base dessa nova abordagem das questões de contenção (RUMSFELD, 2002, p. 19).

Rumsfeld, ao final da exposição elenca sete grandes lições que serão úteis para o futuro:

Primeiro, as guerras no século XXI exigirão cada vez mais que se usem todos os elementos do poderio nacional: aspectos econômicos, diplomáticos, financeiros, policiais, de inteligência e de operações secretas e abertas [...] Segundo, a capacidade de conjugação das forças (Marinha, Exército, Aeronáutica e Corpo de Fuzileiros Navais) de se comunicar e de operar sem falhas no campo de batalha será crucial para o sucesso. [...] Terceiro, a política de aceitar ajuda de qualquer país, maximizar tanto a cooperação de outros países como a nossa efetividade contra o inimigo. [...] Quarto, as guerras podem ser beneficiadas pela formação de coalizões, mas elas não devem ser travadas por comitês. [...] Quinto, a defesa dos Estados Unidos exige prevenção e, por vezes, preempção. Não é possível defender-se contra todas as ameaças, em todos os lugares, em todos os momentos imagináveis. [...] Sexto, não elimine nenhuma possibilidade, inclusive as forças terrestres. [...] Sétimo, fazer as forças especiais norte-americanas em terra chegarem antes aumenta dramaticamente a efetividade de uma campanha aérea (RUMSFELD, 2002, p. 21).

Um tema crucial aqui é a presença no terreno (*“Boots on the Ground”*) que em última instância, refere-se ao papel da Força Terrestre na era da Transformação Militar. O núcleo central é a presença, isto é, a função e a disposição do Exército sobre o terreno. O denominado Perfil de Força, isto é, ao escalonamento e a disposição administrativa da Força Terrestre, diz respeito, em última instância, à resposta que se dá a estas questões. Sendo assim, o debate sobre Presença, Perfil de Força e Transformação estão intrinsecamente articulados.

Segundo Mearsheimer, conforme referido, o poderio terrestre tem entre todos os domínios o primado na guerra. Para o autor:

Os exércitos assumem importância primordial na guerra porque constituem o principal instrumento militar para a conquista e domínio de território, o objetivo político supremo num mundo de estados territoriais (MEARSHEIMER, 2007, p. 95).

O poder terrestre domina os outros tipos de poder militar por outro motivo: apenas os exércitos têm capacidade de derrotar rapidamente um adversário. [...] Consequentemente, o exército de uma grande potência é o seu principal instrumento para iniciar o ataque. Por outras palavras, o potencial ofensivo de um estado está firmado, em grande parte, no seu exército (MEARSHEIMER, 2007, p. 96-97).

Como observa-se no fragmento de texto acima, o poder terrestre domina os outros poderes e é o que tem a capacidade de derrotar rapidamente o adversário. Numa certa

inversão desta ideia, a Transformação dá a prevalência ao poder de fogo entregue pelo ar, enquanto a presença fica em segundo plano. Afinal, uma das lições de Rumsfeld é “não elimine nenhuma possibilidade, inclusive as forças terrestres” (RUMSFELD, 2002, p. 21). Ainda que aparente sair em sua defesa, o autor evidentemente as guarda em reserva.

A Transformação levada a cabo por Rumsfeld envolveu uma reorganização das grandes unidades do exército estadunidense, antes organizadas em Divisões, para o nível Brigada – as “*Stryker Brigades Combat Team*” que adotaram o nome de seu veículo principal, o IAV *Stryker*¹². Para Rumsfeld, a presença em solo resume-se aos “apontadores” do “Controle Aéreo Avançado” (*Forward Air Controller* – FAC) que orientam, com dispositivos de laser, a munição guiada de precisão.

[...] fazer as forças especiais norte-americanas em terra chegarem antes aumenta dramaticamente a efetividade de uma campanha aérea. O Afeganistão mostrou que bombas de precisão vindas do céu são muito mais efetivas se tivermos botas e olhos em terra que digam aos pilotos onde, exatamente, eles devem mirar (RUMSFELD, 2002, p. 21).

A experiência de Mazar-i-Sharif serviu como fundamento empírico do projeto de Rumsfeld de Transformação Militar. O que envolveu a estruturação das “*Stryker Brigade Combat Team*¹³”, cujo principal suporte de fogo provém do ar, sobretudo graças ao *Joint Direct Attack Munition* (JDAM). Entretanto, já em 2003, durante a invasão do Iraque mostrou a restrição da ideia de converter a “*Stryker Brigade*” no padrão da Força Terrestre. Isso se deveu ao fato do *Stryker* deixar a desejar em termos de blindagem, mesmo diante da insurgência levemente armada das forças iraquianas. Embora à época se vivesse o auge da unipolaridade, temia-se que este Perfil de Força fosse demasiado frágil para fazer frente a forças convencionais robustas (BOOT, 2003, p. 42).

2.4 A TRANSFORMAÇÃO HOLÍSTICA E A VOLTA DA MASSA DE GUERRA

Como viu-se, a Transformação não se deu apenas na sua versão restritiva, dirigida por Rumsfeld nos EUA. Enquanto qualquer diretriz de reforma em assuntos de defesa pelos

¹² **Interim Armored Vehicle** – O íterim aqui diz respeito a intermediário e não interino ou provisório. Isto é, o veículo intermediário entre os blindados sobre lagarta e os utilitários leves sobre rodas, como é o caso do Humvee.

¹³ **Brigada Stryker** – A *Stryker Brigade* é a unidade de manobra desdobrável básica do Exército dos EUA. Consiste em uma brigada de manobra de combate e suas unidades de apoio e fogo designadas necessárias para sustentar suas operações.

estadunidenses deva ser digna de atenção, as diferentes realidades nacionais ao redor do mundo trouxeram também experiências diversas em relação ao processo de Transformação.

Aqui, toma-se por base o pensamento do Brigadeiro chileno Jaime Covarrubias, em artigo para a *Military Review*. Nele, o autor elenca três pilares da Transformação. Segundo o autor:

As forças armadas se baseiam em torno de três componentes básicos que são a natureza, a estrutura jurídica e as capacidades ou meios. Estes componentes são independentes e ao se atuar em um deles gera-se impacto nos outros. Por exemplo, se resolvemos mudar a natureza de uma organização, teremos que definir uma nova estrutura legal e doar-lhe outras capacidades diferentes das que tinha anteriormente (COVARRUBIAS, 2007, p. 19).

Essa versão da Transformação é o que chama-se aqui de “holística”. Utilizando-se de Covarrubias, essa qualidade se dá pela observância aos pilares jurídico e social das Forças Armadas, mantendo-se esses papéis enquanto missões, bem como explorando-se oportunidades de vincular a aquisição de novas capacidades de combate ao desenvolvimento socioeconômico.

Neste sentido, a transformação não se dá apenas pela ruptura radical com doutrina, organização e sistemas de armas, mas também depende de decisões de ordem político, condicionantes econômicas e arranjos institucionais. Dessa forma existem três expressões da Transformação:

Adaptação — que consiste em adaptar as estruturas existentes para continuar cumprindo com as tarefas previstas; **modernização** — otimização das capacidades para cumprir a missão de uma melhor forma e **transformação** — desenvolvimento das novas capacidades para cumprir novas missões ou desempenhar novas funções em combate (COVARRUBIAS, 2007, p. 18).

Como procurou-se demonstrar anteriormente, a Transformação “Restritiva” tem seu enfoque na modificação do perfil de Força, leva em conta apenas a vantagem militar qualitativa em sentido estrito, aliada a diminuição dos efetivos e da massa de guerra, bem como a adaptação das Forças reduzidas e supostamente mais capazes à rápida mobilização – aerotransportada – adequada para desdobramento rápido para qualquer lugar do planeta, dentro da política unipolar dos EUA. Para o autor, a Transformação de Rumsfeld, que leva em conta apenas as capacidades de combate, ainda mais as adequadas à contrainsurgência e ao combate ao terrorismo, é inadequada aos papéis que os países da América Latina reservam às suas Forças Armadas.

Certamente, a definição americana não tem muito a ver com a realidade na região e somente é coerente em relação aos desafios estratégicos da potência mundial dos EUA com ênfase especial na guerra assimétrica e na Guerra Global Contra o Terrorismo (COVARRUBIAS, 2007, p. 22).

Dessa forma, se faz necessário que os países da América Latina “[...] tracem seus próprios caminhos e não venham a aderir processos de transformação similares ao norte-americano sem avaliar suas próprias necessidades de mudanças ou reformas [...]” (COVARRUBIAS, 2007, p. 22).

Cumprido dizer que este é o modelo adotado pelo Brasil. No rol de documentos que embasam a versão holística, destaca-se “O Processo de Transformação do Exército” (BRASIL, 2010). Nele adota-se nominalmente a abordagem de Covarrubias para articular a necessidade da Transformação às capacidades de combate do Brasil, dando lugar, para além da transformação, à adaptação e modernização do material bélico já existente (BRASIL, 2010, p. 10-11). Da mesma forma, a perspectiva Transformação holística serve como esteio para a manutenção da Estratégia da Presença do Exército:

Em relação ao território nacional, prosseguir com a Estratégia da Presença, por tratar-se de vetor fundamental de apoio ao Estado Brasileiro na tarefa histórica de ocupar, integrar, proteger e desenvolver o território brasileiro. Temos consciência de que o Exército, além de ser com frequência a única presença do Estado em áreas remotas, é uma importante ferramenta de suporte aos demais setores da sociedade. Ademais, a Presença nos proporciona a identificação com as populações locais, influenciando sobre a vontade nacional e ajudando a formar o sentimento nacional de relevância do Estado brasileiro, tão importante para o êxito de qualquer estratégia de defesa, especialmente a da Resistência. Igualmente importante, a presença permanente serve de base física para a atitude ofensiva adotada no nível operacional (BRASIL, 2010, p. 26).

O trecho acima retrata o papel da massa e da presença enquanto tanto para o pilar de capacidades de combate quanto para o pilar da natureza social das Forças Armadas. Assim, existe no Brasil a preocupação com a retenção da massa de guerra enquanto fator estruturante do Perfil de Força e que toma corpo na defesa da conscrição (Serviço Militar Obrigatório), da estratégia da presença, e dos valores e tradições do Exército. A estes elementos, “condicionantes da Transformação” (BRASIL, 2010, p. 43), pode-se adicionar a interconexão entre a tecnologia militar e o desenvolvimento socioeconômico. Mais especificamente, entre a indústria bélica e a geração de emprego e renda. Desta feita, presente na Estratégia Nacional de Defesa (BRASIL, 2012, p. 8).

É neste último ponto que a visão brasileira e sul-americana acerca do tema vai ao encontro com a reorientação da preparação militar estadunidense a partir do governo Trump, isto é, da volta da competição interestatal (USA, 2017). Cumpre destacar que os EUA hodiernamente, procuram reestabelecer os objetivos estratégicos – ou seja, de preparação militar – para um cenário de ascendente multipolaridade, ajustar-se à competição militar entre pares. Nomeadamente, com Rússia e China.

Como viu-se no capítulo anterior, o uso de drones ganhou proeminência nas guerras dos EUA no Afeganistão, Iraque, bem como em outras regiões onde se levava a cabo operações especiais ou assassinatos. Neste sentido, pode-se afirmar que os drones tiveram um período de proeminência durante a implementação da Transformação restritiva de Rumsfeld. Entretanto, a volta da guerra de alto desempenho entre Estados pares, não diminuirão sua importância. Pelo contrário, o ambiente no qual serão empregados, lhes dão uma qualidade nova e impulsionam avanços em IA e robótica.

Nestes cenários renovados, os drones da Guerra ao Terror não terão a capacidade de sobreviver a um ambiente contestado (HAMBLING, 2018, p. 78-79). Dessa forma, os desenvolvimentos tecnológicos apontam para a forma mais acabada do uso do drone, os enxames. Os enxames têm, por definição a “robustez” no desenvolvimento da missão. Em outras palavras, têm a capacidade de receber baixas sem romper com a cadeia de abate – são atritáveis por natureza (HAMBLING, 2018, p. 206-207; BROSE, 2020, p. xxviii-xxix, 155-156).

Essa característica não é apenas tática, mas também diz respeito – retroalimenta – à estratégia e à política. Neste último aspecto, ganha novas dimensões a capacidade de produzir-se em larga escala um número grande de plataformas baratas e descartáveis, mas com apreciável tecnologia embarcada. O uso de enxames traz à tona a revitalização da massa enquanto princípio da guerra. Desta feita, entretanto, o robô substitui o humano e as máquinas tripuladas no uso das ondas, em que pesa menos o fator ético, mas se valoriza como nunca a capacidade produtiva de fazer frente a uma guerra de atrito:

O retorno da massa aos assuntos militares será possível porque cada máquina inteligente custará uma fração do preço das máquinas militares de hoje, que são construídas em torno de humanos. [...] A maioria desses componentes [dos sistemas tripulados] será desnecessária em máquinas inteligentes, o que reduz sua complexidade e custo e as torna mais fáceis e baratas de produzir, principalmente com métodos avançados de fabricação¹⁴ (BROSE, 2020, p. 156).

¹⁴ **No Original** – “The return of mass to military affairs will be possible because each intelligent machine will cost a fraction of the price of military machines today, which are built around humans. [...] Most of those

Assim, reitera-se a relação intrínseca entre tecnologia militar e capacidades produtivas. Cumpre lembrar que a própria noção de Transformação advém das tecnologias da III Revolução Industrial. Isto é, do domínio da microeletrônica e das tecnologias de telecomunicações. Os drones não apenas representam boa parte dessas tecnologias críticas, entronizada de forma ainda incompleta pelo Brasil, mas também encabeçam – dentro da tática dos enxames – os elementos da 2ª Fase da III Revolução Industrial (computação de ponta, robótica e novos processos produtivos – impressão 3D) em curso e do advento da quarta (Inteligência Artificial, computação e comunicação quânticas).

Quanto ao processamento, por exemplo, trata-se de uma inversão na tendência de centralizar a capacidade computacional em supercomputadores. Com a crescente miniaturização de semicondutores, agora é possível ter uma grande capacidade de processamento jogada para os terminais da rede, numa miríade de computadores, veículos, sensores, usuários e qualquer coisa que comporte um microprocessador. Trata-se da Internet das Coisas, desta feita em sua versão militar (BROSE, 2020, p. 60).

Essa última comparação vai além de seu caráter ilustrativo e de analogia. Representa também a oportunidade de se produzir *spin-offs*¹⁵ e *spin-ons*¹⁶ com a indústria civil. No primeiro caso, a produção nacional de material bélico contribui para a entronização do saber tecnológico e produtivo da Revolução Industrial em curso, bem como para a geração de emprego e renda. No segundo, as capacidades industriais contribuem para a capacidade de mobilização militar e, portanto, de prontidão e dissuasão.

Em suma, a versão holística da Transformação tem uma dupla incidência positiva sobre os drones hodiernos. Em primeiro lugar, antecipa a volta da massa enquanto princípio da guerra e comporta a transformação do Perfil de Força nos moldes da natureza e marco jurídico das FFAA brasileiras. Em segundo, destaca a oportunidade de explorar-se a interconexão entre a produção de sistemas de armas e o desenvolvimento, tanto no que diz respeito a geração de emprego e renda quanto na endogeneização de tecnologias. Aliás, quanto a este último ponto, o domínio tecnológico dos drones contribui para uma mudança que vai além do modo de fazer a guerra, como se explora na seção a seguir.

components [dos sistemas tripulados] will be unnecessary in intelligent machines, which drives down their complexity and cost and makes them easier and cheaper to produce, especially with advanced manufacturing methods” (BROSE, 2020, p. 156).

¹⁵ *Spin-off* – “impactos na área civil de investimentos em pesquisa e desenvolvimento militar” (DUARTE, 2012b, p. 22-23)

¹⁶ *Spin-on* – “o aproveitamento na área militar de tecnologias civis” (DUARTE, 2012b, p. 25).

2.3 O DRONE E A IV REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

A emergência do drone está longe de constituir-se em um fenômeno isolado. Trata-se, antes, de um indicador da transição da III para a IV Revolução Industrial¹⁷. Como destaca Salles, uma Revolução Industrial é uma mudança paradigmática. Isto é, vai muito além de inovações revolucionárias ou mesmo de alterações de ciclos técnico-econômicos. Ela possui um substrato comum que se desenvolve ao longo de um continuum em bases acumulativas e progressivas (SALLES, 2021, p. 44). Pode-se inferir que esse substrato é característica principal do processo, o elemento que lhe empresta unidade e abrangência.

Caracterizar cada Revolução Industrial importa, uma vez que cada um desses processos possui uma data de início, mas nunca de término. Neste sentido, a I Revolução Industrial continua nos aplicativos relacionados ao vapor – como atesta o uso atual de caldeiras e turbinas a vapor. O mesmo pode-se dizer da II Revolução Industrial, onde a eletricidade e o aço combinam-se em diferentes aplicativos, que vão desde a construção predial – edifícios feitos com concreto, cimento, aço e dotados de energia elétrica – até o motor à explosão e a energia nuclear. Apesar da diferença abissal entre todos esses aplicativos, é possível identificar a presença do traço comum: a eletricidade e o aço. O mesmo vale para a III Revolução Industrial e os diferentes aplicativos e produtos gerados pela combinação do computador e da rede.

Em termos práticos, o reconhecimento do substrato de cada Revolução Industrial importa para efeitos de agendamento da política de desenvolvimento. Serve para reconhecer as potencialidades e insuficiências do país. O que é relevante tanto para efeitos de política industrial quanto de defesa. Adicionalmente, importa para o comércio exterior e a balança comercial, posto que indica a tendência daqueles que serão os produtos de maior valor agregado. Permitindo, desse modo, que o país substitua exportações e importações.

No caso da substituição de exportações, trata-se do óbvio: adquirir endogeneidade (NEVES JÚNIOR, 2015, p. 31; FURTADO, 1962, p. 109-116). Isto é, a capacidade de produzir o substrato principal da Revolução Industrial. O que permite aumentar o valor agregado das exportações. No caso da substituição de importações, de intercambiar a aquisição de produtos acabados pela de componentes ou matérias primas industriais. O que,

¹⁷ **Revoluções Industriais** – Para efeitos deste trabalho, adotou-se a caracterização efetuada por Alexandro Souza de Salles. De acordo com ela, a I Revolução Industrial foi caracterizada pelo carvão e o vapor; a II pela eletricidade e o aço; e a III pelo computador e a rede (SALLES, 2021, p. 42-45, 142). Neste trabalho, como se verá no texto acima, sustenta-se o argumento de que a IV será caracterizada pela Inteligência Artificial (IA), a comunicação e a computação quânticas.

embora não seja o ideal, desonera a balança comercial e reduz a vulnerabilidade externa. Nos dois casos – substituindo-se importações e exportações – criam-se as condições para que o país não se ressinta fortemente – a ponto de comprometer a ordem política e social – de choques externos. Estes podem ser caracterizados como a interrupção do acesso do Brasil aos mercados e ao crédito, seja motivada por guerra externa, sanções, ou qualquer outra ordem de condicionante alheio ao controle de nosso país.

Dado que as três primeiras Revoluções Industriais configuraram-se plenamente, foi possível reconhecer seu substrato básico. O que, como vimos, permite estruturar abordagens de planejamento e gestão visando a endogeneidade. Este não é o caso da IV Revolução Industrial. Mas, mesmo com a 2ª fase da III Revolução Industrial ainda em curso, já é possível divisar em que consistirão os substratos da IV Revolução Industrial.

Ela encontra-se ainda em seus primórdios – a fase de “*big bang*” utilizada por Carlota Perez, ao referir-se às ondas técnico-econômicas. Aqui vale-se do “*big bang*” da autora enquanto metáfora – afinal, como referido, as Revoluções Industriais dão conta de processos mais longos e mudanças mais profundas que o das ondas técnico-econômicas. Isto é, como artifício para referir-se a um evento que já teve início, porém que ainda não instalou-se (ver Quadro 2).

Quadro 2 – Fases das Ondas Técnico-Econômicas

	Fases	Sub-Fases	Descrição
1 ^a	Big Bang		Criação do invento precursor.
2 ^a	Instalação	Irrupção	Configuração do novo paradigma, migração do capital financeiro para o novo setor.
		Frenesi	Desprendimento do capital financeiro do setor produtivo, difusão da tecnologia por meio de investimentos especulativos, construção da infraestrutura.
3 ^a	Ponto de Transição		Surgimento de pressões sociais (greves e revoluções), busca de um equilíbrio entre os interesses individuais e sociais dentro do capitalismo.
4 ^a		Sinergia	Novo setor produtivo consolidado no centro da economia. Distribuição de benefícios materiais. Capital financeiro como facilitador.
	Desdobramento	Maturidade	Mercado saturado, aumento da competição interempresas, redução da margem de lucros, etapa de fusões e incorporações.

Fonte: Perez (2002) e Bueno (2009).

Sustenta-se a hipótese de que o substrato da IV Revolução Industrial serão a Inteligência Artificial, a comunicação e computação quânticas¹⁸. Neste caso, importa indicar o percurso que conduziu a esta proposição conceitual. Partiu-se da identificação do produto de transição – neste caso, o drone – e então, por inferência e prospecção, chegou-se à hipótese acerca do substrato.

A relevância em perceber-se o papel do drone, seja como instrumento de aplicação militar, mas sobretudo de utilização civil, como produto de transição para a IV Revolução Industrial, reside na importância de seu impacto em todos os processos relacionados à

¹⁸ **Comunicação Quântica e Computador Quântico** – Conquanto ambos se baseiem nos princípios da física quântica, não possuem relação necessária entre si. Ambos valem-se do mesmo universo conceitual, essencialmente da superposição. Preceito segundo o qual uma unidade de informação pode existir em mais de um estado simultaneamente. Atualmente, a comunicação quântica (ver próxima nota) é empreendida sem a utilização de computadores quânticos. E, vice-versa, a computação quântica ainda não foi associada à sua homônima em termos de comunicação.

comunicação, informática e robótica – os três principais ramos que constituem a cibernética. Em síntese, o drone é um aplicativo que encontra-se no centro da transição da III para a IV Revolução Industrial. Ou seja, de produtos que ora ainda são presididos pelo computador e a rede, mas cujo desenvolvimento ulterior remete claramente à IA, à comunicação e computação quânticas.

Há uma clara ruptura com os elementos que constituíram o substrato da III Revolução Industrial – o computador e a rede. Ela pode ser sintetizada em, pelo menos, três elementos:

- a) a capacidade da máquina em auto programar-se;
- b) o abandono da arquitetura de Von Neumann (código binário);
- c) a comunicação sem fio torna-se mais segura e eficiente que a comunicação por cabo de fibra ótica.

Logo adiante tratar-se-á com mais vagar do impacto da IV Revolução Industrial na informática.

Cumpra antes tratar da comunicação. São as facilidades oferecidas pelo ramo da cibernética que permitirão a transmissão de dados e o processamento realizados à distância. Aqui as palavras-chave são: latência e velocidade de descarga. A primeira indica a rapidez da resposta, a segunda a quantidade de dados que podem ser transmitidos no processo de comunicação.

Iniciemos pela latência: na internet 4G, o tempo é de 36 milissegundos, na 5G de 1 milissegundo e na 6G será de 0,1 milissegundos. Neste último caso, para efeitos práticos, trata-se de comunicação instantânea – só que efetuada, eventualmente, entre pontos que podem estar em lados opostos do globo terrestre¹⁹. A velocidade de descarga não progride em ritmo menos impressionante. A internet 4G permite descarregar 300 megabytes por segundo, a 5G – que já responde por perto de 10% da conexão em nível mundial – alcança 10.000 megabytes por segundo; e a 6G permitirá a descarga de 1.000.000 de megabytes por segundo (AFINOGENOVA, 2022).

Se estes dados impressionam, imagine-se a comunicação quântica. Ela já vem sendo testada tanto na transmissão de informações por satélite (*wireless*) quanto em terra, por cabos de fibra ótica. De modo anti-intuitivo, a comunicação via satélite revelou-se mais segura que a por cabo, uma vez que esta última exige ‘estações de retransmissão’, das quais a primeira prescinde. Trata-se de um verdadeiro teletransporte de partículas. Elas podem conter uma chave criptografada, de modo a permitir comunicações seguras de longa distância (MIT,

¹⁹ **Circunferência do globo terrestre** – O globo terrestre possui um diâmetro de 40.075 km, portanto, o ‘outro lado do mundo’ é a metade deste trajeto, que, neste caso é de 20.037,5 km.

2020). Mais que a evidente utilidade para emprego militar, descortina-se a arquitetura de comunicação e informação que presidirá a conquista do espaço sideral por intermédio da robótica.

Mas, se o 5G ainda está em processo insipiente de instalação, por que falar em 6G ou comunicação quântica? Afinal, esta última, ainda está em seus primeiros passos. Por ora apenas a China tem um satélite dedicado a comunicações quânticas²⁰. Aqui, o que importa é destacar a velocidade da mudança. As transformações em termos de latência e velocidade de descarga deram-se no transcurso de apenas uma década. Além disso, talvez mais importante, é que os EUA, em virtude de terem ficado atrás da China no padrão 5G, decidiram desenvolver e implantar de forma acelerada diretamente o padrão 6G. Existem previsões, eventualmente muito otimistas, que situam o início da operação do padrão 6G nos EUA em apenas sete anos – por volta de 2030. Mesmo que para a instalação de fato transcorra mais uma década (2040) trata-se de um hiato muito curto de tempo para o Brasil ajustar-se a mudanças muito profundas. De fato, companhias estadunidenses como a AT&T e Qualcomm juntaram-se à Nokia e a Ericsson da Europa, e à Samsung da Coreia do Sul, em torno da prioridade ao padrão 6G. Mais que uma corrida em torno da pesquisa e do desenvolvimento, há uma pesquisa em torno dos standards que serão adotados, para saber que país ‘escreverá as regras’ dos protocolos de informação e comunicação que regerão os respectivos padrões 5G e 6G.

Conquanto esta disputa seja relevante para facilitar o acesso ao mercado por parte dos fornecedores a que pertence o país que ‘ditou’ o padrão, existem convenções universais acerca da interoperabilidade que atenuam o significado dessa vantagem. Desse modo, o mais importante será a produção de arquiteturas, de software e hardware – componentes eletrônicos – que compatibilizem a capacidade instalada existente com os novos padrões.

Aqui entra o papel da informática. Até agora, nosso país tem sido privado do centro de decisão econômica da III Revolução Industrial – não dominamos o refino do silício; a produção de chips; e perdemos a capacidade, que já detivemos, de produção da fibra ótica²¹.

²⁰ **Satélite Micius** – Lançado em órbita pela China ainda em 2016, o Micius tem realizado testes de comunicação quântica bem-sucedidos nos últimos anos. Os testes permitiram o teletransporte de partículas de luz (fótons), baseados no fenômeno chamado emaranhamento. Este permite que duas partículas sejam conectadas de tal forma que, tudo que é feito com uma delas, é feito também com a segunda, mesmo que elas estejam a milhares de quilômetros uma da outra. Dessa forma, informações contidas em um dos fótons são ‘teletransportadas’ para o seu par. Este processo utiliza uma chave criptografada quanticamente, para que o destinatário possa acessar as alterações realizadas pelo remetente (MIT, 2020).

²¹ **Produção de Fibra Ótica no Brasil** – Ainda em 1977, o Brasil obteve o domínio da produção da fibra ótica através da Universidade de Campinas (Unicamp). Alguns de seus principais protagonistas criaram a empresa ABC X-Tal, que em 1988 correspondeu ao megacontrato, de US\$ 6 milhões, assinado com a Telebrás para produção de 2 mil quilômetros de fibra ótica. Mas a ABC X-Tal não destacou-se apenas por suas atividades no Brasil. Em 1991 tornou-se de conhecimento público que a empresa havia sido responsável pela construção do *Interligated Air Defense System* (IADS) do Iraque. Na ocasião, os estadunidenses gastaram perto de meio

Com a IV Revolução Industrial, temos uma nova oportunidade de inserção favorável em virtude do advento dos softwares (algoritmos) e arquiteturas de rede radicalmente distintos dos atualmente empregados. Ao mesmo tempo, valer-se do incremento da base industrial de defesa para a produção de componentes eletrônicos que poderão ser utilizados em telecomunicações. De sorte que o talento em criatividade, engenharia, a massa crítica constituída pelos institutos de pesquisa militares e as universidades civis possam fazer valer a posição do Brasil.

Aqui cumpre reconhecer que a Inteligência Artificial operou uma ruptura profunda com o que até então constituíam-se as arquiteturas de softwares. De certo modo, a IA é uma renúncia em produzir programas, o que exige novos tipos de algoritmos, baseados em análises combinatórias²², de modo a permitir que as próprias máquinas ‘escrevam’ seus programas a partir da identificação de padrões sendo, desse modo, capazes de realizar tarefas complexas e tomar decisões independentes. Aliás, é o desenvolvimento de algoritmos ligados ao cálculo combinatório que tem sido um dos principais gargalos da IA, uma vez que ele exige um grande número de operações matemáticas que demandam tempo e poder de processamento.

Embora nosso país não produza supercomputadores – existem países que os confeccionam a despeito de importarem os superprocessadores – ele dispõe de um número apreciável destas máquinas. Inclusive na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). De modo que a arquitetura prevista na SisDIA pode permitir que os institutos militares de pesquisa, através dos parques de manutenção, possam fazer uso destas máquinas que, para efeitos de confecção da BID, são pouco utilizadas ou até mesmo ociosas – ao menos considerando o conjunto da capacidade instalada no país.

Aqui importa perceber o outro marco delineado: a computação quântica. Ela altera a balança da capacidade mundial de processamento, dado seu potencial incomensuravelmente superior em relação às máquinas tradicionais. Isto porque também a computação quântica apresenta uma nova arquitetura, ao invés de se basear na consagrada estruturada ainda por Von Neumann – alicerçada em binário (‘0’s e ‘1’s), denominados bits – o computador quântico utiliza uma arquitetura denominada *qubits*. Onde – mais uma vez baseado nos conceitos da física quântica – o dígito pode ser, simultaneamente, ‘0’ e ‘1’. Esta

bilhão de dólares em bombas para desabilitar o sistema de defesa antiaéreo iraquiano. Contudo, na onda de privatizações que seguiu-se a estabilização econômica, e a decorrente privatização das empresas de telecomunicações, notavelmente a Telebrás (1998), a empresa teve dificuldade de manter seus contratos, deixando de existir em 2000. Atualmente, a produção de fibra ótica produzida no Brasil é insipiente, e ao cargo de empresas estrangeiras. A maior parte do insumo acaba sendo simplesmente importado (COSIF, 2012).

²² **Análise combinatória** – Ramo da matemática muito utilizada na probabilidade, busca analisar combinações possíveis em um conjunto de elementos, buscando um resultado ótimo.

multiplicidade de possibilidades faz com que as análises combinatórias aí decorrentes possam ser realizadas de modo muito mais rápidas e eficientes.

Em termos de ilustração, o computador quântico Eagle, da IBM, duplica o poder de processamento dos mais modernos supercomputadores. Segundo os criadores do Eagle, ele seria capaz de resolver em três minutos problemas que os computadores mais eficientes demorariam 600 milhões de anos (PACETE, 2021). Tal poder computacional possui um potencial disruptivo significativo em relação mesmo às mais modernas tecnologias da segunda fase da III Revolução Industrial.

A Inteligência Artificial, a computação e a comunicação quânticas impõe um limiar de transformações disruptivas que podem despertar perplexidade ou ceticismo, dado que parecem pertencer mais à ficção científica que ao mundo real. Mas, o limiar é incontornável (SALLES, 2021, p. 19-20). Estas mudanças tornar-se-ão realidade dentro de poucos anos, se é que já não o são.

A comunicação quântica já vem sendo testada, tanto na transmissão de informações codificadas por satélite, quanto por terra, através de cabos de fibra ótica. Nesse sentido, o uso da computação quântica se aplica não só ao tornar a comunicação codificada mais segura (através do uso de chaves de codificação quânticas), mas também por fazer o oposto. O computador quântico será capaz de decodificar criptografias normais, fazendo uso da análise combinatória, que, como referido, é um de seus pontos fortes. Isto tem implicações óbvias em relação à proteção de infraestruturas críticas e a *cyberwarfare*. Por este percurso, o drone articula-se não apenas à economia civil, mas ao desenvolvimento de outras áreas críticas, previstas na END e no PROFORÇA, como as relacionadas ao Comando Cibernético.

A capacidade de intrusão e acesso dos computadores quânticos não se aplica apenas à comunicação criptografada tradicional, mas também a utilizada nas *blockchains* para confecção de criptodivisas. Criptomoedas como o Bitcoin utilizam uma chave de codificação para sua autenticação, baseadas em uma tecnologia de criptografia que, graças à computação quântica, poderá se tornar obsoleta nos próximos dez anos.

Enquanto isso, aplicações utilizando Inteligência Artificial já são cada vez mais presentes. O ramo da prototipação virtual, por exemplo, já vem se beneficiando do uso da IA, que é capaz de simular protótipos realizando múltiplas iterações até que se chegue a um resultado desejado. O uso da impressão 3D também será potencializado com a utilização da IA, através da automação de processos, minimização de erros, e descoberta de propriedades e interações desconhecidas entre diferentes materiais, possibilitando a utilização de

componentes cada vez mais complexos. E, mais importante, em função da prototipação virtual e da impressão 3D, a produção de componentes incomensuravelmente mais barata e veloz.

Por fim, o papel da robótica e dos drones. O tempo de latência e a velocidade de descarga do padrão 6G irá, na prática, tornar todos os drones autônomos. Permitirá a operação remota de enxames de drones e uma coordenação inaudita entre redes distintas de satélites de posicionamento (KHUTEY *et al.*, 2015, p. 583). Desse modo, poderá se controlar não apenas o enxame de drones, mas também permitir que veículos de transporte terrestre e aéreo sejam dirigidos e operados por robôs. Se o padrão 5G levou ao debate sobre a Internet das Coisas – *Internet of Things* (IoT) – o padrão 6G trouxe o debate sobre ‘a Internet de Tudo’. O que inclui não apenas a domótica do lar, mas também veículos autônomos voadores, interfaces neurais, interação com hologramas em tempo real.

Em suma, o novo limiar prenuncia um impacto tal sobre a vida e a história humanas que, se encontra paralelo prévio, poderia ser comparado a utilização das armas de fogo que desde Castillon, em 1453, mudaram a natureza da guerra, do Estado e da sociedade ou, ainda, a II Revolução Industrial, que graças à eletricidade, ao concreto e ao aço, verticalizou as cidades, transformando e urbanizando o mundo²³.

2.4 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 2

Neste capítulo, procurou-se demonstrar a interface que apresentam os drones com a mudança epocal da 2ª Fase da III Revolução Industrial e o eventual advento da quarta. Tratando-se da Transformação Militar, é nesse sentido que sua versão Holística ganha força sobre a sua versão Restritiva. Esta última esquematiza os objetivos de segurança dos EUA no pós Guerra Fria, dando conta de integrar uma cosmovisão pós-moderna da guerra, representada por William Lind, bem como uma grande estratégia de presença global formulada por Paul Wolfowitz. A versão Holística da Transformação, por sua vez, não trata apenas de ajustar a política de defesa à realidade de um país em desenvolvimento, mas de resgatar o papel das Forças Armadas e da indústria de defesa na inserção do país em uma mudança de paradigma (isto é, da transição tecnológica em curso e seus impactos sobre a vida humana).

²³ **Urbanização** – Conquanto as cidades sempre tenham sido o habitat do homem, um percentual relativamente pequeno destes podiam utilizá-las. Em torno de 1800, apenas 3% da população mundial vivia em cidades. Com a II Revolução Industrial, isto se alterou drasticamente. As cidades se verticalizaram, e a maior parte dos seres humanos passou a redigir nelas – hoje, de acordo com dados da ONU, 55%, da raça humana habita em áreas urbanas (ONU, 2019).

Resta saber qual será o papel que o drone cumprirá na lógica de desafio-resposta imposta ao Brasil. É disto que se trata no próximo capítulo, onde se trata da Transformação Militar no Brasil, de modo a incluir a obtenção do drone como componente orgânico das plataformas e sistemas de emprego militar utilizados pela Força Terrestre.

3 A TRANSFORMAÇÃO NO BRASIL

Quadro 3 – Quadro Resumo do Capítulo 3

Sumário do Capítulo 3
3 A TRANSFORMAÇÃO NO BRASIL
3.1 TRANSFORMAÇÃO E CAPACIDADES
3.2 DEFESA: MARCO LEGAL
3.3 OS DRONES E A TRANSFORMAÇÃO
3.4 DRONES: COMBATE E ADAPTAÇÃO
3.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 3
Resumo do Conteúdo
<p>Este capítulo subdivide-se em quatro seções. Na primeira, tratam-se das diferentes acepções do termo Capacidades, procurando aproximá-las e conciliá-las, de modo a robustecer o fundamento analítico e teórico da Transformação no Brasil. Na segunda, discorre-se acerca do Marco Legal, onde sustenta-se a proposição de que a associação entre o desenvolvimento e o Preparo Militar constitui-se em fundamento axiológico cujas raízes repousam sobre a própria Constituição Federal (CF/88). Na terceira, trata-se do drone e da Transformação e do aporte de tecnologias de uso dual que este tipo de sistema pode incorporar, bem como do papel reitor do Estado como orquestrador de Consórcios Público-público e Público-privados. Por fim, na quarta seção, trata-se do papel dos drones no incremento da capacidade de combate e do impulso que podem dar às plataformas em uso por parte da Força Terrestre, de modo a honrar o compromisso de associar a Preparação Militar e o desenvolvimento.</p>

Fonte: autoria própria.

Este capítulo subdivide-se em quatro seções. A primeira trata das capacidades, dada a relevância da categoria, quer para as Relações Internacionais ou a Preparação Militar. O intuito é aproximar os enfoques existentes na literatura, notadamente Tilly e Waltz, de modo a operacionalizar o conceito para os propósitos do trabalho. Destarte, a segunda seção serve como introdução ao Marco Legal, onde procura-se demonstrar que a associação entre a Preparação Militar e o desenvolvimento constituem-se em valor axiológico, já presente nos marcos da própria Constituição Federal (LC 97/99). Portanto, é o próprio ordenamento jurídico brasileiro que, em última instância, determina a produção de capacidades. E estas são o centro do planejamento na Transformação Militar. Na terceira seção abordam-se o papel do

drone na Transformação. E, por fim, na quarta seção, a importância do drone para a capacidade de combate e sua função para a consecução de um modelo holístico de transformação que reafirme o Perfil de Força híbrido²⁴ do Brasil.

3.1 TRANSFORMAÇÃO E CAPACIDADES

Aqui cabe, mesmo que em caráter breve e preliminar, ater-se a duas questões: O que é Transformação e que alterações ela prenuncia no âmbito do Preparo e da Doutrina de Emprego de Força. Sucintamente, por Transformação entende-se o ajuste do Exército Brasileiro à Era do Conhecimento (BRASIL, 2012, p. 13). A principal alteração no âmbito da definição de Emprego de Força, de fato precede a própria Transformação (BRASIL, 2010) e o PROFORÇA (BRASIL, 2012); remonta ao Decreto 6.592/2008 (BRASIL, 2008a) que passou a caracterizar como agressão estrangeira não apenas a violação das fronteiras nacionais, mas quaisquer atos lesivos a nossa soberania. Em consonância com esse sentido preventivo – e não meramente reativo – o planejamento de guerra em tempos de paz deixou de ser baseado apenas na percepção de ameaça e passou a estruturar-se por intermédio da construção de capacidades – Planejamento Baseado em Capacidades (PBC).

Por isso importa, mesmo que em termos muito breves²⁵, retomar a noção de ‘Capacidades’ contida tanto em Charles Tilly (2007) quanto em Kenneth Waltz (1979). O propósito é o de aproximar os dois autores, de modo a produzir-se um conceito abrangente do termo. O que, se verá a seguir, importa tanto para o tema em tela (Transformação) quanto para destacar o papel do Drone – quer no âmbito da Transformação ou na geração de Capacidades.

De acordo com Charles Tilly, capacidade estatal pode ser definida nos termos que seguem:

²⁴ **Perfil de Força híbrido** – Como explica Edson Neves, inicialmente considerava-se que o Perfil de Força híbrido evidenciava uma Transformação incompleta (NEVES, 2015, p. 76). Contudo, a partir de seu estudo da Guerra do Golfo de 1991 – que revela as virtudes do modelo híbrido – Edson Neves advoga um modelo de Transformação que incorpore a digitalização paulatinamente, de modo a manter o controle nacional através da endogeneização. Sem, contudo, negligenciar a massa de guerra. A este respeito, fez um estudo de caso acerca da Transformação Militar na Índia, onde estuda a Guerra de Cargil, constatando, mais uma vez, as virtudes do modelo híbrido (NEVES, 2015, p. 79, 95).

²⁵ **Operacionalizando Capacidades** – Em data recente (2019), Alessandro de Souza Salles defendeu sua dissertação de Mestrado no Programa – Consórcio Público: Construindo Capacidades – onde discorre sobre as diferentes acepções do termo, de acordo com os níveis de planejamento de guerra e a natureza distinta das fontes. Posteriormente (2021), a dissertação foi convertida em livro e publicada. O levantamento bibliográfico não acusou novos aportes significativos da literatura. Destarte, adotou-se o enfoque proposto por Salles (2021, p. 37-40). De modo que, nesta seção, se limita a estabelecer o vínculo entre a utilização do termo na literatura de RI (WALTZ, 1989) e na de sociologia política (TILLY, 1996, 2007), de forma a dar ao leitor as indicações mínimas necessárias para a compreensão da Transformação e seu Marco Legal.

Capacidade estatal significa em que medida as intervenções dos agentes estatais sobre os recursos não estatais existentes, bem como atividades e conexões interpessoais alteraram as distribuições existentes destes recursos, atividades e conexões interpessoais, bem como as relações dentro destas distribuições (TILLY, 2007, p. 16, tradução nossa²⁶).

Adiante, o autor torna mais preciso o significado do que entende sobre “as intervenções dos agentes estatais sobre os recursos não estatais existentes”. De acordo com ele, para criar o Exército permanente, o Estado precisou (e precisa) recorrer a serviços de abastecimento e mecanismos de recrutamento. Para tanto, teve de construir o Tesouro nacional, com seus órgãos de coleta de impostos, entre outros (TILLY, 1996, p. 127). A forma com que os Estados sustentam o monopólio da coerção é o sistema tributário e fiscal. O primeiro dá conta da coleta de impostos, o segundo assegura que a maior parte da arrecadação ficará com o governo central (TILLY, 1996, p. 144-145). Dessa forma, o monopólio da força e a centralização dos meios de pagamento são duas faces da mesma moeda: a Capacidade Estatal.

Como verifica-se no texto acima, a ideia de Tilly acerca das “capacidades” refere-se, sobretudo, ao plano interno. Contudo, também na esfera da Política Externa e das Relações Internacionais, a capacidade estatal cumpre uma função axial. Dado que o Sistema Internacional é anárquico e que os Estados não possuem diferenciações funcionais entre si, são as capacidades que estabelecem o grau de proeminência, a ‘hierarquia’ que mantém entre si. Naturalmente, com maior proeminência, ou grau mais elevado na hierarquia, maior será a capacidade do Estado em ‘escrever as regras’ do SI, de modo a contemplar seus interesses. Aqui cumpre destacar que na acepção de Capacidades referida por Waltz são as Capacidades Militares as que indicam o posicionamento do país no âmbito do SI (WALTZ, 1979, p. 99).

Conquanto diferentes, os enfoques de Tilly e Waltz são complementares. O primeiro trata do pré-requisito para a geração de capacidades, a centralização dos meios de pagamento, para o que conta não apenas o sistema fiscal e tributário, mas também as condições institucionais para obter a legitimidade e o consentimento. De modo que, a ação do Estado possa ser sustentável ao longo do tempo – ou seja, não provoque rebeliões ou revoluções. De sorte que a Capacidade Estatal de Tilly, para além do econômico, supõe relevante papel para o desenho institucional. Tampouco se dá de modo diferente no Brasil. Daí a importância da

²⁶ **No original:** “State capacity means the extent to which interventions of state agents in existing non-state resources, activities, and interpersonal connections alter existing distributions of those resources, activities, and interpersonal connections as well as relations among those distributions” (TILLY, 2007, p. 16).

arquitetura institucional – adiante serão referidos: os arranjos institucionais híbridos, a Tríplice Hélice da Defesa e os Consórcios Públicos.

A aproximação entre Waltz e Tilly deixa entrever a interconexão – nada óbvia – entre as Revoluções Industriais e a inserção na Transição Tecnológica, com o bem-estar interno e a segurança externa.

Afinal, a inserção virtuosa em uma Transição Tecnológica está intrinsecamente ligada ao fomento gerado pelas Capacidades Militares. E, em última análise, às Capacidades Estatais. No caso da Transição Tecnológica para a Terceira Revolução Industrial, constatou-se que seu insumo básico é o microchip. Trata-se de um circuito integrado miniaturizado construído com material semicondutor – doravante apenas chip – que é o fundamento da eletrônica e das telecomunicações nos dias de hoje. Aqui o drone une a inserção na Transição Tecnológica com a produção de capacidades. Afinal, quer sua condição de sistema remotamente tripulado, ou em um futuro próximo, de plataforma autônoma, demandam o estado da arte em termos de eletrônica e comunicação. Desse modo, a construção nacional de drones serve tanto para projetar mundialmente a influência do país como fornecedor de material bélico, quanto para endogeneizar – tornar nativa, produzir nacionalmente – os fundamentos da Terceira e da Quarta Revolução Industrial: o microchip²⁷ e a Inteligência Artificial.

Embora a proeminência do drone seja recente, a associação entre a preparação militar e o desenvolvimento nacional remonta ao estabelecimento do Estado Nacional. Goés Monteiro já destacou a importância do preparo para o projeto nacional, bem como do Desenvolvimento para as capacidades militares (MONTEIRO, 1934). Posteriormente, a indústria bélica veio a florescer no período militar, conquanto permaneça controverso o papel dos militares no seu advento (DAGNINO, 1989, p. 133)²⁸. De todo modo, a Constituição Federal de 1988 (CF/88) encarregou-se de desfazer qualquer dúvida acerca da associação entre o preparo e o desenvolvimento no âmbito da política de Estado. Afinal, ela tornou-se mandatória, expressa com clareza na norma legal e no Direito positivo.

Fica evidente que as capacidades nacionais são os ativos propulsores e impulsionadores do desenvolvimento nacional e de Projeção Internacional do Brasil no Sistema Internacional na visão do Realismo Defensivo defendido por Waltz.

²⁷ **Chip** – um circuito eletrônico miniaturizado, composto principalmente por dispositivos semicondutores, sobre um substrato fino de material semicondutor. Pode também ser chamado de circuito integrado (CI), microchip ou nanochip.

²⁸ **Papel dos Militares na Indústria Bélica** – De acordo com Renato Dagnino, mesmo exercendo funções de Governo, os militares não investiram “esforços significativos para constituição de um parque produtor de material bélico” (DAGNINO, 1989, p. 133).

Então, não é por menos que a Estratégia Nacional de Defesa reconhece que o desenvolvimento das capacidades militares está intimamente ligado ao desenvolvimento da nação, reforçando o entendimento de que a integração entre estas vertentes políticas resulta na construção de uma nação forte e soberana²⁹.

Em suma, na compreensão de que a soberania (“independência nacional”) se assenta nas capacidades. Não é por menos que estabelece a reorganização da Base Industrial de Defesa do país, enxergando como ponto crucial a integração entre setores do governo e sociedade civil para o desenvolvimento e condução de projetos, pesquisas e industrialização dos produtos de defesa, de forma a constituir uma cadeia produtiva de domínio nacional, permitindo não somente a produção, mas a manutenção, conversão e modernização destes produtos, no país.

Entretanto, quando uma nação não consegue promover o desenvolvimento de suas capacidades por uma ação espontânea, entendemos que o Estado deve promover ações de incentivo no centro estratégico para a formação de arranjos institucionais capazes de promover o desenvolvimento tecnológico de setores sensíveis e de maior interesse para sua economia. A depender do momento político, do grau do interesse e da dinâmica de desenvolvimento de determinada tecnologia, o Estado poderá intervir diretamente ou indiretamente, valendo-se da utilização de mecanismos econômicos ou institutos jurídicos capazes de exercerem um papel coadjuvante na condução do mercado, para a recuperação do seu papel central no processo de desenvolvimento.

[...] O Estado é uma das estruturas mais relevantes envolvidas no processo de interação social, por isso a avaliação das particularidades dos seus processos de construção (formação e reformação) é central para o Novo Regionalismo no sul. Esse debate se relaciona à avaliação de como processos históricos de construção estatal afetam capacidades estatais e a formação regional [...] (CASTELLANO, 2015, p. 46).

Observa-se no fragmento de texto acima a importância dos Estados na interação social e sua relação com os processos históricos de construção das capacidades estatais.

Os Estados tendem a controlar, reprimir e monopolizar os meios efetivos de violência, privando a população civil do acesso a estes meios. Dessa forma, as forças à disposição do Estado passaram a superar em muito os meios e armamentos que possíveis antagonistas

²⁹ **END** – “1. Estratégia nacional de defesa é inseparável de estratégia nacional de desenvolvimento. Esta motiva aquela. Aquela fornece escudo para esta. Cada uma reforça as razões da outra. Em ambas, se desperta para a nacionalidade e constrói-se a Nação. Defendido, o Brasil terá como dizer não, quando tiver que dizer não. Terá capacidade para construir seu próprio modelo de desenvolvimento” (BRASIL, 2008b, p. 42).

subnacionais dispunham, tornando clara a distinção entre política interna e externa. Importa que o Estado centralize os meios de pagamento, submetendo os entes e grupos subnacionais a sua coerção, de sorte a empreender gastos militares que o capacitem à competição internacional (TILLY, 1996, p. 125-126).

Cabe destacar o que identifica a Transição Tecnológica e suas características da passagem de uma Revolução Industrial para outra ou da alternância entre suas fases que é a aplicação do mesmo insumo em uma base sistêmica, progressiva e cumulativa.

3.2 DEFESA: MARCO LEGAL

A partir de agora elencam-se os aspectos normativos e legais, nos quais repousa a Doutrina – o que no Brasil inclui desde a Constituição, as leis ordinárias, os decretos e portarias – onde constata-se a manifestação da Cultura Estratégica. Ou seja, a previsão de associação entre o preparo e o desenvolvimento nacional, obtidos pela integração civil-militar.

A Constituição Federal Brasileira de 1988 (CF/88), em seu artigo 142, dispõe sobre as funções das Forças Armadas como instituições nacionais permanentes, destinadas a Defesa da Pátria e a garantia da Constituição.

Art. 142. As Forças Armadas, constituídas pela Marinha, pelo Exército e pela Aeronáutica, são instituições nacionais permanentes e regulares, organizadas com base na hierarquia e na disciplina, sob a autoridade suprema do Presidente da República, e destinam-se à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem.

§ 1º Lei complementar estabelecerá as normas gerais a serem adotadas na organização, no preparo e no emprego das Forças Armadas (BRASIL, 1988).

Toma-se a liberdade de chamar a atenção para o parágrafo primeiro (§ 1º) do Art. 142 (CF/88) transcrito acima. Ele prevê que sua regulamentação se dará por intermédio de Lei Complementar. Cumpre destacar que, quer para a hierarquia das leis, a hermenêutica ou até mesmo a axiologia, a Lei Complementar número 97, de junho de 1999 (LC 97/99) – como de resto todas as suas congêneres – ocupam lugar equivalente à Constituição. Isso importa para efeitos de interpretação das normas jurídicas (hermenêutica) quando se tratam de competências, direitos ou prerrogativas concorrentes.

Neste caso, a lei que ocupa um lugar superior na hierarquia prevalece sobre as demais. Mas, mais que isso, como se verá abaixo, os termos da Lei Complementar constituem a

associação entre o Desenvolvimento e o Preparo enquanto um valor³⁰. Isso fica claro pela leitura do texto, onde a disposição normativa não diz tanto respeito ao ‘como’, mas ao ‘o que’ a lei pretende consagrar: o Preparo Militar deverá gerar o Desenvolvimento. Portanto, a associação entre o Preparo Militar e o Desenvolvimento, mais que norma, constitui-se como fundamento axiológico.

Tal conexão encontra-se, especificamente, no inciso II do artigo 14 da LC 97/99, que dispõe sobre o Preparo: “II – procura da autonomia nacional crescente, mediante contínua nacionalização de seus meios, nela incluídas pesquisa e desenvolvimento e o fortalecimento da indústria nacional” (BRASIL, 1997). Portanto, a associação entre Preparo, Indústria e Desenvolvimento erige-se como um valor, que encontra-se inscrito na própria Carta Magna brasileira.

Ademais, a LC 97/99 previu como atribuições do Ministério da Defesa (artigo 9º) a publicação e execução do Livro Branco de Defesa Nacional, da Política Nacional de Defesa, e da Estratégia Nacional de Defesa, das quais se tratará adiante. Antes, porém, cumpre referir-se ao Sistema Nacional de Mobilização (SINAMOB).

O SINAMOB foi instituído pela Lei 11.631/2007 (BRASIL, 2007) e regulamentado pelo Decreto 6.592/2008. Em termos sintéticos, ele dispõe que o preparo envolve a mobilização nacional, incluindo nesse esforço a Indústria, a Infraestrutura Nacional e a Universidade. Isso pode ser depreendido da leitura do artigo 25 do Decreto 6.592/2008: “Art. 25. As ações governamentais, durante o preparo, devem estimular o desenvolvimento da infraestrutura nacional e incentivar a pesquisa e a inovação em setores que, também, atendam aos interesses da Defesa Nacional” (BRASIL, 2008a).

A inovação da lei que traz implicações ao conceito de Mobilização Nacional encontra-se no parágrafo 1º do artigo 2º do Decreto 6.592/2008:

Art. 2o A Mobilização Nacional conceituada no art. 2o da Lei no 11.631, de 2007, é a medida decretada pelo Presidente da República, em caso de agressão estrangeira, visando à obtenção imediata de recursos e meios para a implementação das ações que a Logística Nacional não possa suprir, segundo os procedimentos habituais, bem como de outras necessidades.

§ 1o São parâmetros para a qualificação da expressão agressão estrangeira, dentre outros, ameaças ou atos lesivos à soberania nacional, à integridade territorial, ao povo brasileiro ou às instituições nacionais, ainda que não signifiquem invasão ao território nacional (BRASIL, 2008a).

³⁰ **Axiologia Jurídica** – Ramo da Filosofia do Direito que trata dos Valores. Fundamentalmente, da associação entre a norma jurídica e a Ética (REALE, 1999, p. 35).

Trata-se do já referido fundamento legal da Transformação. Foi justamente esta definição de “agressão estrangeira” que justificou a adoção do Planejamento Baseado em Capacidades (PBC). O segundo e terceiro parágrafos do artigo 2º do Decreto 6.592/2008 dispõe:

§ 2o Para fins de Mobilização Nacional, entende-se como Logística Nacional o conjunto de atividades relativas à previsão e provisão dos recursos e meios necessários à realização das ações decorrentes da Estratégia Nacional de Defesa.

§ 3o A Mobilização Nacional subdivide-se na fase do preparo e na da execução (BRASIL, 2008a).

Do exposto nos parágrafos acima, pode-se inferir que a Lei 11.631/2007 e o Decreto 6.592/2008 consumaram na forma do Direito Positivo – e não apenas enquanto valor axiológico – a associação entre o Preparo Militar e o Desenvolvimento. Ou seja, a logística nacional deve supor a detenção de capacidades produtivas que permitam a utilização dos recursos disponíveis no país para a realização das ações decorrentes da END ou da execução da Mobilização Nacional. Desse modo, pode-se afirmar que o SINAMOB dispôs sobre o ‘como’ se associam desenvolvimento e preparação militar.

Aqui cumpre, mais uma vez, chamar atenção para o parágrafo primeiro do artigo 2º que qualifica a agressão estrangeira não apenas em termos puramente reativos, mas por quaisquer outros parâmetros que envolvam “ameaças ou atos lesivos à soberania nacional” (BRASIL, 2008a). Trata-se, eventualmente, da maior e mais importante inovação legal e institucional no que tange a Doutrina de Emprego de Força do Brasil.

Dela, pode-se extrair pelo menos três decorrências. Todas podem ser estreitamente correlacionadas ao drone. São elas:

- a) o Planejamento Baseado em Capacidades (PBC);
- b) o estabelecimento dos Grupamentos Logísticos (Gpt. Log.); e
- c) a criação do Sistema Defesa Indústria e Academia de Inovação (SisDIA), criada pela Portaria Nº 1.701/2016 Cmt Ex.

Esses instrumentos serão abordados a seguir, ao se tratar do processo da Transformação no Brasil.

Agora, cabe referir-se aos demais instrumentos já previstos pela LC 97/99 e que foram regulamentados por intermédio de Decretos Presidenciais. O primeiro deles, ainda em 2005, foi a Política Nacional de Defesa (PND), publicada por intermédio do Decreto 5.484/2005.

A PND reconhece, a partir de uma análise do ambiente internacional (itens 3.4 e 3.5), as vulnerabilidades existentes em relação ao domínio tecnológico, identificando a necessidade da posse e controle de tecnologias nos setores nuclear, cibernético e espacial, o que se associa diretamente, ao desenvolvimento de tecnologias domésticas para atendimento não só ao setor militar, mas à proteção e desenvolvimento da administração como um todo. O inciso IX, do artigo 6º da PND, dispõem claramente sobre o papel da indústria nacional. Como se pode depreender da leitura do fragmento: “IX – desenvolver a indústria nacional de defesa, orientada para a obtenção da autonomia em tecnologias indispensáveis” (BRASIL, 2005).

A versão mais recente da PND, publicada pelo Ministério da Defesa em 2020, também realiza uma avaliação do ambiente internacional, e reafirma a importância dos Estados buscarem capacidades industriais e tecnológicas, de modo autônomo. No que tange a isso, ele afirma:

Os países que investem em inovação e produzem tecnologias disruptivas aumentarão o seu nível de desenvolvimento e bem-estar da população, enquanto que aqueles que absorvem tecnologias sem investir em seu próprio processo de conhecimento, e na modernização autóctone de suas capacidades produtivas seguirão exercendo papel secundário no cenário mundial, sem agregar benefícios às suas populações (BRASIL, 2020b, p. 12).

Ainda quanto à relação entre o Preparo e o Desenvolvimento, a versão original da PND cita três objetivos, que servem de baliza para o desenvolvimento das capacidades internas, com reflexo na projeção internacional do Brasil. São eles:

- desenvolver a indústria nacional de defesa, orientada para a obtenção da autonomia em tecnologias indispensáveis;
- estruturar as Forças Armadas em torno de capacidades, dotando-as de pessoal e material compatíveis com os planejamentos estratégicos e operacionais; e
- desenvolver o potencial de logística de defesa e de mobilização nacional (BRASIL, 2013, p. 31).

Como se pode perceber, já em 2005 pensava-se o trinômio Indústria, Planejamento Baseado em Capacidades e para tanto, o desenvolvimento da Logística e Mobilização Nacional – que remeteu a criação dos já citados Grupamentos Logísticos e SisDIA.

Ainda no que tange a conexão Preparo e Desenvolvimento quanto aos objetivos, também a versão de 2020 reafirma a importância da endogeneização de tecnologias críticas na área de Defesa, bem como o aumento da capacidade produtiva nacional:

Promover a autonomia tecnológica e produtiva na área de defesa. Significa manter e estimular a pesquisa e buscar o desenvolvimento de tecnologias autóctones, sobretudo as mais críticas na área de Defesa, bem como o intercâmbio com outras nações detentoras de conhecimentos de interesse do País. Refere-se, adicionalmente, à qualificação do capital humano, assim como ao desenvolvimento da BID e de produtos de emprego dual (civil e militar), além da geração de empregos e renda (BRASIL, 2020b, p. 25).

A leitura do fragmento acima ratifica a percepção de que a interconexão entre Defesa e Desenvolvimento são indissociáveis da promoção da cidadania, do bem-estar, da geração de emprego e renda. Nesse particular, a PND de 2020 reafirma *in verbis* o compromisso assumido ainda em 2012 no Livro Branco de Defesa Nacional (BRASIL, 2012, p. 208).

A PND foi complementada pela Estratégia Nacional de Defesa, publicada em 2008, na forma do Decreto 6.703/2008. Seu propósito é o de assegurar que o atendimento das necessidades de equipamentos das Forças Armadas se apoie em tecnologias sob domínio nacional. Isso pode ser depreendido da leitura dos fragmentos abaixo, contidos na introdução do Decreto 6.703/2008:

1. Estratégia nacional de defesa é inseparável de estratégia nacional de desenvolvimento. Esta motiva aquela. Aquela fornece escudo para esta. Cada uma reforça as razões da outra. Em ambas, se desperta para a nacionalidade e constrói-se a Nação. Defendido, o Brasil terá como dizer não, quando tiver que dizer não. Terá capacidade para construir seu próprio modelo de desenvolvimento.

[...]

4. Projeto forte de defesa favorece projeto forte de desenvolvimento. Forte é o projeto de desenvolvimento que, sejam quais forem suas demais orientações, se guie pelos seguintes princípios: [...]

b) Independência nacional alcançada pela capacitação tecnológica autônoma, inclusive nos estratégicos setores espacial, cibernético e nuclear. Não é independente quem não tem o domínio das tecnologias sensíveis, tanto para a defesa, como para o desenvolvimento; e

(c) Independência nacional assegurada pela democratização de oportunidades educativas e econômicas e pelas oportunidades para ampliar a participação popular nos processos decisórios da vida política e econômica do País.

Para viabilizar esses propósitos, o tema da Base Industrial de Defesa recebe especial atenção da END, e seu fortalecimento configura-se como um dos principais esforços na área de Defesa do Brasil. A respeito desse tema, a associação entre Defesa e Desenvolvimento reafirma seu papel axiológico no ordenamento jurídico-legal brasileiro. Isso pode ser constatado quando a END, em sua revisão de 2020, afirma: “O Setor de Defesa deverá estimular, no seu âmbito de atuação, o desenvolvimento das potencialidades industriais do País, de sorte a incrementar o Poder Nacional” (BRASIL, 2020b, p. 41).

Em consonância com o disposto no SINAMOB, a END argumenta que a defesa de fortalecimento da BID não é uma tarefa exclusiva dos militares ou do setor público, mas sim do conjunto da sociedade brasileira, sendo compartilhada com as Universidades e o setor privado:

Nesse contexto, a defesa do Brasil exige o permanente fortalecimento de sua BID, formada pelo conjunto de organizações estatais e privadas, civis e militares, que realizem ou conduzam, no País, pesquisas, projetos, desenvolvimento, industrialização, produção, reparo, conservação, revisão, conversão, modernização ou manutenção de produtos de defesa (BRASIL, 2020b, p. 41).

Por fim, compreende-se que a relação entre Desenvolvimento e Defesa não se dá apenas no âmbito das capacidades do Estado, mas sim se constitui enquanto política pública, gerando desdobramentos econômicos positivos ao longo de diversas cadeias produtivas e na sociedade como um todo. Afinal, trata-se de promover emprego e renda, também no setor civil:

Fomentar a BID é incentivar o crescimento econômico do país, na medida em que gera empregos diretos e indiretos e desenvolve produtos que também serão úteis ao setor civil. Assim, investir em defesa significa garantir a soberania, promover o desenvolvimento científico e tecnológico e estimular o crescimento do País (BRASIL, 2020b, p. 41).

Por fim, no ponto 6 de suas Diretrizes, a END reafirma a importância da integração civil-militar: “de sua própria natureza, esses setores transcendem a divisão entre desenvolvimento e defesa, entre o civil e o militar” (BRASIL, 2008).

Importante destacar o domínio de tecnologias de uso dual dos equipamentos, criando-se muitas vezes uma proteção econômica para as empresas venderem seus produtos não apenas para fins militares, mas também para aplicações no mundo civil.

A Estratégia Nacional de Defesa (END) estabelece como uma de suas diretrizes que as Forças Armadas devem ser organizadas sob a égide do trinômio monitoramento/controle, mobilidade e presença. Disso decorre a necessidade da existência de vetores sob completo domínio nacional, ainda que parceiros estrangeiros participem do seu projeto e da sua implementação, incluindo, entre outras, as capacidades de alerta, vigilância, monitoramento e reconhecimento, obtidas por meio do uso de sensores embarcados em Aeronaves Remotamente Pilotadas (BRASIL, 2014b, p. 38).

Também merece destaque o texto acima que trata da END e que estabelece em suas diretrizes que as Forças Armadas devem ser organizadas sob o trinômio

monitoramento/controle, mobilidade e presença, decorrendo da importância, dentre outros, da implementação de aeronaves remotamente pilotadas.

Como observou-se acima, o Livro Branco de Defesa Nacional (LBD) é um importante marco regulatório das políticas e estratégias nacionais de defesa, abordando desde a modernização das Forças Armadas, racionalização e adaptação das estruturas de defesa, suporte econômico da defesa nacional, dentre outros. Também destaca em seu parágrafo 3º que o Poder Executivo é o responsável pela atualização da PDN, da END e do LBD, no período de quatro em quatro anos, remetendo para a apreciação do Congresso Nacional.

A implementação da END no âmbito do Exército deu-se por intermédio do Programa Projeto de Força (PROFORÇA). Especificamente no que tange ao vetor logístico, destaca-se a criação dos Grupamentos Logísticos no âmbito do Exército Brasileiro.

De acordo com Daniel Arrais Barroso, o Grupamento Logístico veio a fazer frente a um dos desafios da Transformação, criar uma estrutura de paz que possa ser rapidamente convertida em uma estrutura de guerra (BARROSO, 2019, p. 1).

No caso de fazer frente às contingências contidas no parágrafo 1º do artigo 2º do Decreto 6.592, quando agressão estrangeira não envolver a violação das fronteiras nacionais, dificilmente haverá tempo hábil para recorrer-se à mobilização de toda a economia e recursos nacionais. Foi com a finalidade de atender a essa contingência que o Estado-Maior do EB criou Grandes Comandos Logísticos, que seriam responsáveis por assumir as atividades logísticas nos tempos de paz. E, no caso da ativação de Teatro ou Área de Operações – emprego de Força – servir de suporte para organização da Força Terrestre Componente (BRASIL, 2019, p. 10-1).

Administrativamente, essas estruturas foram denominadas Grupamentos Logísticos. Inicialmente, foram criados dois Grupamentos Logísticos (Gpt. Log.), enquanto experimentos doutrinários: o 3º Gpt Log, baseado na 3ª Região Militar, em Porto Alegre/RS (Portaria do Comandante do Exército nº. 872, de 11 de outubro de 2012); e o 9º Gpt. Log, sediado em Campo Grande/MS, no Comando Militar do Oeste (Portaria nº. 873 – Cmt Ex, de 11 de outubro de 2012).

Para atender à diretriz, o Exército criou, por meio das Portarias nº 135 – Cmt Ex, de 28 de fevereiro de 2012 e 212 – EME, de 27 de dezembro de 2012, os Grupamentos Logísticos. Estes grupamentos fazem parte de um Projeto Piloto, no qual o Exército pretende a separação dos ramos Administrativo (pessoal e territorial) do Logístico no Exército Brasileiro, atendendo a demanda do Vetor de Transformação “Logística”, estabelecido pelo Plano Estratégico do Exército, estabelecido no triênio 2013-2016. Através dos Grupamentos Logísticos, o Exército Brasileiro busca a elasticidade, empregando os conceitos de “organização por tarefa” e de

“modularidade”, visualizado na composição de meios de apoio logístico, dimensionados de acordo com a missão da força empregada, disponibilizando ao elemento apoiado a logística na medida de suas necessidades. Deve estar em condições de organizar suas Organizações Militares subordinadas e demais forças, além de órgãos civis, para compor o Comando Logístico do Teatro de Operações (CLTO) ou o Comando Logístico da Área de Operações (CLAO). Para tanto, estes Grupamentos devem ser capazes de enquadrar as OM logísticas e, visando à racionalização administrativa, buscar a criação de estruturas centralizadas para a diminuição das Unidades Gestoras, o que reflete na centralização de ranchos, almoxarifados e setores de aquisição, o que Arrais denomina como Central de Obtenção (BARROSO, 2019) (SALLES, 2021, p. 152).

Observa-se no fragmento de texto acima a regulamentação que criou os Grupamentos Logísticos e sua importância no cenário de separação entre os ramos administrativo e logístico (BARROSO, 2019, p. 3).

Naturalmente, para cumprir tal finalidade, estas estruturas devem ser dotadas de uma estrutura ágil e verticalizadas. Foi nesse sentido que Barroso propôs a criação de um Centro de Obtenção, com duplo propósito de agilizar a centralização ou descentralização – conforme o caso – das aquisições. E, simultaneamente, eliminar duplicidades redundantes. Como pode-se depreender do fragmento abaixo: “A criação de um Centro de Obtenção, no âmbito do 3º Gpt Log, contribuiria para o cumprimento da missão dos Grupamentos Logísticos, a racionalização administrativa e a melhor gestão da cadeia de suprimentos” (BARROSO, 2019, p. 3).

Neste ínterim o Programa de Racionalização Administrativa (PRORASAM)³¹ tornou-se um dos eixos do PROFORÇA (ESQUIA, 2021, p. 64), uma vez que desde a Estratégia Braço Forte previa-se como um dos eixos da transformação no Exército Brasileiro, o processo de racionalização da Força (BRASIL, 2009, p. 26; BRASIL, 2012, p. 06). A ideia foi eliminar a duplicação de meios para o mesmo fim, e estabelecer processos de centralização para gestão de recursos relacionados à folha de pagamentos de pessoal e de material. O piloto do PRORASAM – originalmente denominado Programa de Racionalização da Guarnição de Santa Maria – foi organizado na cidade gaúcha com êxito. Entre os executores do programa, e um de seus formuladores destacado, esteve nosso colega do PPGEEI, o Major Jean Pier Esquia – ora já doutor em Estudos Estratégicos Internacionais.

É possível observar uma estreita conexão entre os objetivos do PRORASAM e a criação dos Grupamentos Logísticos. Grosso modo, trata-se de fazer no âmbito das Regiões

³¹ **Objetivos do PRORASAM** – Como relatado por Esquia (2021, p. 64): “O Programa de Racionalização Administrativa foi criado para ser um Centro de Serviços Compartilhados na Administração Pública com o objetivo de centralizar atividades administrativas das Unidades Militares sediadas na cidade de Santa Maria, e foi transformada recentemente em Base Administrativa da Guarnição de Santa Maria”.

Militares aquilo que já foi feito no âmbito da 3ª Divisão de Exército (3ª DE): deixar a região encarregada das questões relativas à pessoal, folha de pagamentos e inativos. Assim, torna-se possível deixar os Grupamentos Logísticos encarregados da centralização regional – ou descentralização, conforme o caso e a ótica adotada – da obtenção, de modo a incrementar a ligação dos Comandos de Área com os Polos Industriais de Defesa.

Foi justamente nessa direção que o Exército instituiu o Sistema de Defesa, Indústria e Academia de Inovação (SisDIA), criado por meio da Portaria 1.701/2016 Cmt-Ex. Importa notar que não se espera obter desenvolvimento industrial ou capacidades militares sem a participação da Pesquisa, do Ensino e Extensão universitários. A portaria da SisDIA reveste-se de especial importância, em virtude de estruturar um sistema, discriminando claramente a Universidade entre seus artificios, que prevê a integração civil militar como forma de lograr o disposto em todo arcabouço legal brasileiro: a associação entre a produção de capacidades militares (preparo) e o desenvolvimento nacional. Como se depreende da leitura dos fragmentos abaixo:

Art. 6º O SisDIA de Inovação, baseado nos preceitos da Tríplice Hélice, tem por finalidade potencializar os esforços das áreas governamental, produtiva e acadêmica com vistas a, por meio da inovação tecnológica, contribuir com o desenvolvimento nacional, visando à busca das capacitações produtivas brasileiras de Produtos e de Sistemas de Defesa e duais (BRASIL, 2016).

A SisDIA representa o ponto culminante do Marco Legal da Defesa. Mais que consagrar na forma da norma legal a ideia de um complexo acadêmico-industrial-militar no Brasil – expressa na Tríplice Hélice Defesa, Academia, Indústria – consagra a inovação como princípio reitor desta dinâmica de interação tripartite. Conforme se depreende do fragmento abaixo:

O auge normativo, contudo, veio com a edição da Portaria 1.701, de 2016, que operacionaliza o sistema da Tríplice Hélice, seguindo a Estratégia nacional de Defesa, no que diz respeito a aproximação entre indústria, Defesa e Academia, viabilizando a estruturação de um Complexo Acadêmico e Militar Industrial. Esta norma busca a aproximação entre Academia, indústria e Forças Armadas para o estabelecimento de uma Base Industrial de Defesa capaz de produzir meios de uso dual (militar e civil), o que viabiliza o retorno dos investimentos necessários à produção e propicia as relações de transbordamento traduzidas nos efeitos *spin off* e *spill over* (SALLES, 2021, p. 153-154).

Ademais, neste ínterim, houveram aperfeiçoamentos legais que, indiretamente, incidem sobre a obtenção. Dadas as insuficiências da Lei Geral das Licitações (Lei nº

8.666/1993) sobretudo no que tange às compras por parte de entes públicos, aprovou-se a Lei de Licitações e Contratos Administrativos (Lei nº 14.133/2021), que estabeleceu novo regime de licitações para todas as compras do setor público – o que inclui as obtenções em defesa.

A nova Lei de Licitações criou regras para todos os entes federados (União, estados, Distrito Federal e municípios) no tocante a aquisições e realizações de contratos públicos. Nela são previstas cinco modalidades de licitação: concorrência, concurso, leilão, pregão e diálogo competitivo. Este último constitui uma inovação muito utilizada em países no exterior, que permite negociações com potenciais competidores previamente selecionados por critérios objetivos, tais como menor preço ou maior desconto, melhor técnica ou conteúdo artístico, maior retorno econômico ou maior lance.

Além disso, criou-se o Portal Nacional de Contratações Públicas – banco de dados que centralizará as informações sobre os procedimentos licitatórios dos entes federados. Por fim, também previu situações excepcionais que requerem celeridade na contratação de empresas ou na aquisição de determinados materiais, ampliando as condições para dispensa de licitação – como em casos de operações de paz no exterior, conflitos armados, calamidades públicas, dentre outros.

Desse modo, a nova Lei de Licitações favoreceu a obtenção em defesa em, pelo menos, três pontos: Simplifica a legislação, substituindo a já referida Lei Geral das Licitações (Lei nº 8.666/1993), a Lei do Pregão (Lei nº 10.520/2002) e o Regime Diferenciado de Contratações/RDC (Lei nº 12.462/11) por um único instrumento; Regulamenta procedimentos já utilizados para obtenção, como a inexigibilidade; Facilita o processo de dispensa (ESQUIA, 2021, p. 159).

Todo este escopo normativo remete à questão do desenvolvimento das capacidades nacionais ao alinhamento entre entidades civis, Forças Armadas e Governo que, juntos, podem criar condições de desenvolvimento tecnológico, com suas dinâmicas de mercado, integrados a projetos de Estado e com a possibilidade de envolvimento dos centros de estudos e pesquisas, descortinando um cenário de grandes possibilidades no campo do desenvolvimento industrial no Brasil, o que pode efetivar a inserção vitoriosa do Brasil na III Revolução Industrial.

3.3 OS DRONES E A TRANSFORMAÇÃO

Nesta seção apresenta-se o papel da adaptação e da produção de drones para a indústria de transformação e de modernização do Brasil. Para tanto, trata-se do domínio da capacidade produtiva dos drones. Essa capacidade envolve uma série de materiais embarcados ao equipamento, semicondutores e rede de dados. Importa destacar que dominar certas tecnologias críticas é fator de segurança nacional. Os drones trabalham desde a capacidade de produção, através dos consórcios públicos (defesa aeroespacial, digitalização e infraestrutura), Grupamentos Logísticos do Exército Brasileiro, parques fabris e polos industriais de defesa, que tem sua execução prevista no SisDIA.

Sob a perspectiva nacional, os drones inovam e proporcionam várias soluções para o mercado interno e externo, pois são investimentos com retorno direto e indireto e possuem, no Brasil, modestos recursos aplicados em seu desenvolvimento, se comparado com outros países.

Aqui cumpre retomar Covarrubias (2007), lembrando que a forma encontrada pelo autor chileno foi a de escalonar a transformação em três momentos. O que ele denomina as expressões da Transformação Militar:

- a) adaptação – que consiste em adaptar as estruturas existentes para continuar cumprindo com as tarefas previstas;
- b) modernização – otimização das capacidades para cumprir a missão de uma melhor forma; e
- c) transformação – desenvolvimento das novas capacidades para cumprir novas missões ou desempenhar novas funções em combate (COVARRUBIAS, 2007, p. 17).

A transformação militar proposta pelo brigadeiro Covarrubias não altera a essência da Força Terrestre, mas redireciona seus objetivos, exigindo, como afirmado pelo militar, novas capacidades. De fato, do mesmo modo que as guerras podem produzir avanços tecnológicos para serem empregados em tempo de paz, os avanços obtidos na paz podem e devem ser empregados na obtenção de capacidades para efeitos de dissuasão, evitando a guerra. Nisto consiste a evolução militar. Covarrubias estabelece esta relação, indicando que ocorre com os dispositivos militares, o mesmo que ocorre com a sociedade, onde os avanços tecnológicos são uma rotina constante, sendo certo grande impacto deste avanço nos campos estratégico e tático (COVARRUBIAS, 2007, p. 17).

Dado este tipo de emprego, o mercado de produtos de defesa em diversos países funciona de forma idêntica. Possui, normalmente, apenas um comprador ou interessado na aquisição de determinado produto. Ao mesmo tempo, poucas empresas são capazes de produzir e ofertar sistemas mais complexos necessários para atender as exigências das Forças Armadas de um determinado país, constituindo um oligopólio.

Dessa forma, uma demanda menor reflete preços maiores, sendo que muitas vezes ocorre de determinado produto ser desenvolvido sem estar com sua venda acertada, muitas vezes por restrições orçamentárias governamentais, forçando grande risco por parte dos desenvolvedores desses produtos. Assim, a formação de preços dos produtos de defesa não é definida pela relação de oferta e demanda de mercado.

A demanda de produtos de defesa é determinada principalmente por fatores estratégicos e de segurança dos Estados, não pela lógica econômica (ABDI, 2011, p. 9), tornando esse o principal componente para definir a produção das empresas. Da mesma forma como o Estado é responsável pela demanda do segmento de defesa, ele é o grande incentivador da BID, pois tem como função sustentar a demanda por produtos através de projetos militares. E, portanto, tem a capacidade de alocar os seus recursos para garantir orçamento contínuo e que corresponda ou amplie a dimensão da indústria (BRICK; NOGUEIRA, 2017).

Eles [governos] regulam os preços, os lucros, as exportações, apresentando taxas de sucesso [...] podem utilizar o seu poder de compra para a definição de todas as variáveis importantes; podem utilizar o seu poder aquisitivo para determinar o tamanho da indústria, das pequenas indústrias de defesa e das diferentes indústrias; podem determinar a estrutura da indústria, permitindo ou desencorajando as fusões, permitindo novas entradas, evitando saídas, suportando ou apoiando empresas nacionais importantes que entrem em falência [...] (HARTLEY, 1999, p. 21-22).

Observa-se no fragmento de texto acima que os governos é quem são os mercados, quando trata-se de produtos de defesa, pois estes podem suportar, apoiar e incentivar as empresas produtoras destes materiais. Mais que isso, são os governos que organizam o sujeito econômico. Isto é, dispõe sobre a forma como as empresas irão organizar-se para elaboração de um produto ou prestação de um serviço.

Por isso, Hartley (1999, p. 22) ressaltou que o Estado pode usar seu poder regulatório e de compra “*defense procurement*” para definir a estrutura da indústria de defesa, seu tamanho, as empresas que nele entram ou saem, as metas tecnológicas, preços e lucros deste setor industrial.

Existem três formas que o Estado pode incentivar (ou restringir) a indústria de defesa privada ou estatal, o que a torna tão próxima dos governos nacionais:

- a) oferecendo previsibilidade e segurança quanto aos investimentos – o dispêndio não instável ou não declinante do Estado em Defesa garante maior segurança para o seu setor industrial, pois os programas de defesa demandam tempo, levando anos ou décadas para serem concluídos e, portanto, contando com riscos por ter o investimento em P&D como suporte;
- b) o fomento da inovação – efeito ocasionado através da transferência de tecnologia ou do *spin-off*, pois o investimento por parte do Estado encorajaria o desenvolvimento científico e tecnológico, que possibilitaria impactos no nível tecnológico e nos processos produtivos das empresas; e
- c) através das compras públicas – instrumento estatal que também foi estudado por Gunnar Eliasson (2010), que entendeu que “*public procurement*” seria a política industrial mais efetiva para P&D de Defesa. Diretamente, as compras públicas de Defesa estimulariam um crescimento pela demanda, tendo o Estado como maior beneficiário do valor social dos produtos comprados, substituindo a demanda do mercado. E, posto que o Estado é um comprador avançado – um comprador com conhecimento técnico, capaz de influenciar no desenvolvimento do produto final –, as compras estimulariam maior nível tecnológico e produtivo (PACHECO; PEDONE, 2016, p. 178-179).

Indiretamente, Eliasson se centrou nos efeitos multiplicadores dos programas de compras públicas, incluindo também o *spin-off*, originado durante a fase de desenvolvimento do produto, mas que fica disponível para os setores industriais proporcionalmente à capacidade empresarial de identificar os transbordamentos e comercializá-los (ELIASSON, 2010, p. 4).

Por todas essas razões, pode-se sugerir que o desenvolvimento de políticas públicas para o setor de defesa, que indiquem e façam uma integração das necessidades das Forças Armadas com a capacidade das empresas locais, é uma ideia que tem ganhado destaque junto ao SisDIA.

A partir da Política Nacional de Defesa, diversas leis, decretos e normas administrativas vieram sustentar estas ações que objetivam dar seguimento à política de estado de defesa. Porém, em muitos casos, ainda não se viu a efetividade destas medidas, talvez devido à ausência de uma estrutura própria, pensada, desenvolvida e criada para pôr em prática determinados projetos, estratégias e políticas de estado. E

é por este viés, que se poderá entender a necessidade da aplicação dos consórcios públicos (SALLES, 2021, p. 144).

Naturalmente que a estruturação dos polos regionais ou consórcios deve ser efetuada a partir do mapeamento das capacidades regionais e do desenvolvimento de projetos que possam ser desenvolvidos localmente. A aquisição de produtos de defesa, regionalmente, propiciaria o desenvolvimento regional de polos industriais de defesa, definidos estrategicamente segundo as capacidades e necessidades regionais (ESQUIA, 2021, p. 159).

Assim, poderiam ser incubados no âmbito das “Casas de União” (SALLES, 2021, p. 27), pesquisados no âmbito das Universidades e desenvolvidas no âmbito dos parques de manutenção do Exército. Por fim, reunidos no regime de consórcios. Como, aliás, já foi proposto na dissertação de mestrado de Alexandro Souza de Salles, intitulada “Consórcio Público: Instrumento de Capacidade Estatal” (SALLES, 2019), hoje convertida em livro (SALLES, 2021), onde esta arquitetura legal e institucional é esmiuçada para o setor de defesa.

Para tanto, importa as mediações institucionais, os arranjos híbridos que articulem os Polos da Tríplice Hélice, de modo a efetivar a relação entre Preparação Militar e desenvolvimento. Em seu conjunto, conforme um projeto de Estado caracterizado pela forte presença de uma esfera pública não-estatal (BRESSER-PEREIRA, 1997, p. 51). O Consórcio público-público, e público-privado (SALLES, 2021, p. 96).

No primeiro caso – público-público – trata-se de congregar distintos entes federados, órgãos pertencentes a Poderes distintos, ou diferentes setores da administração, e.g. administração direta ou indireta, de modo a, como referido, dissipar-se o custo original do desenvolvimento. E o consórcio público-privado, desta feita conectando mediações institucionais com as Casas de União e os consórcios públicos-públicos, com a indústria. De forma que se possa incubar empresas. De modo que o Brasil, ulteriormente, possa contar com um setor privado pujante de alta tecnologia³².

A esse respeito, a Lei 12.598/2012, que trata do Regime Jurídico de Contratações de Defesa, é o marco regulatório para fazer a intermediação dos negócios. Articulado as capacidades regionais com os projetos das Forças Armadas do Brasil. Dessa forma, têm-se os

³² **Consórcios na Europa** – Apesar da gestão proposta por Salles ainda não ter sido implementada plenamente, em outros lugares pode-se comprovar a vigência vitoriosa do arranjo institucional híbrido na forma do Consórcio. Este é o caso da empresa Finlandesa Pátria que, em 2022, vai liderar o consórcio europeu FAMOUS, com financiamento de 9 milhões de euros da Comissão Europeia, cujo objetivo é construir blindados. O Consórcio europeu teve início em 14 de dezembro de 2021 (CAIAFA, 2021). O exemplo vindo da Europa serve como testemunha da viabilidade da integração da Tríplice Hélice na forma do instituto do Consórcio no desenvolvimento de Capacidades Estatais.

primeiros passos para o fortalecimento das capacidades regionais em um desenho de Base Industrial de Defesa, com uma capacidade logística nacional definida e integrada, obedecendo ao PND e compondo capacidades estatais nacionais (ESQUIA, 2021, p. 92).

Apesar dos poucos recursos investidos na pesquisa e aquisição de drones no Brasil em relação a outros países, as autoridades brasileiras estão empenhadas no desenvolvimento e pesquisa sobre o equipamento, pois diferente do campo militar, no meio civil, diversas atividades estão utilizando drones para realização das mais diversas tarefas, como por exemplo a agricultura de precisão, georreferenciamento, vigilância de fronteiras e tráfego em rodovias.

Na Força Aérea Brasileira (FAB) e no Exército Brasileiro (EB), grupos de trabalho e memorandos de entendimento são os primeiros passos para o despertar das Forças Armadas sobre a importância cada vez maior desse equipamento nos conflitos modernos, onde a transformação de nosso parque industrial irá possibilitar um enorme avanço tecnológico ao país, possibilitando que o Brasil esteja entre os grandes polos tecnológicos do mundo.

É importante não perder de vista que, em uma nação que não consegue promover uma mobilização espontânea, o Estado deve se constituir no centro estratégico para o estabelecimento de arranjos institucionais para promover o desenvolvimento tecnológico de setores sensíveis de maior interesse para sua economia e soberania. A depender do momento político, do grau do interesse e da dinâmica de desenvolvimento de determinada tecnologia, o Estado poderá intervir diretamente ou indiretamente, valendo-se da utilização de mecanismos econômicos ou institutos jurídicos capazes de exercerem um papel coadjuvante na condução do mercado, para a recuperação do seu papel central no processo de desenvolvimento. A Mobilização Nacional, portanto, assume grande papel neste desenvolvimento, sendo o seu foco, o fortalecimento da indústria e da economia (SALLES, 2021, p. 151).

A conexão entre a mobilização e o desenvolvimento, referida acima por Salles, suscita a questão do emprego dual. Isto é, de tecnologias que prestam-se tanto para o uso militar quanto civil. Cumpre desde logo advertir que a percepção acerca da dualidade não pode ser informada por um enfoque objetivista, isto é, baseado no princípio da aparência imediata. Dificilmente haverá um drone de uso militar – embora existam casos – que irá se prestar para o uso civil.

Aqui cumpre retomar a ideia das arquiteturas de rede, softwares e hardwares, algoritmos de IA e componentes eletrônicos que constituem uma base comum de uso civil e militar.

Acerca disso, cumpre notar que algumas empresas brasileiras se destacam tanto em âmbito nacional quanto mundial. Já há algum tempo, a Petrobras tem se notabilizado por empregar drones em águas profundas, para monitorar a camada pré-sal. Os próprios ductos nos quais o petróleo é bombeado valem-se de nanotecnologia e são construídos com materiais ‘inteligentes’. Evidentemente que o robô que desempenha tarefas no fundo do mar presta-se também para lidar com tarefas relacionadas às minas navais – minagem ou desminagem.

A Marinha tem desenvolvido um drone multipropósito que pode ampliar a presença constabular fiscalizando pesca, servindo de estação metateológica móvel, mas que também pode ser utilizado com propósitos militares. Trata-se do Ariel – *Autonomous Robot for Identification of Emulsified Liquids* – que permite também monitorar vazamentos de petróleo e medir contaminação, e tem dado à Marinha brasileira expertise na área da Inteligência Artificial. Atualmente o projeto já conta com dois drones na fase de testes: a embarcação Tupã e o drone aéreo, que possuem plena interoperabilidade entre si – o drone decola e pousa na embarcação (GANDRA, 2020).

O projeto Ariel começou em 2019 e teve um custo de apenas R\$ 7,3 milhões, e em 2021 fez jus ao prêmio da Bélgica ao valor de 20 mil euros, por valer-se de biocombustíveis e energia limpa (ZAPAROLLI, 2022).

Mas talvez o mais perturbador sejam os carros aéreos, desenvolvidos pela Embraer. A empresa já se encontra em fase de produção de pelo menos 250 unidades, resultante de um contrato de US\$ 30 milhões com a Acciona (VASCONCELOS, 2021; ALÇANDO, 2022; DINIZ, 2022). Além disso, a Embraer pretende valer-se dos novos recursos de controle suscitados pela automação e passar a desenvolver motores elétricos para aeronaves (EMPRESA, 2022). A partir destes dados, não é difícil projetar que a IV Revolução Industrial irá causar uma alteração drástica no panorama da realidade humanizada. O perfil das cidades, a arquitetura dos prédios e a distribuição do espaço sofrerão o influxo da Internet do Todo. Trata-se de um evento que em nada deve ao impacto causado pela II Revolução Industrial em nosso país, que com o concurso do concreto, do aço e do cimento verticalizou os conglomerados urbanos e deslocou a população do campo às cidades.

A esse respeito, cumpre lembrar que recepção, de desafio e resposta suscitada pelas Revoluções Industriais não é nova. Há quase cem anos atrás (1934) Goés Monteiro já chamou atenção para a indissociabilidade do preparo militar da política do desenvolvimento. Como pode-se constatar pelo fragmento: “[...] ser-nos-á preciso contar com a mobilização nacional praticável nas melhores condições, inclusive o aspecto econômico. Esta mobilização deve ser o fundamento, invertidamente, da nossa doutrina de guerra” (MONTEIRO, 1934, p. 141).

Dessa forma, constata-se que os Estados têm, em grande maneira, capacidade de desenvolver a indústria de defesa nacional. E os drones são um vetor onde se agregam muitas tecnologias de ponta que proporcionariam um grande salto tecnológico na indústria nacional de defesa, onde o Brasil poderá obter um salto tecnológico, tanto no fomento ao desenvolvimento do chip, como também através da tecnologia “5G”, no desenvolvimento de motores, comunicações via satélite e desenvolvimento de fuselagens antirradar, como também tratar da robotização da guerra.

3.4 DRONES: COMBATE E ADAPTAÇÃO

Esta seção procura ilustrar como o drone permite conciliar a busca da capacidade de combate com o desenvolvimento. Afinal, em que pese a norma de conduta de associar-se o preparo ao desenvolvimento – fundamento axiológico do Marco Regulatório de Defesa no Brasil – esta não é uma tarefa de fácil consecução. E não apenas no caso do Brasil. Há uma nítida competição entre privilegiar o desenvolvimento e o preparo.

Mesmo nos países mais avançados, aliás no seu líder Estados Unidos, constata-se esta competição. Recentemente, os EUA privilegiaram o lançamento do F-15EX à construção de novas aeronaves de quinta geração. E, para além das razões de natureza militar – a volta da competição entre as Grandes Potências – há também motivações de ordem econômica. Trump, também Biden, privilegiam a reconcentração da produção nos EUA – apenas com uma diferença de ênfase, o America First ou Buy American. Em licitação recente da Marinha, o Tiger F-5 – a mesma aeronave de caça utilizada pelo Brasil – venceu a concorrência contra uma aeronave de quarta geração, o Falcon F-16 (ROGOWAY; TREVITHICK, 2018). Os EUA também desistiram da construção de vasos de superfície furtivos (*‘stealth’*) em benefício de encomendas mais tradicionais. Ocorre que, na medida em que se privilegia alta tecnologia, acaba-se por exportar empregos e impostos. Desse modo, Grã-Bretanha, Israel, Japão, Austrália e até Nova Zelândia beneficiavam-se mediante subcontratação da construção de aeronaves e belonaves furtivas de última geração empregando o estado da arte da tecnologia.

Se nos EUA, a maior potência militar do planeta e maior PIB do mundo, ressentem-se desse problema, o que dizer do resto do mundo. Na medida em que se afasta do centro em direção a semiperiferia ou periferia do Sistema Internacional, o problema torna-se mais agudo. Em alguns casos, chega a envolver a escolha dramática pela obsolescência. Ou seja, a decisão consciente de produzir Sistemas de Defesa e Materiais de Emprego Militar (SMEM)

que sabidamente estão defasados em relação a seus congêneres e que terão um desempenho, na melhor das hipóteses, sofrível em combate.

Mas, este não é o caso do drone. Aqui importa rejeitar dois extremos, o fascínio pela inovação disruptiva e a sobrevalorização da massa de guerra. No primeiro caso, se é induzido à perspectiva romântica – posto que há um impulso para integralização de todas as atenções em um único objeto (drone) – que acredita que os drones serão uma arma de decisão prescindindo dos veículos de transporte de pessoal de infantaria – *Armored Personnel Carrier* (APC) – dos veículos blindados de combate de infantaria – *Armored Infantry Fighting Vehicles* (AIFV) – e até mesmo dos carros de combate principal – *Main Battle Tank* (MBT). Nesta versão romanesca, umas poucas forças especiais dotadas de elevado componente orgânico de veículos aéreos não-tripulados, decidiria a sorte dos combates e batalhas. E, por intermédio destes, da própria guerra. Nada mais falso. A função do Exército é o controle do território – pessoas e recursos – e, sabidamente, qualquer que seja o virtuosismo atinente aos drones, eles não são capazes de fazer isto.

Outro risco é de no afã de desenvolver a BID, apostar na capacidade instalada da indústria nacional para a confecção de Sistemas e Materiais de Emprego Militar. Como ela é baixa, o desempenho em combate de tais SMEM será previsivelmente ruim. E, pior, a indústria de defesa não cumprirá sua função social: adquirir endogeneidade de tecnologias de modo que, posteriormente, possam transbordar para o mercado civil. Assim, embora as tarefas da II Revolução Industrial relacionadas à mecanização do Exército ainda não tenham sido completamente realizadas (SALLES, 2021, p. 35), há que se perceber que estas devem ser realizadas, simultaneamente, com as propostas pela III e IV Revoluções Industriais. Neste caso, perseguindo-se a endogeneidade do centro de decisão econômica da III Revolução Industrial – o computador e a rede – já atentos ao desafio vindouro da IV Revolução Industrial. Que, como referido (ver Capítulo 2), possivelmente terá como substrato a Inteligência Artificial, a comunicação e a computação quânticas. A posição intermediária, aliás, já estipulada no documento que trata da Transformação no Brasil (BRASIL, 2010), terá de afastar-se dos extremos buscando no hibridismo (NEVES, 2015, p. 79, 95) uma síntese ecumênica.

Agora, é o momento de explicar por que o drone, desde que orientado por uma política sábia de obtenção, não tenciona negativamente a concorrência entre os polos ‘desenvolvimento’ versus ‘preparo’. Isso será feito a partir de dois exemplos, todos os dois procuram ilustrar a possibilidade do virtuosismo na busca simultânea da capacidade de combate e do desenvolvimento. O primeiro, relacionado ao Leopard 1A-5 utilizado como

carro de combate principal pelo Brasil. O segundo, relacionado a Viatura Blindada de Combate (APC) M-113, largamente utilizado pelo Brasil e demais países sul-americanos. O elemento que interliga os dois é o míssil antitanque³³ de disparo fora da linha de visão. No primeiro caso, do Leopard 1A-5, o míssil israelense LAHAT – *Laser Homing Attack* ou *Laser Homing Anti-Tank*. E, no segundo, do M113, o também israelense Spike – ambos *No Line Of Sight* (NLOS).

No caso do Leopard 1A-5, a utilização do LAHAT através do tubo pode envolver os procedimentos que seguem:

- a) a conversão do tubo de raiado em alma-lisa (*'smoothbore'*);
- b) a adoção de munição estabilizada por aletas;
- c) a utilização do drone como elemento orgânico do sistema, para permitir o disparo do míssil fora da linha de visão NLOS;
- d) a modificação da eletrônica embarcada para que o carro de combate atue como uma plataforma de recepção e transmissão de dados táticos (GARCIA, 2019).

Em todos esses casos, um pool diverso de empresas teria de ser consorciado para realizar, simultaneamente, todas essas tarefas. As únicas que apresentam relativa simplicidade são a conversão em *smoothbore* e a aquisição e produção sob licença (IMBEL)³⁴ de munição estabilizada por aletas – ou outros tipos de munição (GARCIA, 2019) –, que poderia ser feita com a Rheinmetall, com base em termo aditivo em contrato já existente com a KMW³⁵.

As demais tarefas envolvem a construção de toda uma arquitetura relacionada a produção de consciência de situação – *Intelligence, Surveillance and Reconnaissance* (ISR) – também relacionada à aquisição de alvos (targeting) e à cadeia de abate (Kill Chain). Além disso, envolve todo um sistema de informação e comunicação por datalink e por voz sobre IP³⁶, o que acaba por constituir uma rede nada modesta de comando, controle, comunicação, computadores e inteligência, vigilância, reconhecimento e cadeia de abate (C4KISR – *Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Kill, Surveillance and Reconnaissance*) (FISHER, 2010, p. 112).

³³ **ATGM** – Anti-Tank Guided Missile. Embora sua função primária seja destruir viaturas blindas (não apenas tanques), de fato possui um largo espectro de emprego. Ele se aplica a qualquer alvo de valor, desde bunkers, posições de fogo de metralhadoras, em alguns casos, até mesmo contra pessoal. Esta utilização do míssil anti-tanque como artilharia portátil, em função dos MANPATS – Man-Portable Anti-Tank Systems – tem sido amplamente difundida desde a Guerra do Líbano em 2006, até a da Ucrânia em 2022. Ambos os mísseis referidos no texto também podem ser utilizados como MANPATS.

³⁴ **IMBEL** – Indústria de Material Bélico. Empresa estatal encarregada de fazer munições para as Forças Armadas do Brasil.

³⁵ **KMW** – Krauss-Maffei Wegmann. Empresa encarregada da manutenção dos carros de combate principal Leopard utilizados pelo Brasil

³⁶ **IP** – Internet Protocol.

Note-se, seria pouco razoável efetuar esse esforço limitando-o à plataforma e seus sistemas – Leopard 1A-5, drone, LAHAT. Seria razoável supor que os datalinks táticos embarcados serão capazes de ‘conversar’ com a rede da artilharia de campanha e de foguetes e mísseis (DIAS, 2018; FLÔRES, 2020) – esta última, encarregada também da defesa costeira.

E, dado que a Força Aérea já logrou êxito na obtenção do Link-BR2 (FAB, 2022), que elas não estejam relacionadas às aeronaves AEW&C E-99, dotadas de radar de arranjo fásico, ou de sensoriamento R-99 em função de seu radar de abertura sintética. Ambas produzem consciência de situação e possuem capacidade de distribuição de dados táticos. O E-99 está mais afeto à disputa da superioridade aérea e ao controle do espaço aéreo, e o R-99, à aquisição de alvos e sua movimentação sobre a superfície da terra.

O AEW&C E-99 já está conectado aos Tiger II F-5M e aos Gripen F-39. Em suma, o que afigura-se, do ponto de vista do Carro de Combate Principal, como uma mera ‘adaptação’, envolve toda uma agenda de obtenções (aquisições) e um pool de empresas que, em princípio, não possuem qualquer relação entre si, que poderão ser incubadas nas Casas de União e organizadas na forma do instituto do consórcio.

Em última instância, em seu limiar superior, a tarefa envolve adequação das Forças Armadas Brasileiras (e não apenas do Exército) ao computador e à rede. Em suma, a aquisição da endogeneidade de III Revolução Industrial no âmbito das Forças Armadas. Destarte, a possibilidade de transbordamento destes softwares e hardwares para empresas de segunda geração, relacionadas à economia civil.

O mesmo vale para adaptação do M-113, que pode ser dotado de lançadores verticais para valer-se destes para lançar mísseis Spike. Note-se o poder multiplicador de capacidade de combate: um único M-113 poderá, virtualmente, destruir toda uma companhia de carros de combate principal. Mas, como no caso anterior, importa lembrar que a peça chave que permite a utilização NLOS da viatura blindada é o drone. O que exige uma arquitetura de rede – que, aliás, pode ser a mesma – ou similar à descrita para o Leopard 1A-5.

Desse modo, esta perspectiva serve para justificar a importância da introdução do drone em larga escala – e não apenas como função especializada de alguns parques de manutenção – permitindo que diferentes drones ativem diferentes polos industriais de defesa. Afinal, o drone presta-se para vários níveis de detenção de tecnologia. Existem desde aqueles que são pouco mais que aeromodelos modificados, até aqueles que atingem as camadas superiores da atmosfera, competindo com satélites e aeronaves E-99 na produção de consciência de situação – sendo, portanto, aeronaves de alta performance. O mesmo vale

quanto ao tamanho. Tem-se drones desde o tamanho de um punho até as dimensões de uma aeronave de caça.

Aliás, este é o caso dos drones previstos para uso por parte da Marinha. Isto pode ser inferido a partir de suas missões: tratam-se de aeronaves para guerra anti-superfície – *Anti-Surface Warfare* (ASUW) – antissubmarina – *Anti-Submarine Warfare* (ASW) – e com capacidade de ataque e apoio aproximado para operações anfíbias ou Forças Expedicionárias. Como pode-se constatar pela leitura do fragmento abaixo, extraído do Plano Estratégico da Marinha 2040:

Em áreas mais distantes do litoral, um Navio com capacidades de Controle de Área Marítima (NCAM) capaz de operar com aeronaves de asa fixa, rotativa e/ou remotamente pilotadas, atua basicamente como plataforma de controle de área marítima, com foco na defesa de forças navais contra ameaças de superfície, aéreas e submarinas. Deve dispor ainda de capacidade de projeção de poder, para apoio a operações anfíbias e forças expedicionárias (BRASIL, 2020c, p. 24).

Em suma, uma política ambiciosa de obtenção de drones, combinada com a adaptação das plataformas e sistemas existentes, pode ser o catalisador da Tríplice Hélice. Como referido, às universidades caberá a pesquisa, a produção e o desenvolvimento aos parques de manutenção – neste caso, convertidos em verdadeiras unidades fabris – e a tecnologia incubada passará às empresas privadas após a vigência do consórcio. Desse modo cria-se uma arquitetura que reúne oferta e demanda; a gestão de baixos custos no período da incubação com a criação de empresas privadas competitivas e pujantes no setor de alta tecnologia.

Difícil vislumbrar uma forma mais efetiva do Exército Brasileiro prestar seu tributo ao desenvolvimento nacional do que em um projeto com estas características. É justamente esse ativo que, espera-se, seja capaz de recepcionar os insumos básicos da IV Revolução Industrial – Inteligência Artificial, computação e comunicação quânticas – de modo que, desta feita, possamos nos equiparar aos países centrais – o que é outro modo de enunciar o próprio conceito de desenvolvimento.

3.5 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 3

Neste capítulo procurou-se demonstrar que o principal valor da Transformação – o Planejamento Baseado em Capacidade (PBC) – precedeu a própria formalização da Transformação enquanto adendo à Estratégia Braço Forte. O que encontra-se em perfeita consonância com o disposto no Marco Legal da Defesa, onde – argumentou-se nesta dissertação – a

associação entre desenvolvimento e a Preparação Militar constitui-se enquanto um fundamento axiológico – isto é, mais que norma jurídica, o valor que deve nortear as políticas públicas de defesa. Por fim, procurou-se destacar o papel do drone na Transformação, tanto retomando sua contribuição do ponto de vista da capacitação tecnológica, quanto seu papel essencial para efetuar uma Transformação holística e reafirmar um Perfil de Força híbrido.

Agora, cumpre dissertar sobre a trajetória do drone para que esta função de associação entre o desenvolvimento e o Preparo possa ser devidamente convalidada pelos exemplos evocados pela vida real. Passa-se, pois, ao breve histórico dos drones.

4 BREVE HISTÓRICO DOS DRONES

Quadro 4 – Quadro Resumo do Capítulo 4

Sumário do Capítulo 4
<p>4 BREVE HISTÓRICO DOS DRONES</p> <p>4.1 QUANDO O DRONE ERA “SONDA”</p> <p>4.1.1 Drone, Guerra Eletrônica e SEAD: Pré-História da IA</p> <p>(a) BQM-34A Teledyne – Ryan Firebee: o drone como alvo</p> <p>(b) Vietnã: “Wild Weasel”, mísseis antirradiação e os casulos de guerra eletrônica.</p> <p>4.1.2 Propulsão, Drones e Aeronaves: o caso do míssil isca ADM-20 Quail</p> <p>4.1.3 D-21 SCAD: drones e o nível estratégico</p> <p>4.2 OS DRONES E A REDE NA BATALHA DO VALE DO BEKAA (1982)</p> <p>4.2.1 Os drones nos antecedentes da Batalha do Bekaa</p> <p>4.2.2 A Batalha e a destruição dos SAMs sírios</p> <p>4.3 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 4</p>
Resumo do Conteúdo
<p>Neste capítulo aborda-se a evolução do uso dos drones, desde seus antecedentes, como os balões, bombas e mísseis guiados, passando por veículos de alvo aéreo não tripulados e a evolução das tecnologias embarcadas em aeronaves, até chegar-se à guerra eletrônica. Em particular, ao dispositivo de funcionamento do míssil antirradiação (ARM), que reúne um banco de assinaturas eletrônicas e demanda sua identificação instantânea – uma forma rudimentar de Inteligência Artificial. Ela já estava contida no míssil antirradiação AGM-78 Egrot Segol.</p> <p>Destarte, os objetivos deste capítulo, expressos em suas duas subseções (4.1, 4.2), são os de relacionar o drone, respectivamente, com a conquista espacial e com a Inteligência Artificial.</p> <p>O elemento subjacente é a cibernética. A trajetória do drone percorre seus três ramos: a comunicação, a informática e a robótica – mas não de modo linear. Na primeira seção se observa o prenúncio da robótica, a partir do incremento da comunicação – mas, ainda, sem o concurso do computador.</p> <p>Na segunda seção, procura-se descortinar uma ancestralidade pouco reconhecida: a de como, com a interveniência do microchip (informática), a associação do drone com o míssil antirradiação constitui a prefiguração remota da Inteligência Artificial a partir de sua matéria-prima: o ‘Big Data’ – do qual se trata no texto.</p> <p>O elemento normativo subjacente é o de que o drone estará, também no futuro, relacionado</p>

ao desenvolvimento destes dois campos: a exploração espacial e a Inteligência Artificial.

Fonte: Autoria própria

Neste capítulo aborda-se a evolução dos drones ao longo dos anos, desde o surgimento dos veículos não tripulados – como os balões rudimentares – até os mais recentes e bem equipados drones, com muitas tecnologias embarcadas, dotados de câmeras potentes, capazes de lançar bombas e foguetes, e com grande autonomia de voo.

Há um intenso debate na literatura acerca da nomenclatura mais precisa para esses sistemas militares. Desde uma definição mais direta, focada nas principais características do objeto, como Veículo Aéreo Não-Tripulado (VANT) – tradução direta de *Unmanned Air Vehicle* (UAV) – até designações mais genéricas, como *Drones*. Nesse trabalho emprega-se o termo ‘drone’ para designar diversos tipos de Sistemas Aéreos Não-Tripulados, com distintas características. O emprego da nomenclatura ampla é para abarcar sistemas aéreos, terrestres, ou navais, remotamente pilotados ou autônomos.

Todavia, cumpre reconhecer, ainda que brevemente, o debate em torno da nomenclatura na literatura. Conforme destacado por Duarte (2012b, p. 43), em se tratando apenas de veículos aéreos, faz-se necessário reconhecer que a designação mais precisa seria *Unmanned Aerial System* (UAS).

Também cabe destacar a correspondência entre os termos usados e as características básicas do objeto do que se trata a palavra VANT. Essa é a tradução de *Unmanned Air Vehicle* (UAV); e, apesar da difusão desta sigla, trata-se, cada vez mais, de uma descrição incompleta. Isto porque a palavra “veículos” mascara que estes equipamentos correspondem, de fato, a sistemas integrados de equipamentos, e suas utilidades táticas residem na sinergia entre eles. Por isto, na literatura especializada, tem-se preferido usar o termo *Unmanned Aerial System* (UAS, sistema aéreo não tripulado). Este sistema é composto por:

- * uma estação de controle que abriga os operadores do sistema e as interfaces entre os operadores e o resto do sistema;
- * a aeronave/veículo com a carga, que pode ser de vários tipos;
- * o sistema de comunicação entre a estação de controle e a aeronave, para transmissão dos controles dos operadores e retorno de informações da aeronave e da carga que se carrega; e
- * o equipamento de apoio, que inclui itens de manutenção e transporte (DUARTE, 2012b, p. 43).

Já o autor francês Grégoire Chamayou (2015), na obra “Teoria do Drone”, restringe a designação apenas àquelas aeronaves que são reutilizáveis. Como se vê no fragmento abaixo:

[...] os V-1 e V-2 nazistas lançados sobre Londres em 1944. Mas esses antigos torpedos voadores podem ser considerados mais como os ancestrais do míssil de cru-

zeiro que do drone atual. A diferença essencial é que, enquanto o primeiro só serve uma vez, o segundo é reutilizável. O drone não é um projétil, mas um dispositivo portador de projéteis (CHAMAYOU, 2015, p. 35).

Como verifica-se no fragmento acima, um “drone não é um projétil, mas um dispositivo portador de projéteis” (CHAMAYOU, 2015, p. 35). Por essa perspectiva, um míssil ou um torpedo só pode ser utilizado uma vez. Neste enfoque, os drones seriam dispositivos portadores de bombas ou mísseis, podendo ser reutilizado várias vezes.

Conquanto este capítulo trate apenas de sistemas aéreos, no conjunto do trabalho – como referido – leva-se em conta a existência de veículos não tripulados em terra, mar e sobre a superfície. Deste modo, a despeito da precisão perseguida pela caracterização dos autores supracitados, aqui mantém-se a designação proposta (‘drone’).

Há uma razão de ordem adicional para preferir o termo mais rústico, porém mais abrangente: é que está no centro deste trabalho a preocupação em salientar o papel do drone para o desenvolvimento da robótica – particularmente, com o influxo da IA e da computação e comunicação quânticas. Destarte, considera-se justificada a terminologia adotada, a despeito de formulações que possam ser mais precisas em contextos mais específicos.

Pode-se considerar que a história do drone começa com o balão. Afinal, eles podem ser considerados seus antecessores primitivos. No Brasil, o balão foi descoberto pelo padre Bartolomeu de Gusmão, em 1707, e na França foi realizado seu primeiro voo em 1783, por Pilâtre de Rozier. De início, eles não eram tripulados e tampouco podiam ser guiados com alguma precisão. Ainda assim, isto não impediu sua utilização militar, como se verá a seguir.

Nos primórdios, os balões foram os primeiros a alcançarem os céus. O padre brasileiro Bartolomeu Lourenço de Gusmão, nascido em 1685, foi sacerdote, cientista e inventor. Pode-se dizer que ele foi o inventor do primeiro aeróstato operacional. Pertence ao padre Bartolomeu de Gusmão a primeira patente expedida³⁷ para um brasileiro, relativa a um “instrumento para se andar pelo ar”, que se revelaria mais tarde o que hoje se conhece como aeróstato. O invento divulgado de forma fantasiosa era retratado como uma barca com formato de pássaro, conhecida como passarola (MUNARETTO, 2015, p. 29).

O primeiro registro de aplicação prática de veículo não tripulado remonta à guerra travada entre Áustria e Veneza. No dia 22 de agosto de 1849 os austríacos lançaram balões não tripulados carregados com bombas contra Veneza. Mais tarde, na guerra civil norte-americana, os balões incendiários foram utilizados por ambos os contendores. Também na guerra hispano-americana, em 1898, os americanos usaram uma câmera em uma pipa para observar as tropas inimigas.

³⁷ A patente foi expedida em 23 de março de 1707.

O precursor dos VANT (Veículo Aéreo Não Tripulado), como entendemos hoje, é o Curtiss/Sperry “*flying bomb*” da Marinha americana. Esse míssil primitivo voou pela primeira vez, de forma controlada, em 6 de março de 1918, depois de várias tentativas mal sucedidas iniciadas em setembro de 1917. Os americanos desenvolveram paralelamente outro projeto chamado de Kettering, que contava com Orville Wright como consultor aeronáutico e Elmer Sperry como responsável pelo controle. Tratava-se de um biplano a hélice e motor a gasolina, tendo realizado seu primeiro voo, em um percurso de 80 km, em 2 de outubro de 1918 (MUNARETTO, 2015, p. 30-31).

Também, a Inglaterra deu seus primeiros passos no domínio dos drones, ao controlar remotamente três aeronaves tipo biplano, reformadas, modelo *Fairey Queen*, a partir de um navio, em 1933. Duas se acidentaram e a terceira completou a missão com sucesso, sendo o primeiro país a controlar remotamente uma aeronave.

A primeira produção seriada de drones é creditada a Reginald Denny, um inglês que emigrou em 1919 para os EUA. A partir de 1930 ele envolveu-se com a produção e venda de aeromodelos controlados por rádio. Já em 1935, demonstrou o modelo RP-1 para o Exército americano, com o objetivo de usar o “*target drone*” como ferramenta de treinamento para a artilharia antiaérea. Seguiram-se mais tarde os modelos RP-2, RP-3 E RP-4. Os modelos RP-4 foram vendidos para o exército americano com o nome de Radioplane OQ-2, tendo sido produzidos quase quinze mil exemplares (MUNARETTO, 2015, p. 31-32).

Já na Segunda Guerra Mundial, o projeto alemão FIESELER Fi-103 V-1 de 1944, amplamente conhecido como bomba voadora V-1, foi o primeiro míssil de cruzeiro de sucesso. A V-1 consistia de uma bomba guiada com comprimento de 8,32 metros e asas com envergadura de 5,30 metros, impulsionada por um pequeno motor de pulso jato – antecessor das modernas turbinas a gás – que proporcionava uma velocidade de 800 km/h e alcance de 240 km. A V-1 era lançada a partir de uma catapulta e tinha uma ogiva de 830 kg de amatol, que era guiada para um alvo pré-programado orientada por uma bússola giroscópica/magnética. Esse sistema não proporcionava muita precisão à arma, mas como as V-1 eram usadas contra grandes cidades, qualquer acerto dentro de um raio de 15 km era considerado aceitável.

A bomba V-2 deslocava-se a uma velocidade de até 5.760 km/h, e tinha alcance de aproximadamente 360 km. Já a V-1 era imune a interferência eletrônica: os aliados não podiam desviá-la por meio de dispositivos de radiofrequência. Por sua vez, a V-2, por ser decididamente mais veloz que a V-1, também não podia ser interceptada por caças. Como deu-se com a V-1, para a qual bastava um leve toque da asa do avião para que ela fosse derrubada no canal da Mancha (FORD, 1969, p. 60).

A Alemanha nazista também desenvolveu as bombas guiadas à rádio, como a HENSCHTEL HS 293 e a FRITZ-X 1400. Ambos os engenhos tinham receptor de rádio, sistemas de guia e detonador de proximidade. A HENSCHTEL HS 293 era uma bomba antinavio de propulsão por foguete, tinha peso total de 1.045 kg, e uma velocidade de 900 km/h. Essas duas bombas juntas foram responsáveis por afundar, ou deixar gravemente avariados, quase 500 navios de guerra e mercantes aliados de diversos tamanhos (ROMAÑA, 2010, p. 320).

Também na Segunda Guerra Mundial, os americanos desenvolveram bombas voadoras remotamente controladas, tendo sido realizado o primeiro voo em 1941. Já em abril de 1942, a INTERSTATE TDR-1 foi dirigida com sucesso a um navio alvo usando-se somente uma câmera de vídeo no nariz da aeronave para controlar seu voo.

Figura 1 – Interstate TDR-1 em voo



Fonte: Domínio Público

Após o fim da conflagração, os EUA montaram a Operação Paperclip, que permitiu a apropriação de uma grande quantidade de cientistas alemães, agregando enorme conhecimento científico e tecnológico para o desenvolvimento de novas armas.

A Operação Paperclip foi um programa de inteligência dos EUA do pós-guerra que trouxe cientistas alemães para a América sob contratos militares secretos. O programa tinha uma face pública benigna e um corpo secreto de segredos e mentiras. “Sou louco por tecnologia”, disse Adolf Hitler a seu círculo íntimo em um jantar em 1942 e, após a rendição alemã, mais de 1.600 tecnólogos de Hitler se tornariam cidadãos americanos. (JACOBSEN, 2014, p. 5, tradução nossa³⁸).

Assim, uma grande quantidade de conhecimento desenvolvido pelos cientistas alemães foi incorporado pelos americanos, no desenvolvimento de novas armas e tecnologias de guerra (mais de 1.600 engenheiros e técnicos). Sob a Operação Paperclip, que começou em maio

³⁸ **No original:** “Operation Paperclip was a postwar U.S. intelligence program that brought German scientists to America under secret military contracts. The program had a benign public face and a classified body of secrets and lies. ‘I’m mad on technology,’ Adolf Hitler told his inner circle at a dinner party in 1942, and in the aftermath of the German surrender more than sixteen hundred of Hitler’s technologists would become America’s own” (JACOBSEN, 2014, p. 5).

de 1945, os cientistas que ajudaram o Terceiro Reich a travar a guerra continuaram seus trabalhos, relacionados às inovações tecnológicas em armamentos, para o governo dos Estados Unidos. A partir disso foram desenvolvidos foguetes, armas químicas e biológicas, aviação e medicina espacial e muitos outros sistemas militares, em um quadro de intensa competição militar, que caracterizaram a Guerra Fria.

Também merece destaque a Operação LUSTY (**LU**ftwaffe **S**ecret **T**echnolog**Y**), um esforço dos EUA para capturar equipamentos, tecnologia e pessoal aeronáutico alemão. Em 22 de abril de 1945, a USAAF combinou objetivos técnicos e de inteligência pós-hostilidades, sob a Divisão de Exploração. A Operação começou com o objetivo de explorar documentos científicos alemães capturados, instalações de pesquisa e aeronaves. Contou com duas equipes. A Equipe Um, sob a liderança do Coronel Harold E. Watson, um ex-piloto de testes do Wright Field, coletou aeronaves e armas inimigas para exames adicionais nos Estados Unidos. Enquanto a Equipe Dois, sob a liderança do Coronel Howard M. McCoy, recrutou cientistas, coletou documentos e investigou instalações.

Assim, os especialistas americanos desenvolveram várias listas de equipamentos de aviação avançados que queriam examinar. A equipe comandada pelo Coronel Watson, chamados de *Whizzers*, composta por pilotos, engenheiros e homens de manutenção usaram essas listas para coletar aeronaves. Watson organizou seu grupo em duas seções: uma coletava aeronaves a jato, enquanto a outra adquiria aeronaves com motor a pistão e equipamento que não se valia de jato ou foguete (JACOBSEN, 2014, p. 51).

Com o fim da II Guerra Mundial, os *Whizzers* adicionaram pilotos de teste e funcionários da Luftwaffe à equipe. Quando o grupo localizou nove aeronaves a jato Messerschmitt Me 262 no campo de pouso de Lechfeld, esses pilotos de teste alemães tiveram a experiência para pilotá-los para áreas controladas pelos EUA, sendo deslocados todos os aviões, equipamento de armas secretas e documentos de apoio, cerca de quatro meses antes da rendição da Alemanha. Os *Whizzers* voaram com os Me 262s e outras aeronaves, incluindo um Arado Ar 234. Todas as aeronaves foram encasuladas contra a maresia e o clima, embarcadas em porta-aviões e levadas para os Estados Unidos, onde foram estudados em seus respectivos centros de teste de voo pelos grupos de inteligência aérea da USAAF, corroborando com o desenvolvimento tecnológico americano, acelerando a corrida espacial, o motor a jato e novas armas.

Mais tarde, alguns drones foram originalmente utilizados como alvos aéreos, como por exemplo, o Ryan *Firebee*, movido com propulsor a jato, o qual foi projetado no início da década de 1950. Esses drones foram depois convertidos em sistemas de reconhecimento na Guerra do Vietnã. A partir de então, os drones tiveram um emprego operacional mais intenso, tanto no Vietnã (anos 1970) como no Líbano (anos 1980).

Após a Guerra do Vietnã, os americanos deixaram de lado os estudos e o desenvolvimento de drones. Em sentido contrário, Israel desenvolveu os VANT *Scout* e *Pioneer*, o que representou uma guinada para o avanço de VANTs mais leves. O *Scout* foi notável pela sua habilidade de transmitir vídeos em tempo real, em 360 graus da área de interesse. O tamanho reduzido destes equipamentos tornava-os baratos e difíceis de serem alvejados (MUNARETTO, 2015, p. 34).

A partir de 1982, os drones passaram a ser utilizados em situações de conflitos militares. Desde a Guerra do Golfo, não existe conflito armado no qual os VANT não tenham sido empregados. A guerra global contra o terrorismo, promovida principalmente pelos EUA e por seus aliados, significou uma grande expansão no uso dessas plataformas.

A seguir discute-se o drone enquanto “sonda”, isto é, como sistema de reconhecimento. Procura-se explorar a origem desta terminologia, desde o início da exploração espacial, até seu emprego na Guerra do Vietnã.

4.1 QUANDO O DRONE ERA “SONDA”

Nesta seção procura-se colocar-se em evidência a associação do que ora denomina-se drones com a exploração espacial. Na ocasião, as primeiras naves a percorrer o espaço sideral em busca de conhecimento eram denominadas sondas. E, foi esta a designação que originalmente se deu a veículos aéreos não tripulados de reconhecimento. Mais que mera coincidência, entende-se que a exploração espacial – sobretudo seus dispositivos de comunicação e controle – está estreitamente relacionada com o desenvolvimento da cibernética, em particular o dispositivo ora denominado drone. Identifica-se, portanto, um processo de retroalimentação recíproca entre o emprego militar de veículos não tripulados e a exploração espacial e vice-versa.

A sonda espacial é uma nave não tripulada e foi muito utilizada para a exploração de outros planetas e corpos celestes. Em sua grande maioria, possui instrumentos de telemetria que permitem estudar à distância suas características, meio ambiente e tirar fotografias. Algumas sondas ainda pousam na superfície dos astros celestes para estudos de sua geologia e do seu clima, como é o dos veículos aterrissadores (*Landers*) e dos astromóveis (*Rovers*).

As primeiras sondas enviadas para estudar outros astros foram lançadas no fim da década de 1950 pela extinta União Soviética e pelos Estados Unidos, logo no início da exploração espacial e que ajudaram muito a desvendar os mistérios do Universo. Hoje outros países também já lançaram sondas, como o Japão, a República Popular da China, a Agência Espacial Europeia e a Índia.

Com o fim da Segunda Guerra Mundial, as grandes potências mundiais iniciaram a Guerra Fria em que Estados Unidos e a União Soviética tentavam buscar superioridade entre aspectos políticos, militares, tecnológicos, econômicos, sociais e ideológicos. Surgiu assim a corrida espacial, em que a disputa se centrava na exploração espacial.

A União Soviética saiu na frente, quando em 4 de outubro de 1957 lançou ao espaço o satélite *Sputnik I*, o primeiro satélite artificial a orbitar a Terra. Após isso, os EUA e a URSS multiplicaram o lançamento de sondas e satélites. Aos *Sputniks* da URSS seguiram-se os *Corona* dos EUA.

Para fins de deception, o *Corona* foi desenvolvido sob a fachada do programa “*Discoverer*” – este sim, de exploração espacial – como parte do programa de reconhecimento e proteção do satélite WS-117L da USAAF em 1956. Mais uma evidência da estreita correlação entre veículos de reconhecimento não tripulado – neste caso, o satélite *Corona* – e a exploração espacial. O objetivo principal do programa era desenvolver um satélite fotográfico de retorno de imagens para substituir o avião-espião U-2 na avaliação por imagens das capacidades nucleares dos soviéticos e de Israel, determinando a disposição e velocidade de produção de mísseis soviéticos e ativos de bombardeiros de longo alcance. O programa *Corona* também foi usado para produzir mapas e gráficos para o Departamento de Defesa e outros programas de mapeamento do governo dos Estados Unidos. O projeto avançou rapidamente após o abate de um avião-espião americano U-2 sobre a União Soviética em 1º de maio de 1960. E, deste modo, criando um precedente da substituição de aeronaves tripuladas para sistemas não tripulados (STRINGFIXER, 2021).

Dessa forma tem-se um novo padrão de utilização, onde o tripulado é abatido, utiliza-se o não tripulado com a presença no espaço sideral. O programa americano englobou oito séries de satélites separados, mas sobrepostos, e uma grande quantidade de satélites de comunicação, meteorológicos e espiões.

Ainda no campo das sondas e satélites, além dos *Sputniks*, os soviéticos lançaram 12 satélites da série *Kosmos*. Os Estados Unidos, por sua vez, lançaram 16 satélites *Explorers* e mais 38 satélites de reconhecimento *Discoverer*, só para citar alguns. Frente a esse cenário, em um texto escrito em 1986 para a nova edição da obra clássica “*Makers of Modern Strategy*”, o professor da Air University, David MacIsaac, argumentou que as diversas inovações tecnológicas sugeriam uma nova era para a aviação, criando novos e amplos horizontes para os aviadores.

Nada no campo da guerra aérea é mais incerto, na ocasião em que escrevo este ensaio, do que seu curso futuro. Como declarado de saída, os efeitos da tecnologia e as ações dos praticantes do voo têm, desde o início, desempenhado mais ações do

que despertado ideias. É até possível que tenhamos atingido um grau de progresso tecnológico que possa mudar, substancialmente, a identidade do poder aéreo. O combate eletrônico, as novas possibilidades dos satélites, as munições precisamente guiadas, as aeronaves sem piloto – sugerem uma nova era para a aviação – da mesma forma que começaram a criar um novo vocabulário. De fato, os avanços nas viagens espaciais, o transbordo espacial e as tecnologias dos fochos de laser e das armas com energia direcionada da “guerra nas estrelas” pressagiam novos e amplos horizontes para os aviadores. Pode-se concluir, com alguma tristeza, que a tecnologia em si pode ser o principal teórico dos dias de hoje; que a invenção pode ser, no momento, a mãe do emprego (MACISAAC, 2003, p. 235).

Como observa-se no fragmento de texto acima, uma nova era para a aviação surgiu através das munições precisamente guiadas, das viagens espaciais e das aeronaves remotamente pilotadas, criando a dependência tecnológica frente ao emprego desses meios. Em última instância, resolvendo-se as questões do domínio do ar por intermédio do domínio do espaço. MacIsaac (2003), no trecho acima, essencialmente preconiza a transição do domínio do ar para o domínio do espaço.

O enfoque do estadunidense enseja uma questão importante, já identificada pelo general brasileiro Meira Mattos em sua obra *Estratégias Militares Dominantes* (1986). A diferença entre estratégia e domínio. Nesse sentido, deve-se entender a estratégia como a arte de executar a política, o ‘como’ fazer a política de um Estado. Já a noção de domínio enseja a submissão pelo uso da força, através da derrota militar e conseqüente domínio político (MATTOS, 1986, p. 9). Do exposto, pode-se inferir que a estratégia é um curso de ação da política com o emprego de força, enquanto Domínio afigura-se enquanto ambiente. A distinção estabelecida pelo General brasileiro entre estratégia e domínio é fundamental para perceber-se o sentido de linear contido na integração espaço-ar. De fato, evidencia-se a transição do status do espaço como ‘estratégia’ para adquirir, progressivamente, a condição de Domínio.

As palavras de MacIsaac refletem com precisão o espírito da época, lembrando, o artigo original é de 1986. Três anos antes da publicação do texto, na noite de 31 de agosto para 1º de setembro de 1983, ocorreu a Batalha de Sacalina, na ilha disputada localizada no Extremo Oriente. Na ocasião, um avião comercial sul-coreano (código KAL-007) foi confundido com um avião espião americano, sendo conseqüentemente abatido.

Em meio a competição militar intensa da última década da Guerra Fria, o resultado do evento foi colocar todo o sistema de defesa soviético em alerta. Também o contexto estratégico da Batalha de Sacalina diz respeito ao significado do episódio para o fim da Guerra Fria, pois provou aos soviéticos que os americanos tinham tecnologia para desfechar um ataque nuclear contra Moscou sem serem descobertos. Afinal, a penetração das sondas e o engodo que fez com que os russos acreditassem ser o KAL-007 um RC-135 serviu para

ilustrar a viabilidade da penetração de bombardeiros B-52, igualmente dissimulados dentro do espaço aéreo soviético.

Em 1º de setembro de 1983, um incidente específico gerou, se não o momento de perigo máximo, certamente o momento de hostilidade máxima. Um avião sul-coreano, KAL 007, desviou-se do curso sobre o espaço aéreo soviético e foi abatido por um caça soviético, matando todas as 269 pessoas a bordo (SCOTT, 2011, p. 763, tradução nossa³⁹).

A ameaça de uma guerra nuclear assomou-se exponencialmente à realização dos exercícios de grande comando da OTAN, chamado de Able Archer 83, em 11 de novembro de 1983. Tratou-se de um exercício de simulação, feito com tropas reais, em que os Estados Unidos supostamente desfechariam um ataque nuclear contra Moscou, dentro do contexto de uma ofensiva convencional contra as forças da Organização do Tratado de Varsóvia (SCOTT, 2011, p. 762). O massivo deslocamento demonstrou que os EUA possuíam capacidades logísticas para repor as perdas decorrentes do atrito e da fricção. Destarte, projetou-se na liderança soviética a percepção de que, em função da vantagem militar qualitativa dos EUA, haviam perdido seu trunfo: a vantagem (numérica) em forças militares convencionais. A associação dos dois episódios, a Batalha da Sacalina e da Able Archer – sendo que, na primeira, os drones assumiram a função de protagonista principal – induziu os soviéticos a iniciar em Genebra (1985) negociações com os EUA, que levariam ao cabo à sua rendição: a reunificação alemã em 1989 e o desmantelamento da Organização do Tratado de Varsóvia em 1991.

Mas os líderes soviéticos não agiram premidos apenas por impressões levemente fundadas. Anteriormente, na Batalha do Vale do Bekaa – que será objeto de atenção deste capítulo mais adiante – o drone já havia revelado sua eficácia na supressão de defesas antiaéreas, que pavimentaram caminho para a invasão israelense do Líbano (Operação “Paz na Galileia”). Ela constituiu-se em uma prefiguração da doutrina de AirLand Battle, posteriormente adotado pelos EUA e OTAN. Como se depreende do fragmento: “A condução da Batalha Aeroterrestre só se fez possível com a condução da operação de SEAD⁴⁰ no Bekaa, assim como ocorreu no Golfo – o desembarque de tropas só foi possível após as operações de SEAD, interdição e ataque as posições de C2 do Iraque” (TRIZOTTO, 2015, p. 58).

³⁹ **No original:** “On 1 September 1983, one specific incident generated, if not the moment of maximum danger, then certainly the moment of maximum hostility. A South Korean airliner, KAL 007, strayed off course over Soviet air-space and was shot down by a Soviet fighter, killing all 269 people on board” (SCOTT, 2011, p. 763).

⁴⁰ **SEAD** – Suppression of Enemy Air Defense. Supressão de Defesas Antiaéreas. De acordo com o Dicionário de Termos Militares do Pentágono trata-se da “atividade que neutraliza, destrói, ou temporariamente degrada as defesas aéreas baseadas em solo do inimigo por meio destrutivos os disruptivos” (USA, 2014, p. 254, tradução nossa).

Em suma, o papel estratégico do drone e sua influência no desfecho da Guerra Fria só podem ser aferidos por seu desempenho tático na Guerra do Líbano de 1982.

Assim, o drone ao incorporar o legado da III Revolução Industrial – a digitalização da guerra – evidenciou nestes três eventos (Batalha do Vale do Bekaa, Batalha de Sacalina, Operação Able Archer), que afigurava-se como arma com potencial de decisão. Um sistema muito mais evoluído que as sondas desenvolvidas pelos americanos e russos no início da era espacial, que permitiram ao homem conhecer e explorar muito mais do que era até então conhecido. A presença permanente de artefatos humanos no espaço deu início à sua conversão de estratégia em domínio. E, com toda possibilidade, este último status do espaço sideral se consolidará com o concurso da Inteligência Artificial (IA) e a robótica.

Até aqui, nada de novo. Afinal, a presença de humanos na Lua foi um feito tecnológico grandioso, porém, a maioria das descobertas científicas relevantes têm sido feitas por sondas teleguiadas não tripuladas. A primeira delas foi a soviética *Lunik II*, que pousou na Lua em 1959. Depois disto seguiram-se diversas sondas da URSS e dos Estados Unidos, enviadas para a Lua e diversos planetas.

Neste período, a conquista espacial deu um salto. Pela primeira vez as sondas *Voyager 1* e *2* abandonaram o sistema solar, constituindo-se nos primeiros engenhos feitos pelo homem em ir além da órbita do sol⁴¹.

Desta maneira, constata-se que, por intermédio da cibernética – comunicação, informática, robótica – o drone está intimamente ligado com a exploração espacial. Nesta seção, procurou-se evidenciar esta relação e seu reflexo no campo militar – Batalha do Bekaa, Sacalina e Able Archer – que evidenciaram a importância das conquistas nos ramos da cibernética, para o estabelecimento da Vantagem Militar Qualitativa. Como procurou-se destacar no Capítulo 2, doravante a VMQ por, com toda possibilidade irá depender das conquistas relacionadas aos elementos que constituem o substrato da IV Revolução Industrial: a IA, comunicação e computação quânticas. Ao fim, divisa-se o prêmio: a exploração econômica do espaço sideral. Este tema será mais uma vez abordado no âmbito deste trabalho. Agora importa perfazer os primeiros passos de sua trajetória.

⁴¹ **Voyagers** – A *Voyager 2*, lançada em 20 de agosto de 1977, passou a 286 mil km de Júpiter e a 101 mil km de Saturno. Em 24 de janeiro de 1986 ela passou a 82 mil km de Urano, e em 25 de agosto de 1989 passou a menos de 3 mil km de Netuno, o planeta mais distante da Terra a ser visitado por uma sonda espacial (WIKI ASTRONOMIA, 2021).

4.1.1 Drone, Guerra Eletrônica e SEAD: a pré-história da IA

Nesta subseção apresenta-se os primórdios da Inteligência Artificial (IA). Para tanto, se discutirá seu desenvolvimento através dos drones *Firebee* e do caça EF – 105F *Thunderchief* “*Wild Weasel*”⁴² III. Ao longo desse processo, foram feitos avanços na microeletrônica, que permitiram a incorporação de microchips nos mísseis, a fim de reconhecer os dados da assinatura eletrônica de aeronaves e radares. A partir daí, estabeleceu-se um circuito virtuoso de retroalimentação entre a Big Data⁴³ e a Inteligência Artificial, que nos dias de hoje afiguram-se como as principais inovações na área missilística e de aeronaves remotamente pilotadas.

A utilização de drones de vigilância e ataque por parte dos estadunidenses remonta a datas bem anteriores à que usualmente se imagina. Embora as plataformas não tripuladas certamente tenham ganhado destaque desde o início da Guerra ao Terror, na verdade elas foram devidamente lançadas aos céus em nome de interesses nacionais desde muito cedo.

O sistema precursor nos EUA foi o BQM-34A Teledyne-Ryan *Firebee*, que surgiu inicialmente como um alvo aéreo encomendado pela Marinha Americana. Na Guerra do Vietnã, foi utilizado em operações de ISR (Inteligência, Vigilância e Reconhecimento). Ainda no Vietnã, também foi utilizado como aeronave não tripulada de guerra eletrônica, especialmente para interferência em radares da defesa antiaérea norte-vietnamita, de origem soviética.

Cabe, também, destacar outro drone usado como isca e que teve sua turbina usada no caça F-5E *Tiger II*. A mesma turbina *General Electric J85-GE-21B* usada no ADM-20 *Quail* foi mais tarde empregada nos caças T-38/Northrop F-5E *Tiger II*. Portanto, permitiram a criação da aeronave, pois eram turbinas de fácil produção e com baixo custo de manutenção, garantindo a endogeneidade e capacidade de produção local.

Verificam-se a seguir alguns dos principais drones e a pré-história da Inteligência Artificial (IA).

⁴² “*Wild Weasel*” – ‘Doninha Selvagem’. Nome dado pelos americanos para suas aeronaves especializadas em guerra eletrônica. Neste caso, na interferência e destruição de radares inimigos. A primeira era (e é) realizada por casulos que contêm dispositivos de radiofrequência com capacidade de interferência sobre os radares. A segunda, a destruição, é feita por mísseis antirradiação – *Anti Radiation Missile (ARM)* – que valiam-se dos próprios sinais dos radares inimigos para efetuar sua destruição. No Vietnã, a operação de maior destaque de destruição de radares foi conhecida como *Iron Hand (Mãos de Ferro)*.

⁴³ **Big Data e Inteligência Artificial** – Designação atual de bancos de dados cujo volume cresce exponencialmente. Dado seu volume, as formas tradicionais de processamento e arquiteturas de software (programas) revelaram-se ineficientes para processá-los. Daí surgiu a ideia de constituir uma nova arquitetura de software, em que é o próprio programa que reconhece padrões, os associa e constitui, desse modo, suas próprias instruções de processamento. Arquiteturas deste último tipo são o que ora se denomina Inteligência Artificial, dado que é o próprio software que escreve suas instruções de processamento (IAFRATE, 2018, p. 21-22, 34, 77).

4.1.1.1 BQM-34A Teledyne – Ryan *Firebee*: o drone como alvo

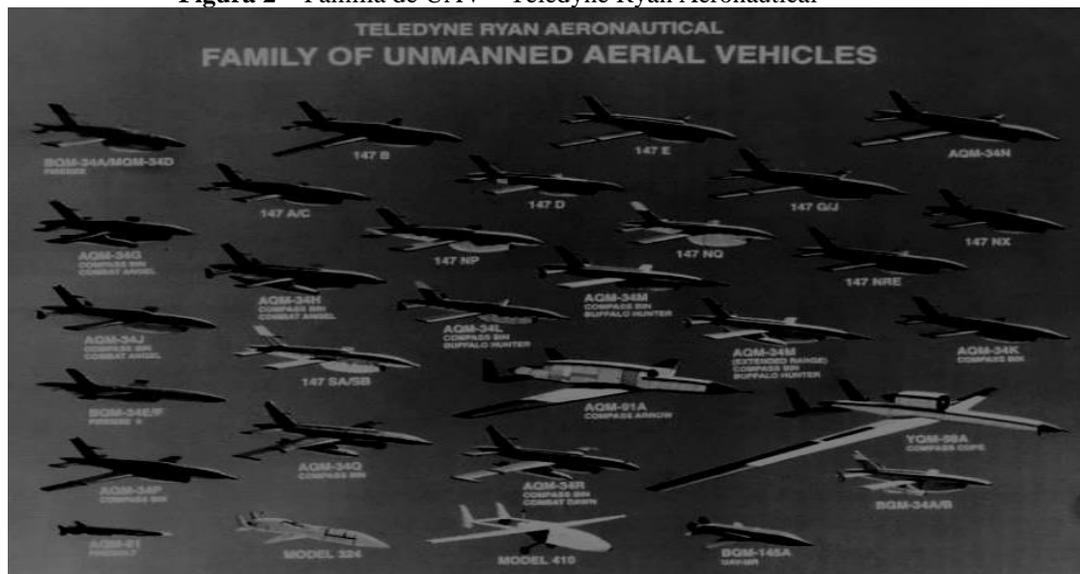
Uma das primeiras plataformas não tripuladas empregada pelas Forças Armadas dos EUA no pós-Segunda Guerra Mundial foi a Ryan *Firebee*. Oficialmente chamadas de BQM-34, tratava-se de um veículo aéreo não-tripulado, utilizado inicialmente como alvo aéreo, pela Marinha dos EUA.

Após o fim da Segunda Guerra Mundial, a Marinha dos Estados Unidos precisava de um alvo aéreo a jato para a prática de artilharia e treinamento de combate ar-ar. A Marinha Americana contactou a empresa Teledyne-Ryan Aeronautical, uma escola de pilotos que virou fabricante de aeronaves, localizada em San Diego, Califórnia, e contratou a empresa para projetar e construir uma nave adequada para simular ameaças táticas do inimigo – imitando aviões e mísseis pilotados. O Ryan *Firebee* que a Marinha Americana recebeu em 1951 provaria ser a ferramenta mais revolucionária em sua armada, mais valiosa do que mísseis de cruzeiro e propulsão elétrica integrada combinados e que eventualmente mudaria a própria natureza de como as guerras são travadas (TARANTOLA, 2013, tradução nossa⁴⁴).

A Figura 2, reproduzida abaixo, ilustra a família de drones produzida pela empresa Teledyne Ryan Aeronautical, dentre protótipos, versões, e sistemas efetivamente empregados, como a BQM-34.

⁴⁴ **No original:** “After the close of the World War II, the US Navy found itself in need of a jet-powered aerial target for gunnery practice and air-to-air combat training. The Navy contacted Teledyne-Ryan Aeronautical, a pilot school-turned-aircraft manufacturer located in San Diego, CA, and contracted the company to design and build a craft suitable for simulating tactical enemy threats — mimicking both piloted aeroplanes and missiles. The Ryan *Firebee* that the DoD received in 1951 would prove to be the most revolutionary tool in its armada, more valuable than cruise missiles and integrated electric propulsion combined, and one that would eventually change the very nature of how wars are fought” (TARANTOLA, 2013).

Figura 2 – Família de UAV – Teledyne Ryan Aeronautical



Fonte: Tarantola (2013).

O primeiro protótipo *Firebee*, entregue em 1951, era conhecido como XQ-2. Esses drones, de sete metros de comprimento, eram movidos por um motor turbo jato Continental J69-T-19B de 475 Nm⁴⁵, proporcionando uma velocidade máxima bem superior a 800 km/h. Tais protótipos poderiam ser lançados do ar, sob a asa de um Douglas A-26 *Invader* modificado, ou do solo, usando um propulsor RATO de combustível sólido.

Desse modo, satisfeita com os resultados dos voos de teste do protótipo, a Marinha ordenou que o XQ-2 entrasse em produção, rebatizando-o como Q-2A. A Marinha também encomendou uma variação um pouco menor, o Q-2B, que tinha um motor mais potente e podia operar em um teto de serviço mais alto, bem como um motorizado por um turbojato Fairchild J44-R-20B de 4.448 Nm denominado KDA-1. A linha KDA, especificamente a variante KDA-4, passou a ser a mais popular da primeira geração de *Firebees* e a única versão produzida em quantidades significativas.

No final da década de 1950, a Marinha dos Estados Unidos percebeu que o *Firebee* poderia ser usado para muito mais do que a prática de tiro ao alvo e, como tal, contratou a empresa Teledyne-Ryan para construir um UAV de segunda geração, maior e melhor. Conhecida no campus da Teledyne-Ryan como Modelo 124, essa nova aeronave foi lançada em 1963 e foi designada Q-2C pela Marinha, sendo posteriormente renomeada como BQM-34A.

⁴⁵ **Newton-metro** ou newton metro é a unidade de momento do Sistema Internacional de Unidades. Sua unidade é representada por N m. É uma unidade derivada do SI correspondendo ao torque provocado por uma força de um Newton exercida a uma distância de um metro do ponto de rotação.

Figura 3 – Ryan Firebee

Fonte: Tarantola (2013).

Logo, o BQM-34A foi o principal sistema de alvos aéreos durante a década de 1960. Ele media quase sete metros de comprimento, com uma envergadura de quatro metros e era movido por um único motor de 7.562 Nm Continental J69 – T-29A. Ainda, era capaz de atingir 1.126 km/h (ou seja, Mach 0,97), voando a uma altura de até 3 m acima da água e até 18.000 m por mais de uma hora com um único tanque. As curvas 7G, enquanto evitava o fogo simulado, não eram problema graças a um avançado sistema de controle de voo com microprocessador.

Por conseguinte, em vez de um B/A-26 Invader, o BQM-34A era lançado do cabide sob as asas de uma aeronave controladora de drones DC-130 Hercules⁴⁶, que podia transportar e comandar até quatro drones. Do solo, o Firebee empregou um impulsor de foguete de combustível sólido Aerojet General X102F. O BQM-34A, também, veio equipado com sistemas de pontuação e contramedidas, aprimoramentos de radar para ajudar a imitar as assinaturas de aeronaves maiores e flares térmicos⁴⁷ nas pontas das asas para que os buscadores de calor travassem e destruíssem a asa e não o motor. Depois que o drone foi lançado do céu, ele lançaria um paraquedas e esperaria para ser arrancado do ar por um helicóptero coletor especialmente equipado, ou flutuaria na superfície do oceano até que uma equipe de recuperação chegasse para recolhê-lo.

⁴⁶ **Hercules DC-130** – Essa versão modificada do Hercules podia lançar, rastrear e controlar drones. A aeronave continha duas estações de lançamento (uma para cada drone), a partir das quais todos os sistemas eram ativados e verificados. A partir dessas estações, os motores eram ligados, passavam por suas verificações e se estabilizavam na configuração de potência correta para o lançamento. Uma estação para dois homens, logo atrás do compartimento de voo, continha todas as funções de rastreamento e controle. Os instrumentos exibiam todos os dados transmitidos pelo drone, como rumo, velocidade, altitude, configuração de potência e atitudes de voo. Os dados de navegação e rastreamento eram enviados a um sistema que traçava a posição atual do drone e do DC-130 em um grande mapa na frente dos operadores. A trilha planejada do drone era desenhada na placa, o que permitia à tripulação detectar imediatamente qualquer desvio na trajetória de voo do drone.

⁴⁷ **Flares** – Partículas incandescentes para confundir os mísseis guiados por calor.

Como verifica-se no fragmento abaixo, as melhorias nas entradas de ar para reduzir a assinatura de radar do *Firebee* aumentaram em mais de 80 por cento suas taxas de sobrevivência, sendo muito utilizado em missões ISR durante a Guerra do Vietnã.

Já na década de 1960, o *Firebee* evoluiu novamente para uma potente plataforma de vigilância não tripulada, trocando sua tela de entrada de ar convencional por uma especialmente projetada para reduzir sua assinatura de radar e colocando cobertores de absorção de radar e calor ao longo de sua fuselagem. Essas contramedidas de detecção ajudaram a melhorar significativamente as taxas de sobrevivência do drone para mais de oitenta por cento. Essa iteração, conhecida como AQM-34, também foi lançada de DC-130s e pousou com a ajuda de um helicóptero. Ao longo da década entre 1964 e 1975, o AQM-34 voou mais de 34.000 surtidas ISR⁴⁸ sobre o sudeste da Ásia durante a Guerra do Vietnã – do Japão e China ao Vietnã e Tailândia (TARANTOLA, 2013, tradução nossa⁴⁹).

Em Abril de 1969, o abate de uma aeronave EC-121M *Warning Star*, da Marinha dos EUA, por um caça MiG-21 norte-coreano, no Mar do Japão reforçou a importância do emprego dos drones *Firebee* para uso de ISR. Onde o tripulado era abatido, utilizava-se o não tripulado, possibilitando a economia de vidas humanas e cumprindo as missões da mesma forma. O sistema empregado para essas missões foi uma variante do BQM-34, denominada AQM-34Q. Seu principal diferencial era um alto teto de voo e uma autonomia elevada: 23.000 m, em uma distância de 480 km, por até oito horas. Isso era possível graças a seu motor turbo jato Continental J100, de 12.455 Nm. Graças a essa capacidade, a AQM-34 foi capaz de realizar cerca de 268 missões de monitoramento na Coreia do Norte em um período de três anos (1970-1973) (TARANTOLA, 2013).

Mesmo após a crescente ameaça antiaérea e a necessidade de substituição das aeronaves EC-121 – devido ao seu tempo de serviço e alta demanda por manutenção – ainda haviam muitos drones *Firebees* que não haviam sido convertidos para executar missões de reconhecimento. Esse cenário se modificou a partir dos anos, quando muitos exemplares foram atualizados com novas turbinas, mais potentes, e sistemas aviônicos mais modernos. Mesmo com o cancelamento da produção dos BQM-34A em 1982, eles voltaram a ser produzidos em 1986, para emprego como drones alvos – sua função original (TARANTOLA, 2013).

⁴⁸ **ISR** – Intelligence, Surveillance, Reconnaissance (Inteligência, Vigilância e Reconhecimento).

⁴⁹ **No original:** “During the 1960s, the *Firebee* evolved again into potent unmanned surveillance platform, swapping its conventional air intake screen with one specially designed to reduce its radar signature and donning radar-absorbing blankets and pain along its fuselage. These detection countermeasures helped significantly improve the drone’s survival rates to over 80 per cent. This iteration, known as the AQM-34, also launched from DC-130s and landed with the aid of a helicopter. Over the decade between 1964 and 1975, the AQM-34 flew more than 34,000 ISR sorties over Southeast Asia during the Vietnam War — from Japan and China to Vietnam and Thailand” (TARANTOLA, 2013).

Desde então, tanto a Marinha quanto o Exército dos EUA atualizaram seus *Firebees* com melhores motores, aviônicos, GPS e recursos de contramedidas eletrônicas e antimísseis – como anti-*chaffs*. No caso do Exército, essas aeronaves não tripuladas desempenharam um papel importante como alvos de treinamento para os mísseis antiaéreos portáteis FIM-92 *Stinger*. Nesses casos, as BQM-34 do Exército foram equipadas com motores mais potentes – as turbinas J85 da General Electric –, as mesmas que equipavam a isca de contramedidas eletrônicas ADM-20 *Quail* (da qual se tratará adiante).

Em síntese, foram construídas mais de sete mil unidades da *Firebee* ao longo de 50 anos (1951-2002). A grande durabilidade desse sistema aéreo não tripulado demonstrou sua importância tática e operacional para as Forças Armadas dos EUA, bem como a versatilidade de um sistema que passou por diversas melhorias ao longo do tempo. Atualmente muito exemplares desse drone ainda estão em serviço, nas Forças Armadas de diversos países da OTAN – EUA, Canadá, Japão, entre outros.

A *Firebee* demonstrou que os drones poderiam ter um uso além de meros alvos de treinamento. Ao equipar esses sistemas com componentes eletrônicos de vigilância e reconhecimento, eles poderiam vir a executar, de modo mais seguro, as mesmas missões desempenhadas por aeronaves tripuladas. A seguir, se discutirá como a Guerra do Vietnã e o desafio imposto as aeronaves tripuladas pelo Mísseis Antiaéreos, levou ao desenvolvimento de tecnologias que seriam precursoras da digitalização na guerra.

4.1.1.2 A Guerra no Vietnã e o EF – 105F Thunderchief “Wild Weasel”: mísseis antirradiação e os casulos de guerra eletrônica⁵⁰

Nesta seção apresenta-se a evolução do uso dos componentes eletrônicos nos mísseis, sondas e aeronaves ao longo da Guerra no Vietnã. Como boa parte das inovações tecnológicas disruptivas, não se tratou de um processo linear e contínuo. Esse grande salto tecnológico se deu, em grande parte, em virtude da experiência militar real estadunidense, como decorrência da necessidade de suas aeronaves superarem os desafios impostos pelo Sistema de Defesa Antiaéreo de origem soviética, instalado no Vietnã do Norte. Posteriormente, como será discutido na próxima seção, as experiências israelenses na Batalha do Vale do Bekaa servirão de laboratório de testes das lições e avanços na tecnologia da microeletrônica adquiridas no Vietnã.

⁵⁰ **Casulos de guerra eletrônica** – Dispositivo colocado sob as asas ou a fuselagem do avião, que contém um dispositivo de radiofrequência utilizado para interferir nos radares.

Em termos descritivos, a experiência dos EUA consistiu no emprego de mísseis antirradiação e casulos de guerra eletrônica, além dos radares mais avançados a bordo das aeronaves de reconhecimento. O resultado do emprego massivo, e contínuo, desses sistemas militares ao longo da conflagração, gerou como resultado uma grande quantidade de dados acerca dos radares e mísseis antiaéreos soviéticos. Adotando-se uma terminologia atual, pode-se afirmar que tratou-se da construção de uma grande base de dados (Big Data), composta por assinaturas eletrônicas, acústicas e de radiação dos sistemas antiaéreos soviéticos. Assim, os EUA foram capazes de aprimorar a capacidade de seleção de alvos e interferência de seus armamentos, minimizando suas baixas e otimizando suas missões de ataque e bombardeio as forças do Vietnã do Norte.

Posteriormente, com o avanço na microeletrônica e o desenvolvimento de microchips com maior capacidade de processamento e armazenamento, os mísseis antirradiação passaram a ser equipados com a big data das assinaturas eletrônicas dos radares inimigos. Dessa forma, passaram a ser guiados de modo ativo, orientando-se prioritariamente por seu computador embarcado e sua própria Inteligência Artificial (CZESZEJKO, 2013, p. 286). Portanto, pode-se afirmar que, ainda que de uma forma rudimentar, os mísseis antirradiação e drones de reconhecimento e monitoramento eletrônico prefiguram a conexão entre Big Data e a IA.

Nos dias de hoje esse circuito de retroalimentação parece um consenso na literatura da área (IAFRATE, 2018, p. xvi; O'NEIL, 2017, p. 75). E mesmo na área militar e de tecnologias de Defesa, especialmente nos EUA, tanto a big data quanto a IA já são reconhecidas como tecnologias fundamentais da transição da Terceira para a Quarta Revolução Industrial (HELFRICH, 2020; STEEL, 2021; ABADICIO, 2019; MARR, 2016).

Para se compreender o processo de evolução da perícia estadunidense no campo da microeletrônica e da digitalização de seus sistemas de emprego militar, é necessário discutir-se, o emprego dos mísseis antirradiação e dos casulos de guerra eletrônica contra os Mísseis Antiaéreos soviéticos.

Da perspectiva do combate aéreo, a Guerra do Vietnã significou para uma oportunidade de tanto os EUA quanto URSS testarem em combate suas tecnologias e sistemas mais avançados. O que valia para a URSS era o emprego da massa, a quantidade ao invés da qualidade. Já para os americanos, o que valia era o oposto. Conforme a Guerra Fria se intensificava, o país investia pesado na miniaturização de itens eletrônicos, tecnologia de computação e técnicas de manufatura – tudo com alto custo, o que significava que poucos exemplares podiam ser construídos com o orçamento disponível. O resultado foram aviões e armamentos sofisticados, construídos em pequenas quantidades (NEWDICK, 2010, p. 207).

As aeronaves a jato mais antigas, como o F-8 *Crusader* – colocado em serviço em 1957 – tinham a mesma simplicidade prezada pelos soviéticos. Já os caças novos, como o F-4 *Phantom II* tinham um radar sofisticado e eram basicamente plataformas de mísseis. O *Phantom II* era equipado com o míssil ar-ar AIM-7 *Sparrow*, de médio alcance guiados por radar, além dos modelos de curto alcance AIM-9 *Sidewinder* e AIM-4D *Falcon*, ambos com capacidade de rastrear o calor do avião alvo. O Vietnã seria terreno de teste para todos eles.

Todavia, como ilustrado abaixo pelo trecho de Newdick (2010), tanto o míssil AIM-7 quanto o AIM-9 apresentavam uma série de problemas técnicos, que os tornavam pouco muito confiáveis para o arsenal americano.

O AIM-7 Sparrow tinha várias desvantagens: o motor de míssil se mostrou falível, o míssil levava mais de dois segundos para sair do avião depois que o botão era apertado, tinha alcance mínimo limitado e a trava do radar necessária para guiá-lo até o alvo frequentemente era perdida quando o alvo manobrava agressivamente ou ficava em altitude menor que a aeronave, resultando no radar Phantom ser bombardeado com ecos confusos de sinal. O Sidewinder se confundia facilmente com assinaturas de calor externas – como o sol e a terra – e frequentemente transferia a trava do radar do alvo para outro objeto. Nem o míssil funcionava da maneira que deveria (NEWDICK, 2010, p. 209).

No ano de 1965, a URSS começou a fornecer ao Vietnã do Norte radares de alerta antecipado e artilharia antiaérea (AAA) guiados por radar. Também havia indicações de que os soviéticos haviam disponibilizado o míssil superfície-ar (SAM) S-75 *Desna* (SA-2 *Guideline*, na designação da OTAN).

O S-75 operava como o AIM-7 *Sparrow*, com radar ativo no míssil para aproximação final (*‘roaming’*). Ele travava no sinal do radar até atingir seu alvo e, literalmente, “seguia o sinal” do sistema emitido pela estação de radar baseada em terra, *Fan Song*⁵¹, até que estivesse a uma distância letal do alvo. O *Desna* não era um míssil manobrável, mas tinha alcance de 27 km e podia se concentrar em alvos com 914 metros de altitude e, no máximo, 15.240 metros. A resposta dos EUA foi enviar um avião específico para contramedidas eletrônicas (ECM) para a região, na tentativa de interferir no radar *Fan Song* ou confundir o radar do míssil, produzindo uma detonação inofensiva – o míssil é programado para auto destruir-se ao perder o alvo. O EB-66B *Destroyer*, baseado no avião de reconhecimento e bombardeiro leve B-66, foi enviado pela USAF para a Tailândia e chegou ao Vietnã em 1966, ano seguinte da estreia dos S-75 naquele teatro operacional (NEWDICK, 2010, p. 210).

Os EB-66Bs também foram empregados contra os radares “Fire Can” das Artilharias Antiaéreas (AAA), direcionados por radar no Vietnã do Norte, geralmente com sucesso. Já o

⁵¹ *Fan Song* – Designação da OTAN para a família de radares soviéticos RSN-75. Os *Fan Song* eram responsáveis pela detecção e guiagem dos mísseis antiaéreos S-75 *Desna*.

EB-66C podia interferir no sinal desses radares e também reunir inteligência eletrônica (ELINT) das frequências e características dos radares construídos pelos soviéticos, permitindo que os EUA refinassem as técnicas de interferência e as táticas empregadas contra eles.

Do ponto de vista tático, as aeronaves americanas eram obrigadas a voar abaixo dos 914 m, a altitude mínima de alcance dos mísseis S-75. Todavia, isso significava que eles eram forçados a voar dentro do limite de eficiência das baterias de AAA. No final de julho de 1965, o S-75 registrou sua primeira vitória – um F-4C da USAF – e em três semanas já havia abatido outras treze aeronaves.

Entretanto, o ingresso na baixa altitude apresentava diversos desafios de navegação, além de limitar a autonomia das aeronaves, uma vez que aumentava consideravelmente o consumo de combustível. Esse era o caso do F-105 *Thunderchief*, o caça-bombardeiro mais rápido e numeroso da USAF. O “Thud” foi o primeiro caça a ter sistemas de guiagem e de alerta por radar (RHAW). O RHAW dizia ao piloto quando o radar do S-75, o *Fan Song*, estava mirando nele e dava tempo de escapar do padrão de rastreamento do radar⁵².

Figura 4 – Republic F-105 *Thunderchief*



Fonte: USAF Museum, 2006.

As aeronaves de interferência eletrônica, como os EA-3 e o EB-66 eram vulneráveis aos SAMs. Assim, os EUA reconheceram a necessidade de caças táticos que pudessem acompanhar um grupo de ataque e evitar o *Fan Song* e as áreas dos S-75. A Marinha dos EUA optou por usar seus A4 *Skyhawks*, enquanto a USAF selecionou o F-100F *Super Sabre* de dois lugares. A partir do início de 1966, foram empregados os F-105 *Thunderchiefs*, pois esses poderiam transportar um Oficial de Guerra Eletrônica (EWI) no banco de trás (NEWDICK, 2010, p. 212).

⁵² Levava cerca de 75 segundos para o radar *Fan Song* localizar, travar um alvo e disparar o míssil S-75, o que dava tempo de avisar os pilotos do F-105. Quando o sinal de guia do míssil era identificado, um sinal de “alerta vermelho” na cabine do piloto do F-105 era acionado.

Ao longo do envolvimento estadunidense na guerra, o EF-105F *Thunderchief* “Wild Weasel” III se tornou o principal vetor responsável pela Supressão das Defesas Antiaéreas (SEAD) e de radares inimigos, em grande parte devido à sua capacidade de operar em quaisquer condições atmosféricas. Seu principal recurso para ‘caçar’ os SAMs era o míssil antirradiação AGM-45 *Shrike*. Basicamente, tratava-se de um míssil ar-superfície, com alcance de 40 km, e uma ogiva de 66 kg de alto-explosivo, cujo principal alvo era os postos dos radares *Fan Song* e *Fire Can*⁵³ (OZU, 2014).

Entretanto, devido ao seu radar passivo, o AGM-45 podia ser enganado sem maiores dificuldades pelo sistema antiaéreo norte-vietnamita. Isso era feito por meio da utilização de iscas falsas, que imitavam a emissão do radar, enquanto o radar principal era desligado. Pela falta de uma inteligência artificial, mesmo que rudimentar, que fosse capaz de distinguir a isca do radar, o míssil era atraído para as iscas e gerava uma detonação inofensiva.

Dessa forma, os pilotos estadunidenses precisavam ter grande habilidade, executando manobras arriscadas e contando com condições bastante específicas de voo para conseguir evadir os SAMs soviéticos.

Em pouco tempo os americanos descobriram que era possível driblar o SA-2 [S-75] caso seu lançamento fosse visualizado. De acordo com o Cel. Robin Olds, Comandante da 8th Tactical Fighter Wing, em Ubon, na Tailândia, o truque era: “ver o lançamento, ver a fumaça. O SAM sobe reto e aí nivela. Em seguida o *booster* é alijado, e aí é que entra o *timing*. Se você curvar rápido demais ele vai virar e te pegar. Se você esperar demais ele explode do teu lado. O que tem que ser feito é jogar o nariz para baixo e assim que ele te seguir, reverter para cima com tudo. Aí ele não consegue te acompanhar”. Como o SA-2B de geração mais antiga não era eficiente abaixo dos 3 mil pés, esta manobra geralmente safava o piloto (LORCH, 2005, p. 49).

A partir de 1968 um novo míssil entrou em ação para auxiliar na resolução de parte dos problemas citados pelo Coronel Olds no trecho acima. Tratava-se do AGM-78 *Standard ARM*⁵⁴. Baseado no SAM naval, RIM-66, possuía um maior alcance (55 km) e uma ogiva de maior rendimento (98 kg de alto-explosivo) do que o *Shrike* (OZU, 2014). Uma de suas versões era equipada com sinalizadores fosforosos, que auxiliavam o “*Wild Weasel*” a localizar o agora desativado local do SA-2, para que fossem realizados ataques com bombas de fragmentação.

A principal inovação do AGM-78 *Standard* foi a incorporação de um circuito de memória integrado, que o permitia memorizar a localização de seu alvo, mesmo com o

⁵³ *Fire Can* – Designação da OTAN para as estações de radar soviéticas SON-9, responsáveis pelo direcionamento de disparos dos canhões antiaéreos soviéticos de 57 mm (S-60) e 100 mm (KS-19).

⁵⁴ *AGM-78 Standard ARM* – Míssil antirradiação desenvolvido pela General Dynamics dos Estados Unidos. Foi construído na fuselagem do míssil superfície-ar embarcado em navios, RIM-66 *Standard*, resultando em uma arma muito grande com alcance considerável, permitindo-lhe atacar alvos a até 80 km de distância.

emissor desligado. Assim, ele diminuiu sua vulnerabilidade às iscas, corrigindo os defeitos do *Shrike*, e tornando-se a principal arma antirradar das Forças Armadas Norte-Americanas.

Cumpra antecipar que, mais tarde, quando os soviéticos passaram a valer-se de sistemas móveis de radar – continuaram usando iscas com emissões falsas de radar para despistar os RM-66 – fez-se necessário um refinamento na identificação da assinatura eletrônica. De sorte que os israelenses desenvolveram o AGM-78 Egrof Segol – essencialmente uma versão aperfeiçoada do AGM-78 Standard – que tinha um predicado novo. Continha todos os dados conhecidos de assinatura eletrônica de radar, de modo que pudesse distinguir e atacar mesmo radares móveis (LORCH, 2002, p. 85).

Figura 5 – AGM - 78 Standard ARM



Fonte: USAF Museum, 2009.

No Vietnã, além dos mísseis antirradiação, os estadunidenses também desenvolveram outros sistemas para se opor ao desafio dos SAMs soviéticos. Dentre eles destacaram-se os casulos de interferência eletrônica. No verão de 1965, a USAF fechou contratos para desenvolver esses casulos, com Capacidade de Reação Rápida (*Quick Reaction Capability* – *QRC*). O sistema usava o equipamento de interferência ECM dos bombardeiros estratégicos e os montava dentro de tanques que podiam ser carregados por aeronaves de emprego tático. O primeiro desses casulos foi o QRC-160, usado pela primeira vez para equipar os modelos de reconhecimento tático RF-101 *Voodoo* e RF-4C *Phantom II*.

Esses caças levavam câmeras internas e eram enviados todos os dias para fotografar vários alvos por todo o Vietnã. Eles frequentemente voavam sozinhos e, como a informação fornecida por eles era extremamente importante, repetidas vezes tinham que sobrevoar os locais dos SA-2 sem qualquer meio de autodefesa. Por esse motivo, eram os candidatos ideais para serem equipados com o QRC-160 (NEWDICK, 2010, p. 211-212).

A Marinha dos EUA também procurou desenvolver uma alternativa semelhante para suas aeronaves. Ainda no final de 1965 suas aeronaves de ataque A-4 *Skyhawk* e A-6 *Intruder*

já estavam guarnecidas com os equipamentos de interferência ALQ-51, montados internamente na estrutura das aeronaves.

O princípio de funcionamento do equipamento da Força Aérea e da Marinha eram diferentes. O QRC-160 era um casulo de interferência “barulhento”. Seu princípio de funcionamento consistia em emitir um sinal muito alto, que escondia o eco do radar que o *Fan Song* precisava para localizar o alvo.

Por sua vez, o ALQ-51 era um equipamento de deception, que enviava ecos falsos de radar para confundir o *Fan Song* sobre se o alvo na mira era real. A USAF testou o ALQ-51 e ridicularizou o casulo da Marinha quando descobriu que um sistema *Fan Song* ou *Fire Can* confuso, iria simplesmente atirar tantos S-75s ou AAA quanto possível, em todos os alvos.

A USAF considerou a “solução” da Marinha um autoboicote. Mas, talvez, a crítica da USAF não tenha sido inteiramente justa. Em retrospecto, hoje sabe-se que estes casulos, conquanto não tenham oferecido a invulnerabilidade para as aeronaves estadunidenses, foram eficientes em aumentar o atrito e desarmar o Vietnã do Norte. Em 1965, para cada avião abatido os vietnamitas precisavam valer-se de dezesseis (16) SAMs; em 1968 este número ascendeu a mais de cem (NEWDICK, 2010, p. 219). Trata-se, portanto, de um testemunho eloquente da eficácia dos casulos, mesmo em seus estágios iniciais. Mas, na época, apesar da introdução do ALQ-51 e do QRC-160, nenhum foi tido como muito eficiente. E, ao fim, os pilotos ainda acreditavam que caças modernos não conseguiriam sobreviver em um ambiente saturado de SAMs.

Em 2 de janeiro de 1967, com as perdas de aeronaves no sudeste da Ásia em ascensão, a Força Aérea dos Estados Unidos recorreu a uma elaborada operação de combate. A missão, chamada *Operação Bolo*, constituiu-se num “Cavalo de Tróia” eletrônico. Tratava-se de camuflar as aeronaves F-4 *Phantom II*, da 8ª Ala Tática de Caças da USAF, dentro de uma ala que irradiava imagens, que simulavam F-105 *Thunderchief* carregados de bombas. Apesar do clima adverso e algumas surpresas, o *MiG Sweep* cumpriu aquilo para o qual havia sido planejado: enganar os caças MiG-21 do Vietnã do Norte, cada vez mais manobráveis, para engajar os F-4s, desenvolvidos especificamente para combate aéreo (BOYNE, 1998, p. 49).

Em síntese, a operação exigia que os F-4 simulassem F-105s, e o Coronel Robin Olds – idealizador do plano – forneceu aos seus planejadores diretrizes específicas para trabalhar. O conceito central previa que enquanto nenhum aeródromo norte-vietnamita pudesse ser atacado, os MiGs seriam impedidos de pousar. Para isso, os F-4 *Phantom II* orbitariam acima dos aeródromos, cortando as rotas de fuga dos MiGs para a China. A ideia era envolver as aeronaves soviéticas em combate e destruí-las, ou simplesmente executá-las. A execução do plano foi marcada para 2 de janeiro de 1967. O efetivo estadunidense conteria 96 caças: 56 F-

4C *Phantom II*, 24 F-105 *Thunderchief* e 16 F-104 *Starfighter*. Além disso, também seriam empregadas aeronaves de reabastecimento KC-135 *Stratotanker*, aeronaves de contramedidas eletrônicas EB-66s, aeronaves de vigilância EC-121 *Big Eye* e forças de resgate (BOYNE, 1998, p. 49).

A batalha provou o Coronel Olds para seus homens. Ele se certificou de que a todos os que participaram da “Operação Bolo”, seja no ar ou no terreno, fossem concedidos créditos totais por suas contribuições. O efeito geral da “Operação Bolo” sobre a moral da Força Aérea foi positivo, no Sudeste Asiático e nos EUA e a utilização das cápsulas QRC-160 ECM tinham, aparentemente, funcionado muito bem.

Em 1968, a USAF recebeu um aperfeiçoamento do QRC-160ECM. Os F-105s voavam em altitude média e, embora fosse preciso habilidade e disciplina na execução, o resultado era, estatisticamente, recompensador. Em 1965 eram precisos apenas 16 mísseis S-75 para abater um caça estadunidense. Três anos depois, em 1968, esse número já havia subido para mais de cem mísseis antiaéreos soviéticos.

A coleta de informações acerca da Defesa antiaérea norte-vietnamita se acentuou. Além dos mísseis antirradiação e dos casulos de interferência eletrônica, o *big data* estadunidense acerca dos sistemas soviéticos era construído por meio de dados coletados por aeronaves de controle e alerta aéreo antecipado (*Early Warning and Control*). A principal delas era o Lockheed EC-121 *Warning Star*.

Essas aeronaves estavam sediadas na base aérea de Ubon, utilizada pelos americanos na Tailândia. A partir de 1967, a Força Tarefa foi nomeada de *College Eye*, e empregava as tecnologias mais avançadas da guerra para ajudar a manter a percepção da situação do espaço de combate tão preciso quanto possível. As aeronaves EC-121 eram equipadas com o transponder IFF⁵⁵ QRC-248, que podia interceptar as respostas emitidas pelos transmissores SRO-2 nos MiGs. A rede GCI da NVAF enviava um sinal que “questionava” o SRO-2, que emitia uma resposta identificando o sinal como amigável. Ao fazê-lo, o SRO-2 permitia que a rede GCI da NVAF rastreasse os MIGs e os conduzisse para os interceptadores (NEWDICK, 2010, p. 219).

Ao todo 30 aeronaves foram modificadas para atender as especificações da Linha EC-121R *Batcat*. Todos os C-121 modificados eram antigas aeronaves da Marinha, revitalizadas após serem retiradas de depósito. As aeronaves eram anteriormente empregadas em missões de alerta antecipado: dois EC-121P/WV-3 e vinte e oito EC-121K/WV-2 (WIKIPEDIA, 2021).

⁵⁵ **IFF** – *Identification Friend or Foe* (Identificação de Amigo ou Inimigo).

Por isso, grande parte da revitalização constituiu-se em retirar a cúpula que ficava no topo da fuselagem, e incorporando um radome na parte inferior da aeronave. Todos os EC-121R foram pintados com padrões de camuflagem, o que facilitava sua diferenciação de outros C-121 (SIKORA; WESTIN, 2003, p. 94-95).

Logo, dois modelos de contramedidas eletrônicas foram implementados. Vinte das aeronaves dispunham apenas de medidas passivas, ou *Radar Homing and Warning* (RHAW). As outras dez dispunham tanto do RHAW quanto de medidas de *jamming* para defesa, sendo empregadas em órbitas consideradas mais perigosas (SIKORA; WESTIN, 2003, p. 94-95).

Figura 6 – EC-121R *Batcat*



Fonte: EC-121R Batcat. Family Westin Homepage (2021).

Os EC-121R *Batcats* se revezavam em órbitas sobre as áreas dos sensores da Linha MacNamara⁵⁶. Nomeadas por cores, as órbitas deviam funcionar 24 horas por dia. Cada EC-121R tinha turnos de oito horas, monitorando e transmitindo os sinais dos sensores, mais as horas de preparação e os trajetos de chegada e retorno da área de operação. A altura média para relé dos sinais era de 4,6 km a 5,4 km. A altitude se dava por dois fatores:

- a) a necessidade de voar alto o suficiente para transmitir os dados de volta para o CMI em Nakhom Phanom⁵⁷;

⁵⁶ **Linha MacNamara** – Sistema de interdição da Trilha de Ho Chi Minh – conjunto de trilhas e caminhos usados como ligação entre o Vietnã do Norte e do Sul, que adentrava o Laos e o Camboja. A Linha MacNamara pode ser compreendida como um “conjunto de dois sistemas anti-infiltração, uma barreira física e uma ‘barreira eletrônica’ sustentada do ar (SPIDO, 2019, p. 12).

⁵⁷ **Base de Nakhom Phanom** – Base estadunidense situada na Tailândia e que era responsável por processar os dados coletados nas missões aéreas na Guerra do Vietnã.

- b) o desejo de evitar a artilharia antiaérea norte-vietnamita (SIKORA; WESTIN, 2003, p. 94-95; JEPPESON, 2021).

Conseguir identificar um sinal foi um grande progresso e uma grande vantagem para os EUA. Assim, os pilotos dos caças das três forças estavam atentos às transmissões de rádio do *College Eye* porque, mesmo que não soubessem por quê ou como, elas eram quase sempre muito certas.

O QRC-248 também conseguia interrogar ativamente os transmissores dos MiGs, embora a extrema sensibilidade envolvida na tecnologia tenha feito com que apenas no verão de 1967 os membros do *College Eye* recebessem permissão para usar o aparelho nesse modo de operação.

Por volta da mesma época, o EC-121K *River Top* também apareceu no teatro operacional. Ele era um sistema muito mais secreto que o *College Eye*. Além do QRC-248, o *River Top* levava consigo equipamentos eletrônicos, construídos sob encomenda, que permitiam o questionamento de vários outros transmissores IFF soviéticos. Mas, ainda mais importante, a aeronave levava a bordo um time de linguistas que trabalhava para a Agência de Segurança Nacional (NSA) e ao mesmo tempo monitoravam o progresso dos MiGs por meio de seus transmissores.

Contudo, paradoxalmente, a utilidade do *River Top* era limitada. A NSA não queria que ninguém – inclusive os pilotos de caças norte-americanos, que dependiam do GCI para se manterem vivos – soubesse a respeito da tecnologia.

Ainda assim, o uso de equipamentos de Contra Medidas Eletrônicas (ECM – *Electronic Countermeasures*) nas aeronaves F-105 aumentou drasticamente a taxa de sobrevivência da USAF. Devido a longa distância em que se encontravam as bases aéreas estadunidenses (no Vietnã do Sul ou na Tailândia) e à baixa autonomia das aeronaves de ataque, a maior parte das missões de ataque exigiam reabastecimento aéreo (REVO). Nesses momentos, as aeronaves estadunidenses eram bastante vulneráveis a uma defesa organizada, como a organizada pelos norte-vietnamitas, com armamentos soviéticos. Dessa forma, o uso de equipamentos eletrônicos de alerta e de identificação dos alvos ajudou muito a reduzir as baixas dos EUA, contribuindo com a missão dos EF-105 *Thunderchief* na tarefa de supressão das defesas antiaéreas do Vietnã do Norte.

Portanto, os frutos da Guerra do Vietnã se manifestaram especialmente no desenvolvimento tecnológico dos mísseis e aeronaves. Dotados de novos microchips, com maior capacidade de processamento, foram capazes de criar uma excelente base de dados acerca dos sistemas militares soviéticos, especialmente de suas assinaturas eletrônicas e de radar. Posteriormente, isso foi sendo incorporado a memória dos mísseis, contribuindo para

que obtivessem sucesso em destruir seus alvos, mesmo frente às contramedidas eletrônicas da época.

Mais tarde, no Oriente Médio, este processo daria origem, como vimos, à uma versão rudimentar de IA – pelo menos, de sua arquitetura – no míssil AGM-78 Egrot Segol. Em um curto período de tempo entre o Vietnã e o Líbano, em 1982, os israelenses serão capazes de integrar diversos desses avanços, replicando parte das experiências estadunidenses em uma vitória esmagadora contra os SAMs e as aeronaves sírias.

Esse será o assunto de seções adiante. Antes, porém, cabe discutir de forma breve o papel do drone enquanto míssil isca – e a importância da propulsão – e seu emprego estratégico enquanto sonda de reconhecimento.

4.1.2 Propulsão, Drones e Aeronaves: o caso do míssil isca ADM-20 Quail

Nesta seção apresenta-se o míssil isca ADM-20 *Quail*. Ele é considerado a primeira isca (*decoy*) a entrar em operação nas Forças Armadas dos EUA, em uma decorrência quase natural do uso anterior dos drones, enquanto alvos de treinamento. Originalmente desenvolvida para uso nos bombardeiros estratégicos B-52, posteriormente os mísseis iscas iriam ser aprimorados, reduzindo seu tamanho. Assim, passaram a ser empregados também por aeronaves de caça e interdição, como parte fundamental de campanhas de supressão de defesa antiaérea (SEAD).

O ADM-20 *Quail* era um míssil isca lançado por aeronaves bombardeiras da Força Aérea Americana (USAF). Ele era projetado para aparecer nas telas do radar do inimigo como bombardeiros adicionais e, assim, confundir e degradar o sistema de defesa aérea adversário. Mais tarde o mesmo propulsor da Quail, a turbina General Electric J-85, como referido, foi utilizada em aeronaves de caça (Northrop F-5), treinamento (Northrop T-38 Talon) e ataque (Cessna A-37 Dragonfly), em modelos bastante populares e empregados em diversas Forças Aéreas do mundo.

Em 1955, a USAF iniciou um grande esforço de desenvolvimento de mísseis isca, cujo objetivo era fornecer imagens de radar quase idênticas as dos verdadeiros bombardeiros estratégicos e, portanto, confundir e saturar as defesas aéreas inimigas. Os projetos incluíram o GAM-71 *Buck Duck* (um veículo lançado pelo ar, movido a foguete, a ser transportado pelo B-36 *Peacemaker*), o SM-73 *Bull Goose* (um chamariz de longo alcance a jato) e a isca (alvo rebocado) verde GAM-72. Este último viria a se tornar o ADM-20 *Quail*, uma isca lançada do ar movida a turbojato, e transportada na baía interna do bombardeiro B-52 *Stratofortress*.

Em fevereiro de 1956, a empresa McDonnell foi selecionada como construtora principal para o GAM-72 (ADM-20). Os testes nos campos de desenvolvimento com B-52s começaram em julho de 1957, e o primeiro voo livre de um protótipo XGAM-72 ocorreu em novembro de 1957. O primeiro voo motorizado bem-sucedido ocorreu em agosto de 1958 e foi seguido pelo contrato de produção inicial para o GAM-72 *Quail* em dezembro de 1958. Em setembro de 1960, a USAF recebeu sua primeira produção e, em fevereiro de 1961, o primeiro esquadrão B-52 de “iscas” estava operacional.

O GAM-72 era movido por um motor turbojato General Electric J85-GE-3. Sua fuselagem com placas laterais e suas aletas dorsal e ventrais gêmeas produziam uma grande seção transversal de radar, semelhante à de um bombardeiro B-52. As asas e nadadeiras podiam ser dobradas, reduzindo as dimensões gerais para 3,94 m x 0,74 m x 0,66 m. Isso permitia o transporte de até oito iscas nos compartimentos de armas do B-52, embora a quantidade operacionalmente usada fosse de quatro iscas por aeronave (PARSCH, 2002).

Figura 7 – GAM-72 (ADM-20A)



Fonte: Parsch (2002).

As GAM-72 estavam localizadas na extremidade traseira do B-52 e podiam ser alocados para fora da baía, antes do lançamento para o desdobramento da asa e a partida do motor. Ela poderia ser pré-programada no solo para realizar duas voltas e uma mudança de velocidade durante seu voo para um alcance de até 825 km. Além disso, carregava um pacote de ECM incluindo um repetidor de radar; versões posteriores também tinham dispensadores de *chaffs* e uma fonte de calor (para simular a assinatura IR do B-52) (PARSCH, 2002).

Os motores J85-GE-3 do GAM-72 original sofreram sérios problemas de confiabilidade e, portanto, o motor foi modificado para a versão J85 – GE – 7. As novas iscas, agora equipadas com novo motor, foram designadas GAM-72A. O GAM – 72A também era cerca de 90 kg mais pesado que o GAM-72 e tinha uma área de asa ligeiramente menor, reduzindo o alcance máximo para cerca de 650 km (PARSCH, 2002).

O primeiro GAM-72A voou em março de 1960, e quase todas as 550 unidades produzidas (exceto os primeiros 24 mísseis) foram construídas como GAM-72As. Durante 1963, todos os GAM-72As disponíveis foram modificados para operações de baixo nível, pela adição de um interruptor barométrico, para evitar o terreno. Nesta configuração, foram redesenhadas como GAM-72B.

O ADM-20 foi uma isca relativamente eficaz contra os radares de tecnologia dos anos 1960. No entanto, em um teste da USAAF em 1972, os operadores de radar da Força Aérea foram capazes de identificar corretamente os chamarizes em 21 dos 23 casos. Como o Quail aparentemente não era mais um engodo útil, a Força Aérea Americana iniciou sua eliminação e, em 1978, o último ADM-20C havia deixado o inventário da USAAF. Um total de cerca de 600 iscas de todas as variantes foram construídas.

Contudo, a retirada de serviço da Quail não foi o fim de sua linhagem. Sua turbina General Electric J85-21B, por exemplo, foi mais tarde empregada em diversas aeronaves. Por se tratar de uma turbina de fácil produção e com baixo custo de manutenção, elas foram empregadas no caça-treinador Northrop T-38/ F-5E *Tiger II*, na aeronave de ataque leve Cessna A-37 *Dragonfly* e em diversos outros sistemas. Dessa forma, o sistema propulsor da ADM-20 Quail demonstra a importância de projetos modulares e da possibilidade de interoperabilidade de turbinas, especialmente para Forças Aéreas sem muitos recursos. Essa é uma lição particularmente relevante para o Brasil, já que ainda hoje a FAB opera ao menos 49 unidades do caça F-5, já com aviônica e sistemas eletrônicos modernizados.

Por fim, o emprego dos drones como iscas permaneceu como uma das principais contribuições desses sistemas para as Forças Aéreas. Particularmente, importa destacar o uso do drone como isca pela Força Aérea Israelense, como lição da Guerra do Yom Kippur de 1973. Mesmo nos EUA, os esforços para produzir iscas menos elaboradas – e portanto, mais acessíveis para emprego operacional – perduraram ao longo dos anos 1970. A principal empresa encarregada dessa empreitada foi a Brunswick Corporation, que no início dos anos 1980 licenciou um de seus projetos para a israelense IMI (Israel Military Industries) (PARSCH, 2002). O drone isca *Samson* foi utilizado com sucesso na Batalha do Vale do Bekaa em 1982.

Em 1985, a Marinha estadunidense assinou um contrato com a Brunswick para produzir o que veio a ser o ADM-41 TALD (*Tactical Air Launched Decoy*). De acordo com Parsch (2002), até 1993 mais de 4 mil unidades do TALD haviam sido produzidas para a US Navy, sendo equipadas principalmente nos F/A-18 *Hornet*. Na primeira fase da Operação Tempestade no Deserto, contra o Iraque em 1991, os EUA lançaram diversos TALDs a fim de desabilitar as defesas antiaéreas iraquianas.

A seguir discute-se o emprego do drone enquanto sistema de reconhecimento estratégico, a partir do caso da sonda D-21 SCAD. Sua linhagem vem da ADM-20 Quail, e chega até os modernos mísseis AGM-86 ALCM.

4.1.3 D-21 SCAD: drones e o nível estratégico

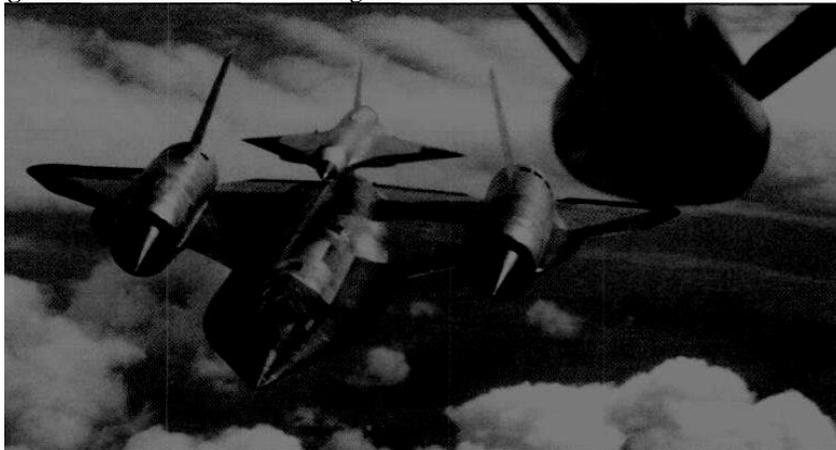
Nesta seção se discute as origens do drone enquanto sistema para reconhecimento estratégico. Para tanto, remete-se ao desenvolvimento da sonda supersônica D-21 SCAD. Ela foi desenvolvida e produzida sob forte sigilo durante a Guerra Fria, em um contexto de intensa competição estratégica, em que sistemas de vigilância e reconhecimento possuíam grande valor para EUA e URSS. A D-21 entrou em serviço em 1969 e, oficialmente, foi retirada de uso em 1971.

A aeronave não tripulada possuía velocidade supersônica, atingindo marcas acima de Mach 3 (3.600 km/h). Sua plataforma de lançamento principal era o Lockheed SR – 71Blackbird⁵⁸ (M-21). Dos vários programas de aeronaves Mach 3, o menos conhecido a atingir o estágio de hardware operacional foi, sem dúvida, o drone de reconhecimento estratégico não tripulado D-21.

Desenvolvido e operado pela Agência Central de Inteligência e pela Força Aérea dos EUA sob um véu de extremo sigilo, não penetrado até muito tempo depois de o programa ter deixado de existir como um recurso de reconhecimento nacional viável, ele foi revelado apenas por acidente, quando dezessete D-21s foram descobertos por curiosos da aviação no Centro de Armazenamento e Disposição de Aeronaves Militares Davis-Monthan, durante o início de 1977. Dessa chance de revelação resultou na primeira divulgação pública sobre o D-21 e no início de uma longa curiosidade sobre sua história e serviço operacional (MILLER, 1995, p. 136).

⁵⁸ **Lockheed SR-71** – Aeronave de reconhecimento estratégico operada pela Força Aérea dos Estados Unidos (USAAF). Foi construída pela empresa Lockheed Corporation em sua divisão de Desenvolvimento de Projetos Avançados (*Skunk Works*). O SR-71 foi a mais recente variação de um conjunto de aviões que ficaram conhecidos como Blackbirds (A-12, YF-12, M-21 e SR-71). Diferentemente de seus antecessores, o SR-71 é maior, carregava mais combustível e possuía dois *cockpits*, o frontal para o piloto e o traseiro para o oficial de sistemas de reconhecimento.

Figura 8 – SR-71 *Blackbird* carregando uma sonda D-21 durante reabastecimento



Fonte: Miller (1995, p. 137).

O D-21 foi, na verdade, uma extensão do programa A-12 (avião Lockheed SR-71 Blackbird) trazido à vida em resposta à decisão do governo dos EUA de interromper os sobrevoos, após a perda de Gary Powers e seu U-2 em maio de 1960.

O projeto trazia uma série de inovações em termos de materiais e usinagem. Embora o titânio fosse um material forte, relativamente leve e capaz de reter suas características excepcionais de resistência em temperaturas muito altas, ele também sofria de escassez, alto custo e uma reputação de ser extremamente difícil de trabalhar. Foi o titânio a matéria prima essencial que a Lockheed usou para desenvolver os projetos do A-12 e do D-21 (MILLER, 1995, p. 113).

Das muitas aeronaves cujas origens podem ser rastreadas até os renomados Skunk Works da Lockheed, nenhuma é mais significativa do que o A-12. Mais do que qualquer outra aeronave, esta obra-prima de titânio representou o ápice da engenharia aeronáutica em sua época não apenas na Lockheed, mas em todos os escritórios de engenharia aeroespaciais importantes em todo o mundo. Hoje, mais de três décadas após seu primeiro voo, continua a ser a aeronave pela qual todas as outras são julgadas (MILLER, 1995, p. 113, tradução nossa⁵⁹).

O A-12 representou o ápice da engenharia aeronáutica de seu tempo e continua até hoje, passadas três décadas, como referência no padrão de aeronave pelo qual todas as outras são julgadas.

A existência do programa serviu para permitir a exploração ordenada desta tecnologia avançada nos aviões militares e comerciais. Essa aeronave experimental avançada, capaz de

⁵⁹ **No original:** “Of the many aircraft whose origins can be traced back to Lockheed's renowned Skunk Works, none is more significant than the A-12. More than any other aircraft, this titanium masterpiece represented the apex of aeronautical engineering in its day...not only at Lockheed, but at every significant aerospace engineering bureau around the world. Today, over three decades after its first flight, it remains the aircraft by which all others are judged” (MILLER, 1995, p. 113).

alta velocidade e altitude e desempenho de longo alcance a milhares de milhas, constitui a conquista tecnológica que facilitaria o cumprimento de uma série de importantes requisitos militares e comerciais.

As aeronaves A-11 agora na Edwards AFB estão passando por extensos testes para determinar suas capacidades como interceptores de longo alcance. O desenvolvimento de aeronaves supersônicas de transporte comercial também será muito auxiliado pelas lições aprendidas com este programa A-11, por exemplo, uma das conquistas tecnológicas mais importantes neste projeto foi o domínio da metalurgia e fabricação de metal titânio, que é necessário para as altas temperaturas experimentadas por aeronaves que viajam em mais de três vezes a velocidade do som (MILLER, 1995, p. 124-125, tradução nossa⁶⁰).

Dessa forma, as novas tecnologias desenvolvidas no projeto do A-11 proporcionaram o domínio da metalurgia e da fabricação de metal titânio, condição *sine qua non* para as altas temperaturas experimentadas por aeronaves que viajam a mais de três vezes a velocidade do som.

O uso das sondas⁶¹, como então eram chamados estes robôs, permitem a explicação de muitas reivindicações de abate por pilotos russos. Em virtude das oscilações de altitude e a dificuldade de enquadrá-las no radar ativo de aeronaves e mísseis, elas podem ser abatidas por infravermelho, sem terem sido vistas ou copiadas no radar. Nesse caso, vendo apenas a explosão, o piloto reclamará o crédito que julgar ser seu.

Dessa forma, as sondas seriam uma explicação razoável para explicar os fragmentos encontrados na região da Sakalina. O fragmento N-3 provavelmente é de uma SCAD que não tem número de matrícula no inventário, por serem consideradas altamente secretas. Quanto ao fragmento de titânio, atribuído ao SR-71, como referido, mais provavelmente foi oriundo de uma D-21 (BRUN, 1995, p. 64-65, 244-245).

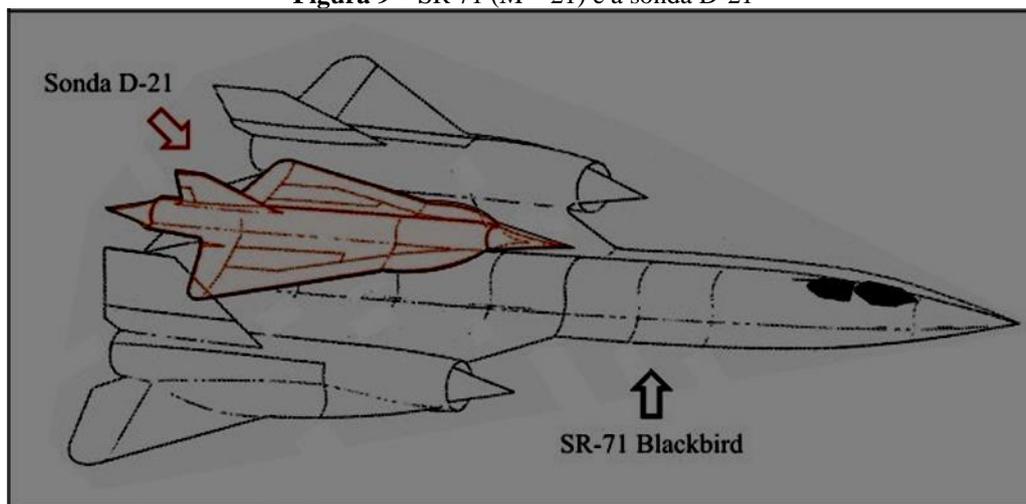
O uso das sondas, o que mais tarde deram origem aos UAV's, mísseis hipersônicos e aos drones, permitiu a reivindicação de muitos abates, como no caso acima, feito pelos soviéticos e que trata da Batalha de Sakalina.

De qualquer forma, o mais provável é que os fragmentos e destroços referidos acima fossem mesmo sondas de reconhecimento e interferência eletrônica. As subsônicas provavelmente eram SCAD. As supersônicas, semelhantes, sendo batizadas de D-21B (MARTINS, 2008, p. 64).

⁶⁰ **No original:** “The A-11 aircraft now at Edwards AFB are undergoing extensive tests to determine their capabilities as long-range interceptors. The development of supersonic commercial transport aircraft will also be greatly assisted by the lessons learned from this A-11 program, for example, one of the most important technological achievements in this project has been the mastery of the metallurgy and fabrication of titanium metal which is required for the high temperatures experienced by aircraft traveling at more than three times the speed of sound” (MILLER, 1995, p. 124-125).

⁶¹ Estes engenhos, como referido, são precursores dos atuais drones, UAV's e dos mísseis hipersônicos.

Figura 9 – SR 71 (M – 21) e a sonda D-21



Autor: AVILA, Fabrício S.
 Fonte: Internet (Museu do Voo).

Dessa forma, conclui-se parcialmente que o objetivo principal do programa – que era criar uma aeronave de reconhecimento de velocidade, alcance e altitude sem precedentes – foi cumprido. Além disso, outros aspectos importantes do esforço residiram em seus subprodutos: os avanços notáveis na aerodinâmica, desempenho do motor, câmeras, contramedidas eletrônicas, sistemas de suporte de vida do piloto e a misteriosa arte da fresagem, usinagem, e moldagem do titânio.

4.2 OS DRONES E A REDE NA BATALHA DO VALE DO BEKAA (1982)

Nesta seção apresentam-se as inovações realizadas pelos israelenses na Batalha do Vale do Bekaa, travada em 1982, e que incluíram radares aerotransportados, aviões de reconhecimento e o emprego de drones baseados em terra. Com total conhecimento da situação das forças sírias e do campo de batalha, os israelenses conseguiram realizar um minucioso planejamento, de modo a conseguirem pleno êxito contra a defesa antiaérea e a Força Aérea síria operando no Líbano.

Todavia, antes disso, faz-se necessário discutir a origem do emprego dos drones em Israel e o papel pioneiro do Estado hebreu no desenvolvimento desses sistemas. A Força Aérea de Israel (IAF) empregou veículos aéreos não tripulados desde o início dos anos 1970, especialmente para funções de reconhecimento, no intuito de obter informações acerca da recente defesa antiaérea do Egito, constituída pelos *S-75 Dvina* de origem soviética.

De acordo com Kreis (1990, p. 46), o primeiro uso em combate de drones por Israel se deu em agosto de 1970, como forma de obter informações acerca das forças egípcias

estacionadas ao longo da fronteira entre os dois países, na península de Sinai. Shpiro (2017, p. 425) relata que ainda em 1969, foram feitas missões de reconhecimento utilizando aeronaves de madeira, equipadas com câmeras e controladas por um sistema rudimentar do solo. O resultado dessas missões foram imagens de boa qualidade, demonstrando a extensão das redes de SAMs do Egito. Subsequentemente, Israel adquiriu dos EUA drones de reconhecimento Ryan *Firebee* e iscas Northrop *Chukar* (SHPIRO, 2017, p. 246; BORG, 2021, p. 406; KREIS, 1990, p. 46).

Em 1973, durante as primeiras horas da Guerra do Yom Kippur⁶², as Forças de Defesa de Israel (IDF) perderam cerca de trinta aeronaves para os SAMs egípcios. Frente a esse desafio, o comando da IAF modificou sua tática, e empregou diversos recursos para desabilitar a rede de defesa antiaérea do Egito e da Síria. Em certo sentido, o General Peled, comandante da IAF, aplicou as lições das operações de SEAD dos EUA no Vietnã, de modo adaptado para o ambiente operacional do Sinai, para desabilitar as defesas do Egito ao longo do Canal de Suez.

A campanha de SEAD israelense consistiu no emprego combinado de iscas não-tripuladas (*Firebees*⁶³ e *Chukars*), de mísseis antirradiação e de contramedidas eletrônicas (como *chaffs*) no intuito de desabilitar as defesas antiaéreas do Egito. Primeiro, eram enviadas ondas de drones para enganar as defesas adversárias. Depois que os egípcios atiraram sua primeira salva contra os drones, os aviões de combate – especialmente o F-4E Phantom, armados com *Shrikes* – neutralizavam as baterias de mísseis, enquanto estas eram recarregadas. O ardil permitiu a Israel garantir o controle aéreo (CHAMAYOU, 2015, p. 25).

Ainda assim, os custos foram bastante altos para Israel, com cerca de cem aeronaves tendo sido abatidas ao longo da guerra (BORG, 2021, p. 406). Uma das principais debilidades da IAF era ausência de inteligência em tempo real, obrigando que as aeronaves de bombardeio permanecessem mais tempo nas áreas de SAMs e aumentando sua vulnerabilidade (ALONI, 2002, p. 76). O principal adversário da IAF foi o 2K12 Kub (SA-6 *Gainful*, na nomenclatura da OTAN) do Egito e da Síria, um sistema antiaéreo autopropulsado, extremamente móvel.

⁶² **Guerra do Yom Kippur** – Conflito militar travado entre 1973, entre uma coalizão de Estados árabes formada pelo Egito e Síria, contra Israel. O nome faz referência ao feriado judaico, data em que teve início a guerra (6 de outubro 1973). Os episódios militares duraram até o dia 26 de outubro de 1973, em duas frentes: na Península do Sinai, contra forças egípcias, e nas Colinas do Golã, contra os sírios.

⁶³ **Emprego das Firebees na Guerra do Yom Kippur** – Kreis (1990, p. 46) menciona a possibilidade de que os israelenses tenham, inclusive, equipado alguns drones Firebee com mísseis antirradiação AGM-45 *Shrike*. Apesar de não haverem confirmações sobre o fato, tratava-se de um conceito que já estava sendo investigado pelos estadunidenses: a do drone como sistema para guiagem de tiro. O Exército dos EUA e a DARPA possuíam um programa conjunto denominado RPAODS (*Remotely Piloted Aerial Observer Designator System*), que incluía ao menos três diferentes aeronaves equipadas com apontadores laser, cuja função era iluminar alvos e direcionar mísseis lançados do ar, ou então disparados do solo (DICKINSON, 1975, p. 3985).

Apesar de serem capazes de tirar fotografias em alta resolução, os drones Firebee não eram capazes de transmitir informações em tempo real. Podia decorrer até dois dias entre a missão de reconhecimento e o processamento dos dados por parte do Comando da Força Aérea (BORG, 2021, p. 406). Quando as aeronaves de interdição eram lançadas, as baterias de Kub e Dvina já não estavam no local previamente fotografado.

Assim, após a Guerra do Yom Kippur, a IDF dedicou-se a aprimorar seus drones, de modo a permitir a aquisição de inteligência em tempo real, possibilitando uma resposta praticamente imediata a uma eventual nova concentração de forças da parte do Egito ou da Síria. A solução encontrada foi equipar as aeronaves não-tripuladas com um sistema de câmeras de televisão. Além disso, adotou-se um percurso contrário ao dos estadunidenses: a miniaturização dos drones, em vez de sistemas cada vez maiores e robustos.

A trajetória do desenvolvimento dos Mini-RPVs (*Remoted Piloted Vehicles*), como ficaram conhecidos esses sistemas israelenses, é bastante interessante e demonstra a existência de um ecossistema de inovação e de uma precoce indústria de defesa em Israel. Um dos precursores foi um engenheiro estadunidense, Alvin Ellis, que imigrou para Israel em 1967, a fim de trabalhar na empresa estatal Israel Aircraft Industries (IAI). Tendo trabalhado previamente na Teledyne Ryan, empresa produtora das Firebees, Ellis desenvolveu, na garagem de seu sócio, um protótipo de uma aeronave remotamente pilotada leve equipada com uma câmera de TV (SANDERS, 2002, p. 115).

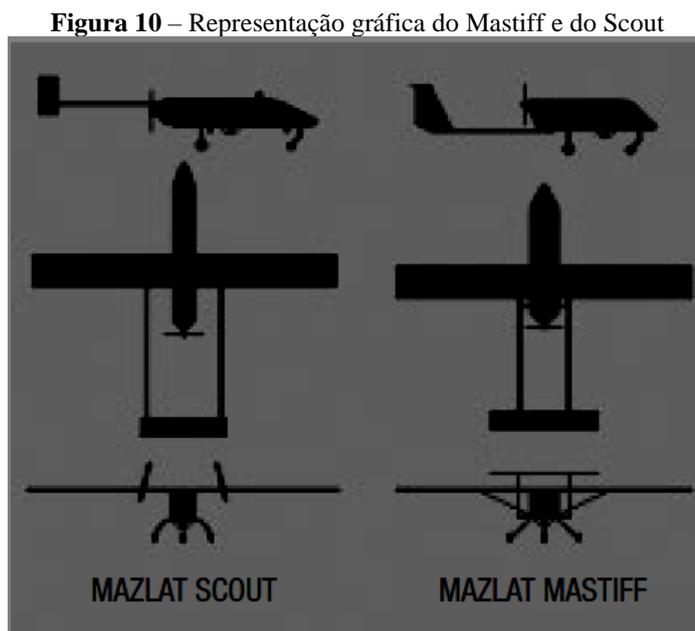
Após terem sido rejeitados pela IAI, Ellis e Manor – seu sócio israelense – conseguiram o financiamento de uma empresa privada do setor de eletrônica, a Tadiran. Ainda em 1973, o segundo protótipo da dupla foi posto no ar, e eles assinaram um contrato para desenvolver o que viria a ser o drone *Mastiff*. (SANDERS, 2002, p. 115; BORG, 2021, p. 407). O *Mastiff* é considerado um dos primeiros drones modernos e seu design de cauda dupla inspirou as gerações seguintes de aeronaves não-tripuladas. Ele possuía apenas 3,3 metros de comprimento, com uma envergadura de 4,2 metros, o que lhe dotava de uma assinatura de radar extremamente baixa. Além disso, tinha uma autonomia de sete horas de voo, com um teto de 4,5 km, e era controlado por rádio.

A empresa estatal israelense, IAI, não ficaria atrás e quase na mesma época lançaria seu próprio Mini-RPV, denominado *Scout*. Ao contrário do *Mastiff*, o *Scout* possuía uma aviônica mais avançada, demonstrando os avanços nas tecnologias de microprocessadores. Ele podia ser pré-programado para pontos específicos, retornando para a base no caso da perda de sinal com seu controlador. Construído em fibra de vidro, o *Scout* era ainda menor (3,6m de envergadura) e tinha um alcance de 100 km – o que incluía o sul do Líbano e o

sudoeste sírio –, no qual podia transmitir imagens em tempo real com sua câmera com ângulo de 360 km (KREIS, 1990, p. 47; BORG, 2021, p. 407).

Ao longo dos anos 1970, o *Mastiff* e o *Scout* foram se tornando mais sofisticados, tendo incorporado tecnologias estadunidenses de comunicação de dados (data links), mas sendo adaptados para as necessidades operacionais israelenses. Dentre elas estava a necessidade de “câmeras com visão diurna e noturna, a capacidade de coletar inteligência eletrônica, e ainda carregar apontadores lasers para auxiliar na aquisição de alvos” (BORG, 2021, p. 407, tradução nossa).

A figura 10 abaixo ilustra os perfis dos Mini-RPVs israelenses. Esse tipo de design, simples e construído com materiais como fibra de vidro e materiais compostos, seria adotado como um novo padrão para os drones de reconhecimento e inteligência. Além da alta manobrabilidade, eram sistemas mais acessíveis de serem produzidos, permitindo a obtenção de massa e um uso disseminado de coleta de dados.



Fonte: Sanders (2002, p. 118).

A doutrina de emprego da IDF logo incorporou a existência do Mastiff e do Scout. A primeira unidade de drones da inteligência militar israelense foi criada ainda em 1978 (SHPIRO, 2017, p. 426). Já no início dos anos 1980, a doutrina de Israel previa a utilização de drones para localizar baterias antiaéreas, tanques e unidades de infantaria. Por possuírem uma assinatura de radar baixa, essas aeronaves podiam sobrevoar permanentemente as baterias de SAMs, repassando, em tempo real, informações acerca de sua localização e nível de preparo. Além disso, também contribuíam para a Avaliação de Danos de Bombardeios, evitando a recorrência de ataques contra alvos já destruídos (ALONI, 2002, p. 77).

Foi graças ao desenvolvimento desses sistemas e a subsequente incorporação na doutrina operacional das Forças de Defesa, que Israel obteve sua vitória esmagadora contra as forças sírias em 1982, conforme discute-se abaixo.

4.2.1 Os drones nos antecedentes da Batalha do Bekaa

A primeira missão dos Mastiff e Scout israelenses foi o monitoramento de fronteiras, e a das ações da Organização para Libertação da Palestina (OLP), ainda na década de 1970, no contexto da Guerra Civil Libanesa (KREIS, 1990, p. 47). Iniciada nos anos 1975 como uma disputa sectária e religiosa, o conflito libanês passou a envolver a OLP a partir de 1976. Mesmo após a intervenção da Síria na guerra, Israel manteve sua neutralidade, procurando respeitar o acordo de Linhas Vermelhas que mantinha com os sírios acerca do Líbano. Por meio desse, o Estado hebreu seria responsável pelo sul do Líbano, enquanto a Síria ficaria com o norte e o centro do país. Os sírios também poderiam ocupar o território libanês, desde que não empregassem mísseis antiaéreos ou aeronaves próximos da fronteira com Israel (TRIZOTTO, 2015, p. 51-52).

Uma sucessão de três eventos levou a uma alteração da relação entre sírios e israelenses. Primeiro, os ataques da OLP contra Israel, que se tornaram mais intensos e frequentes a partir de 1978. Como reação a isto, a IDF realizou uma ofensiva contra o território libanês, a fim de criar uma zona tampão na fronteira, afastando a ameaça da OLP. No ano seguinte, 1979, seriam assinados os Acordos de Camp David entre Israel e Egito, colocando fim na guerra entre os dois Estados, devolvendo a Península do Sinai ao controle egípcio, mas também o isolando dos demais países árabes da região.

No decorrer de 1980 e 1981, israelenses e sírios começam a assumir lados diametralmente opostos na guerra civil do Líbano, com confrontos diretos entre seus grupos proxies. Isso pode ser explicado, além da situação interna no Líbano, pelo fato de que pós-1979, a Síria era o único Estado árabe na região capaz de impor algum risco a segurança de Israel.

Em abril de 1981, os sírios movem três baterias de SAMs 2K12 Kub (SA-6) para o Vale do Bekaa, uma região entre as duas cadeias de montanhas do Líbano, e por onde passava a rodovia que ligava Beirute a Damasco. O deslocamento dos SAMs sírios para tão perto da fronteira israelense, colocava um grande risco a Israel, que poderia ter sua capacidade de operar suas aeronaves posta em cheque. Afinal, a principal questão que se colocava na guerra aérea da época girava em torno da capacidade dos caças a jato superarem as redes de SAMs modernos. Muitos especialistas e pilotos experimentados em combate acreditavam que

defesas antiaéreas reinariam absolutas e que o caça a jato estava ultrapassado. A resposta para essa questão definiria o desenvolvimento e o futuro das guerras aéreas (NEWDICK, 2010, p. 264).

Existem indícios (ALONI, 2002, p. 79; KREIS, 1990, p. 47) de que Israel preparava um ataque preemptivo aos pontos de SAMs sírios, tamanho o nível da ameaça que ela representava a capacidade operacional da IAF. A operação estaria planejada para ocorrer no fim de abril de 1981, mas foi adiada, tendo sido substituída – ao menos temporariamente – por uma distensão mediada pelos EUA. Contudo, ela não foi duradoura. Ao longo de maio de 1981, os sírios abateram drones israelenses, provavelmente veículos alvos como a Firebee ou Chukar. Em janeiro de 1982, os próprios israelenses, no intuito de despertar atenção as ações sírias, reconheceram a perda de cinco drones (KREIS, 1990, p. 47-48).

Cabe perguntar-se: o que estavam fazendo esses drones, uma vez que não havia uma conflagração aberta entre Israel e Síria? A resposta a esse questionamento é intuitiva, ao considerar-se as lições apreendidas da guerra de 1973. Os drones israelenses ficaram por quase 18 meses, antes da invasão de fato ocorrer, coletando dados de inteligência sobre as forças sírias e testando sua capacidade de reação – ação semelhante a empregada pelos egípcios pré Yom Kippur, que frequentemente realizavam exercícios militares, a fim de verificar a capacidade de resposta de Israel.

Esses dados consistiam principalmente em imagens e a localização das baterias de Kub, tarefa executada especialmente pelo Mastiff e Scout. Além da Inteligência de Imagens (IMINT), os drones israelenses, especialmente as Firebee e Chukar, também coletaram dados de ELINT, ao registrar as assinaturas eletrônicas dos radares de SAMs sírios (ALONI, 2002, p. 79). Foi a partir dessa “biblioteca de ameaças”, como chamou Aloni (2002, p. 79), que Israel foi capaz de programar seus mísseis antirradiações para buscarem especificamente aquelas frequências de onda, otimizando seu emprego na primeira fase da SEAD (SANDERS, 2002, p. 115). Em resumo, tratou-se do emprego da big data para ampliar a capacidade e a inteligência dos mísseis anti-radar de Israel, em especial sua versão nativa do AGM-78 Standard, denominada de *Egrof Segol*.

O fragmento abaixo reforça essa versão do emprego de drones por Israel no período que antecedeu a Guerra do Líbano de 1982:

Por vários meses antes da Paz para a Galiléia, os veículos remotamente pilotados (RPVs) de Israel tinham “tirado a impressão digital” dos SAMs sírios, reunindo frequências de seus radares. Isso permitiu que Israel estudasse a posição dos radares e permitisse que frequências específicas fossem programadas nos mísseis antirradiação (ARMs) israelenses lançados no ar AGM-45 Shrike e AGM-78 Standard, que seriam empregados para supressão da defesa no primeiro dia de guerra. Os operadores dos SAM sírios não conseguiram manter um nível de controle

de emissão de sinal que não fosse descoberto pelos israelenses. Mesmo assim, os RPVs de Israel também eram responsáveis por localizar e rastrear os movimentos de cinco outros sistemas SA-6 que chegaram no último minuto do dia anterior ao ataque israelense. Até aquele ponto, a lista de alvos para ataque era composta por 14 baterias SAM que já constituíam um denso cinturão defensivo ao longo da fronteira do Líbano (NEWDICK, 2010, p. 266).

4.2.2 A Batalha e a destruição dos SAMs sírios

No dia 6 de junho os reais objetivos de Israel ficaram evidentes. Forças de terra, apoiadas por helicópteros, invadiram o território libanês a partir da costa, em direção ao norte, numa arremetida que poderia deixá-los às portas de Beirute. A resistência da OLP foi esmagada, obrigando a Síria, na condição de aliada, a fornecer assistência. A Força Aérea síria apareceu em cena pela primeira vez no dia 7 de junho, numa acanhada tentativa de interceptar os General Dynamics F-16 Fighting Falcons que operavam sobre Beirute e Damur, perdendo dois MiGs nesse encontro.

Além da participação da Força Aérea, envolveu suas baterias de SAMs. Tratavam-se sistemas fundamentais para negar a superioridade aérea para a força aérea israelense, que possui aeronaves mais modernas e em maior quantidade. Por isso, constituíam-se em alvos prioritários para a IAF, a fim de proteger as tropas por meio do fornecimento de cobertura aérea. Se os SAMs sírios continuassem ativos, a habilidade da IDF para atingir seus objetivos seria gravemente prejudicada e as perdas humanas e materiais seriam insustentáveis (NEWDICK, 2010, p. 264; ALONI, 2002, p. 81).

A missão de SEAD de Israel teve início em 09 de julho de 1982 e foi denominada de Operação Arzav 19. Na primeira fase, a IAF empregou seus drones-isca – especialmente os modelos *Samson* e *Delilah* – para simular as assinaturas eletrônicas de suas aeronaves. Com isso, obrigaram os operadores dos SAMs sírios a dispararem seus mísseis, uma vez que imaginavam estar sob ataque das aeronaves de interdição israelenses. O ataque verdadeiro, empregando os F-4 e F-16, se deu no interregno em que os SAMs estavam sendo remuniçados, e portanto, com pouca capacidade de defesa. (SANDERS, 2002, p. 115; BORG, 2021, p. 407; ALONI, 2002, p. 81; CHAMAYOU, 2015, p. 36; NEWDICK, 2010, p. 266-267). O resultado dessa operação foi a destruição de quatorze (14) das dezenove (19) baterias de SAMs da Síria em apenas duas horas – quinze (15) de 2K12 Kub, duas (2) de S-75 *Dvina* e duas (2) de S-125 *Neva* (SA-3 Goa, na designação da OTAN) (ALONI, 2002, p. 81).

Naquele momento, o big data construído com as informações dos radares sírios teve duas aplicações: foi implantado nos microchips dos mísseis antirradiação; e também foi utilizado para viabilizar ações de interferência eletrônica, como *jamming* contra demais radares e sistemas de Comando, Controle e Comunicação (C3) (SANDERS, 2002, p. 115;

LORCH, 2002, p. 86). As missões de *jamming* foram executadas principalmente por aeronaves de Boeing 707 ELINT, e tiveram como alvo principal os radares de controle aéreo e identificação das baterias de SAMs sírios.

O grande sucesso da missão pode ser compreendido pela combinação de quatro fatores principais:

- a) a interferência eletrônica do Boeing 707 sobre os radares;
- b) o lançamento de nuvens de chaffs pelos A-4 Skyhawk;
- c) o emprego dos drone-isca para simular a assinatura eletrônica das aeronaves, forçando a ativação dos radares sírios; e
- d) o uso dos mísseis antirradiação, lançados do ar ou da superfície (LORCH, 2002, p. 84-85).

No que diz respeito ao emprego de mísseis antirradiação, os israelenses se valeram de uma versão nativa aperfeiçoada do míssil estadunidense AGM-78 *Standard ARM*, denominada AGM-78 *Egrof Segol* (Punho Roxo) (GUNSTON, 1986A, p. 66-67; ALONI, 2002, p. 81; MARTINS, 2008, p. 37). Essa adaptação nativa feita por Israel incrementou a capacidade do AGM-78 original, ao melhorar a sua memória e capacidade de processamento de dados. A produção nativa era importante porque o computador embarcado reduzia enormemente os custos militares. O *Egrof Segol* passou a permitir que a busca fosse feita baseada na “assinatura do radar”. A capacidade de armazenagem do computador, por sua vez, permitiu que o míssil conservasse na memória os dados sobre a localização do radar e sua assinatura, mesmo depois dele ser desligado, desprezando as iscas. Assim, o míssil era capaz de controlar e de escolher entre o local da emissão verdadeira e os chamarizes.

Ainda no que se refere ao emprego de mísseis antirradiação, a IDF fez uso de uma versão do AGM-78 disparada da superfície, chamada *Keres*. Esse míssil foi desenvolvido a partir das lições apreendidas da Guerra do Yom Kippur de 1973. Trata-se, na verdade, de um substituto do *Kilshon*, um míssil AGM-45 *Shrike* que tinha acoplado a seu corpo um reforço de um segundo foguete para propulsão (*booster*). Tanto o *Kilshon* (da guerra de 1973) quanto o *Keres* (de 1982) eram lançados de uma estrutura de catapulta, acoplada no topo de um veículo blindado sem torre M4A1. Posteriormente, o *Keres* foi acoplado em caminhões M809 de 5 toneladas, o que lhe permitia maior mobilidade e capacidade de camuflagem em outros terrenos (KERES, 2021).

O míssil “*Keres*” funciona em um sistema de orientação eletromagnético sensível que permite atingir vários alvos emissores de ondas de rádio ou radar, como estações de radar, baterias SAMs, canhões guiados por radar e radares de defesa aérea e de artilharia. Ele pode fazer isso travando em alvos durante o voo, após ser lançado. Assim, os “*Keres*” cobriram

todas as ameaças atuais de baterias SAMs no teatro de batalha, incluindo as mais modernas e sofisticadas. Depois que o míssil é alimentado com as coordenadas do alvo, o operador fornece ao sistema certos dados, o míssil é então lançado, atinge o alvo e o destrói. O alcance de detecção do míssil se estende por dezenas de quilômetros.

Uma vez que os radares dos SAMs foram neutralizados, seguiu-se a fase da destruição das baterias de mísseis propriamente ditas. Com seus centros vitais inoperantes, as posições de SAM puderam ser atacadas e destruídas, por meio de ataques realizados pelos F-4 *Phantom II*, que empregaram munições guiadas de precisão, munições convencionais e mísseis AGM-65 *Maverick* (LORCH, 2002, p. 85).

Finalmente, uma série de pequenos ataques, que duraram até o anoitecer, completou a devastação. Os aviões da IDF/AF que tiveram melhor desempenho na Batalha do Vale de Bekaa foram os F-16s e os McDonnell F-15 Eagles, que deixaram a Força Aérea da Síria em apuros. Muitos Mikoyan-Gurevich MiG-21 e MiG-23 sírios sofreram danos graves ou foram abatidos. Segundo a IDF/AF, vinte e dois aviões sírios foram derrubados e sete danificados, contra nenhuma perda. No dia 10 de junho, as últimas posições de SAM remanescentes foram destruídas, deixando a Força Aérea síria como única ameaça aérea contra Israel (OPERAÇÃO Vale do Bekaa, 2021).

O sistema de direção aérea israelense funcionou perfeitamente e foi incrivelmente ajudado nisso por dois dos quatro Grumman E-2C *Hawkeyes* israelenses disponíveis. Com sua grande antena de radar rotativa AN/APA-171 montada acima da fuselagem, o *Hawkeye* pode detectar um alvo do tamanho de um míssil cruzador a uma distância superior a 269 km, rastreando 250 marcações semelhantes enquanto dirigia interceptações simultâneas contra 30 ou mais delas. A Síria admitiu mais tarde que seus aviões foram detectados quase imediatamente depois de deixarem a base, seja pelo radar do E2, quanto pelos drones *Mastiff* e *Scout* que orbitavam ao redor delas, transmitindo imagens em tempo real (LORCH, 2002, p. 84-85).

Os combates aéreos no Vale do Bekaa se encerraram em onze de junho de 1982, mas os combates no solo não cessaram. A Força Aérea Israelense continuou lançando operações de supressão de defesa antiaérea contra baterias móveis de mísseis SA-6 que a Síria conseguira deslocar para o Líbano. A campanha terrestre da IDF se manteve. Em 14 de junho começou o cerco a Beirute. Mas a ocupação israelense só terminaria em 1985.

Os drones israelenses, especialmente o *Mastiff* e o *Scout*, também desempenharam papel importante em fornecer dados de inteligência aos comandantes da IDF na fase terrestre da operação, que consistiu em um avanço bastante rápido até Beirute. Nessa fase, e ao longo da ocupação, os drones foram capazes de fornecer informações em tempo real, sobre as forças

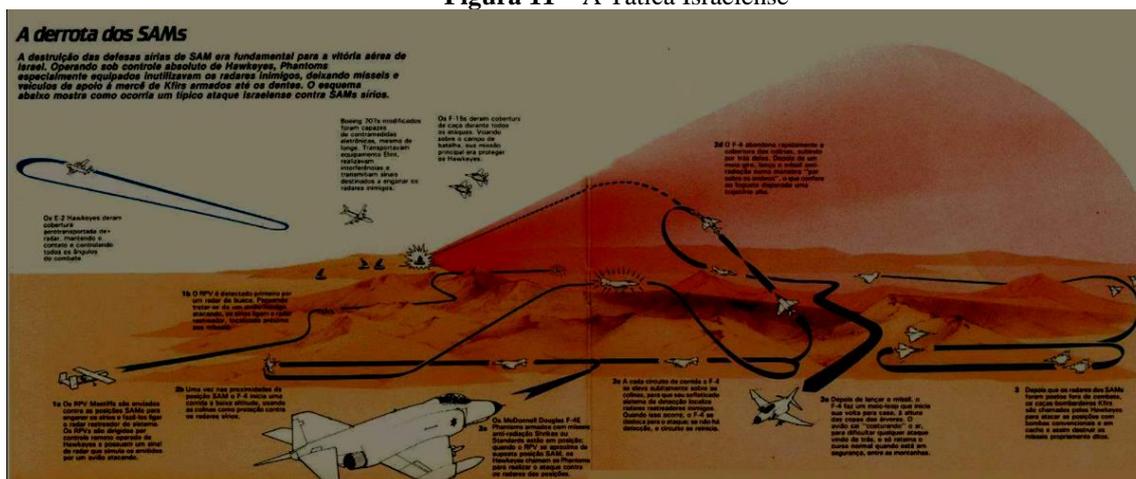
israelenses e também inimigas, auxiliando na guagem da artilharia e realizando Avaliação de Danos (BORG, 2021, p. 407; TRIZOTTO, 2015, p. 58). Esse emprego dos drones viria a se configurar em um dos principais benefícios do emprego desses sistemas militares, ainda que só se tornassem mais comuns no início dos anos 1990. A consequência disso viria ser o aumento da Consciência Situacional dos comandantes, algo perseguido por muito tempo desde o início da guerra mecanizada e da extensão dos campos de batalha para além da linha de visão.

Como disse Ehrhard [2000: 201], “pela primeira vez desde as primeiras campanhas de Napoleão, quando um comandante podia inspecionar o comprimento e a largura do campo de batalha com seus próprios olhos, os mini-RPVs recapturavam as informações mais importantes e necessárias para exercer o Comando e Controle – a localização exata e atual das forças inimigas e amigas” (BORG, 2021, p. 407, tradução nossa⁶⁴)

Alguns pontos da estratégia operacional israelense para a manutenção de sua superioridade aérea merecem destaque. A evolução dos procedimentos, técnicas e táticas utilizados no combate envolvendo baterias de SAMs, demonstrando que a IAF estava, de fato, preparada para a ameaça da defesa antiaérea síria, com procedimentos adequados para a supressão da defesa antiaérea inimiga (SEAD – Supression of Enemy’s Air Defense), como também os aspectos táticos dessa ofensiva aérea, que se constituem como um paralelo à campanha aérea no Golfo (1991). O uso de PGM contra os alvos, de forma a obter uma maior eficiência dos raids, além do uso de Contra-Medidas Eletrônicas (ECM) e de drones (tanto para reconhecimento e vetoração de munição quanto para a própria ECM). O emprego da tecnologia de ponta no campo de batalha, bem como o próprio conceito de que a SEAD seria essencial para garantir o apoio das forças aéreas ao solo, são prefigurações do que aconteceria na Guerra do Golfo em 1991 (TRIZOTTO, 2015, p. 60).

⁶⁴ **No original** – “As Ehrhard put it, “[f]or the first time since the early campaigns of Napoleon when a commanding general could survey the length and breadth of the battlefield with his own eyes, the mini-RPVs recaptured the most important information required to exert command and control – the accurate, current location of both enemy and friendly forces” (BORG, 2021, p. 407)

Figura 11 – A Tática Israelense



Fonte: Operação Vale do Bekaa (2021).

Como conclusões da seção, cabe destacar as lições aprendidas, pois o emprego dos RPVs mostrou-se importante tanto no nível de reconhecimento, como também serviu para enganar as defesas aéreas sírias, sendo vital para economia de meios, poupando vidas e materiais e sendo um dos fatores que contribuíram muito para a vitória israelense. Importa também destacar a relação remota dos meios eletrônicos que foram aqui os precursores da inteligência artificial (IA) no combate moderno. Assim, os drones estão intimamente ligados com as tecnologias básicas da Terceira e Quarta Revolução Industrial.

4.3 CONCLUSÕES DO CAPÍTULO 4

Como vimos no capítulo, inicialmente o controle e a guiagem de armas à longa distância se dava basicamente por giroscópio, um dispositivo que procura atualizar a posição da aeronave em virtude da curvatura da terra. Este foi o caso da V-1, como referido, o primeiro míssil cruzador da história, e da V-2, que, igualmente, pode ser considerado o primeiro míssil balístico empregado militarmente.

Ainda na II Guerra Mundial, passou-se a utilizar dispositivos de radiofrequência para guiagem remota de armas. Este foi o caso do HENSCHEL HS 293 e da FRITZ-X 1400. Com as operações LUSTY e Paperclip, essas tecnologias foram redirecionadas para os EUA, onde surgiu a ideia de utilizar veículos remotamente pilotados como alvos aéreos. Do influxo da exploração espacial surgiu a ideia de valer-se, também no âmbito do globo terrestre, de ‘sondas’ para efetuar missões de reconhecimento – sobretudo relacionadas às capacidade nucleares da então União Soviética.

Mais tarde, a esses veículos couberam missões mais sofisticadas, como a coleta das ‘assinaturas eletrônicas’ dos radares soviéticos utilizados pelo Vietnã do Norte (*Fan Song* e

Fire Can). Esses dados, posteriormente, eram colocados nos mísseis antirradiação, para que os mesmos pudessem identificar a emissão do radar e destruí-los.

Como os soviéticos passaram a valer-se também de iscas para iludir os mísseis antirradiação e sistemas móveis de radar, travar no alvo original deixou de ser suficiente. Era preciso um dispositivo mais sofisticado, capaz de refinar e distinguir as emissões verdadeiras das falsas. Assim, surgiu o AGM-78 Egrot Segol – uma versão aperfeiçoada do AGM-78 Standard – que passou a conter um banco de dados de todas as assinaturas eletrônicas conhecidas de radar (LORCH, 2002, p. 85).

Na sequência, procurou-se ampliar cada vez mais essa base de dados, utilizando os drones para tanto. Aproximavam-se das defesas antiaéreas e eram enquadrados pelos radares, coletando, assim, sua assinatura de radiação. De sorte que criou-se um ‘Big data’ de assinaturas eletrônicas, que poderiam ser utilizados também pela OTAN contra os soviéticos. Acredita-se que tenha sido este um dos eventos precursores da Inteligência Artificial.

Espera-se que o capítulo tenha logrado cumprir seus dois principais objetivos. O de relacionar os drones à conquista espacial, em função da guiagem e do controle remoto de dispositivos. E, posteriormente, ao advento da própria IA, a partir da tarefa sistemática dos drones de coletar assinaturas eletrônicas e criar bancos de dados com elas.

5 O DRONE MULTIDOMÍNIO

Quadro 5 – Quadro Resumo do Capítulo 5

Sumário do Capítulo 5
5 O DRONE MULTIDOMÍNIO
5.1 O PAPEL DOS DRONES NA TÁTICA, OPERAÇÕES E ESTRATÉGIA
5.2 O DRONE HIPERSÔNICO COMO PLATAFORMA PARA O DOMÍNIO DO ESPAÇO
5.3 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 5
Resumo do Conteúdo
No presente procura-se corporificar o conceito de “Drone Multidomínio” a partir de dois enfoques. Primeiro, demonstra-se a transversalidade do drone em relação aos níveis do planejamento de guerra. Isto é, sua importância para o nível tático, operacional e estratégico. Na segunda seção, procura-se demonstrar este mesmo caráter transversal, só que desta feita em relação aos diferentes domínios – terra, mar, ar e espaço. Procura-se, nos dois casos, com exemplos atuais, demonstrar que a interconexão entre o drone, a Inteligência Artificial e a exploração espacial dizem respeito ao presente.

Fonte: Autoria própria.

Este capítulo trata acerca do papel do drone na guerra moderna, em múltiplos domínios. Por meio do debate sobre o emprego de drones em tarefas táticas, operacionais e estratégicas, argumenta-se que, atualmente, esses sistemas são utilizados aquém de suas capacidades e potenciais. Para que se compreenda esse ponto é necessário resgatar, brevemente, as ideias defendidas por Lind, Wolfowitz e Rumsfeld no imediato pós-Guerra Fria – e que foram apresentadas com maior atenção no capítulo 02 deste trabalho.

A vitória dos EUA na Guerra Fria e a subsequente configuração unipolar do Sistema Internacional foram o ponto de partida dessas mudanças. Nesse sentido, a cosmovisão pós-moderna da Guerra de Quarta Geração, propugnada por Willian Lind (2005), adequava-se perfeitamente à avaliação de um mundo em que os Estados tradicionais não seriam mais a maior ameaça à Segurança Internacional. No lugar, afiguravam-se atores não-estatais, em especial grupos terroristas. O indicador da cosmovisão de Lind pode ser visualizado pelo Defense Planning Guidance, de Paul Wolfowitz (1992). A fim de reajustar a posição dos EUA ao novo sistema unipolar, o país deveria ter como prioridades a promoção a democracia e a presença avançada de suas forças militares em diferentes regiões.

O documento esboçado por Wolfowitz pode ser interpretado como o aspecto político estratégico da visão de Transformação Militar, defendida por Donald Rumsfeld (2002). A fim de viabilizar esse sobrestiramento das forças militares estadunidenses fazia-se necessário uma modificação no Perfil de Força. Assim, dentro de uma visão restritiva da Transformação Militar, Rumsfeld – enquanto Secretário de Defesa da gestão George W. Bush – advogou por Forças Armadas baseadas, principalmente, no emprego da Infantaria Pesada. Acreditava-se que esse perfil seria suficiente e capaz de fazer frente a ameaça de grupos insurgentes, utilizando-se das vantagens informacionais estadunidenses, recém-adquiridas na implementação da digitalização nas forças armadas.

Dessa forma, em consonância com essa cosmovisão, na primeira década dos anos 2000, os drones foram pensados – e empregados – principalmente como instrumento de Contrainsurgência (COIN) e para Guerra Subterrânea. Foi a partir desse tipo de emprego que se construiu uma imagem acerca dos drones como meros instrumentos de assassinato extrajudicial – também chamado de *target killing* –, operados por pessoas a centenas de quilômetros dos campos de batalha. O emprego do drone exclusivamente por essa perspectiva traz uma série de impactos para a lógica da guerra, que por sua vez acabam por influenciar a doutrina e o planejamento da Forças Armadas. O autor francês Grégoire Chamayou apresenta um argumento extremo sobre os impactos do drone como sistema para guerra subterrânea: “a guerra, de assimétrica que podia ser, torna-se absolutamente unilateral. O que podia ainda se apresentar como um combate converte-se em simples campanha de abate” (CHAMAYOU, 2015, p. 21).

Apesar desse estigma, os drones têm obtido um bom desempenho. Todavia, esses resultados obscurecem a importância desses sistemas para efeitos de exploração da fronteira tecnológica. Afinal, os drones empregados na Guerra ao Terror se valiam basicamente da capacidade industrial já existente – pode-se dizer até que são desdobramentos da tecnologia da década de 1980. Desse modo, essa feição pós-moderna e pós-industrial do drone, fez com que se consolidassem duas percepções equivocadas. A primeira delas é a de que o drone seria apenas um instrumento a mais dessa Infantaria Pesada, ou das forças de Contrainsurgência. Nessa perspectiva, ele representaria o ápice das Forças Armadas da Transformação Restritiva: a menor presença do homem no terreno, e sua substituição pelo drone, constituindo um Novo Modo Americano de Fazer a Guerra – como cunhou Max Boot (2003). Em síntese, neste entendimento, “o uso dos drones apresenta todas as características de uma tática – ou, mais

precisamente, de um elemento tecnológico – que substitui uma estratégia” (KILCULLEN; EXUM, 2009 apud CHAMAYOU, 2015 p. 78⁶⁵).

A segunda percepção, que acredita-se também seja equivocada, compreende o drone como apenas mais um sistema das plataformas existentes. Por isso persegue modificações incrementais no desenvolvimento destas, sem com isso acarretar maiores impactos ou desafios quer para a doutrina, quer para a indústria.

A despeito do drone realmente estar ao alcance de todos atualmente – com cerca de cem Estados e grupos proxies de posse desses sistemas (DILANIAN, 2021) –, o seu emprego demonstra que a restritividade da primeira visão – ainda que num primeiro momento ela pareça valorizá-lo. Por sua vez, a segunda visão, em última instância revela uma atitude de ceticismo, não tanto ao drone em si, mas ao papel da Transformação e da Modernização na guerra.

Têm se argumentado ao longo do trabalho – em especial no capítulo 03 – que o drone pode desempenhar um importante papel na interconexão entre o Desenvolvimento e o Preparo Militar. Seu papel ecumênico entre as Forças, e as perspectivas que ele traz consigo em termos de inovação tecnológica – tanto para consolidar a Terceira Revolução Industrial (digitalização e rede), quanto para transitar para a Quarta (Inteligência Artificial, comunicação e computação Quânticas) – possuem grande potencial para efetuar uma Transformação holística, reafirmando um Perfil de Força híbrido.

É isso que se pretende demonstrar a seguir, a partir do impacto transversal que o drone possui, mesmo quando utilizado por grupos proxies, em todos os níveis do Planejamento de Guerra⁶⁶. Para tanto, discute-se inicialmente o papel do drone na tática, operações e estratégia, a partir do emprego por diferentes Estados e grupos proxies, com foco na região do Oriente Médio. Posteriormente, investiga-se a função que o drone pode cumprir em viabilizar as tecnologias hipersônicas, concretizando a transição do domínio aéreo para o domínio do Espaço. Ao se vislumbrar o drone hipersônico persegue-se outras tecnologias da Quarta Revolução Industrial, como a Inteligência Artificial, computação e comunicação quântica que assegurarão o drone espacial autônomo.

⁶⁵ KILCULLEN, David and EXUM, Andrew McDonald, **Death from Above, Outrage Down Below**. New York, The New York Times, 17 may 2009.

⁶⁶ **Níveis do Planejamento de Guerra** – No caso brasileiro, o manual de doutrina das Operações Conjuntas do Ministério da Defesa do Brasil estabelece os níveis de planejamento de guerra, que subdividem-se em: a) político; b) estratégico; c) operacional e d) tático (BRASIL, 2011, p. 21).

5.1 O PAPEL DOS DRONES NA TÁTICA, OPERAÇÕES E ESTRATÉGIA

Esta seção trata de descrever e analisar a disseminação do uso de drone e seu emprego em diferentes níveis do planejamento da guerra. As aeronaves remotamente pilotadas representam hoje uma enorme evolução no combate moderno. Sua inserção nas diversas Forças Armadas pelo mundo representa um vetor de enorme ganho tecnológico, culminando em um processo irreversível de modernização que se expande, em face às múltiplas e variadas possibilidades de emprego dessas plataformas.

Inicialmente empregados pelos estadunidenses, o uso de drones disseminou-se no campo de batalha moderno, principalmente após os atentados terroristas do 11 de Setembro e que deram início à Guerra ao Terror. Atualmente pode-se observar o emprego desses sistemas em diversos conflitos militares, seja entre Estados – como no caso de Armênia e Azerbaijão pela região de Nagorno-Karabakh, (Artsakh) – ou envolvendo grupos proxies– como os ataques dos Houthis do Iêmen à refinaria saudita, ou do Hamas contra Israel.

Dessa forma, nesta seção pretende-se discutir o emprego dos drones na atualidade, em especial sua disseminação no teatro operacional do Oriente Médio. Ao fim da seção, comenta-se brevemente sobre o status dos drones no Brasil e que funções eles vêm desempenhando.

O primeiro caso a ser analisado é o do grupo insurgente iemenita dos Houthis, uma das principais forças envolvidas na guerra civil do Iêmen. Considerado um grupo proxy iraniano, os Houthis empregam uma variedade de drones de baixo custo, muitas vezes em missões suicidas, na qual a aeronave utiliza-se como munição contra o seu alvo. Esses drones são conhecidos como *loitering munitions*, ou drones suicidas. De acordo com Dilanian (2021, tradução nossa⁶⁷) “essas aeronaves não tripuladas não disparam mísseis – elas são os mísseis. Mas ao contrário dos mísseis tradicionais, elas podem circular acima dos alvos, aguardando pelo momento ideal para o ataque, com incrível precisão”.

Alguns analistas (KNIGHTS, 2021; MUSHIN, 2019) apontam as semelhanças entre os drones houthis e os iranianos. Os Houthis alegam que se tratam de produções nacionais, fato inclusive utilizado como propaganda de sua resistência contra os embargos levantados pela coalizão comandada pela Arábia Saudita. O mais provável é que se tratem de modelos iranianos, que foram adaptados e construídos dentro das capacidades precárias que o grupo possui. Esse fato reforça a percepção de que os Houthis se tratam de um grupo proxy do Irã, inclusive, de grande valor frente ao balanceamento aos sauditas que o país procura realizar.

⁶⁷ **No original** – “[...] these unmanned aircraft don’t fire missiles — they are the missiles. But unlike typical missiles, they can circle above a target, wait for the ideal moment and strike with incredible precision.” (DILANIAN, 2021)

O dia 14 de setembro de 2019 representa um marco no emprego dos drones pelos Houthis. Nessa ocasião, o grupo realizou – e reivindicou – um ataque contra o campo de petróleo de Khurais e a refinaria de Abqaiq, de propriedade da Saudi Aramco, empresa estatal de petróleo da Arábia Saudita. O impacto econômico do ataque demonstra o potencial destrutivo do drone, mesmo em suas versões pequenas e rudimentares: estima-se que devido ao ataque a produção diária de petróleo da Arábia Saudita se reduziu em 50% (PURKAYASTHA, 2019). O país é responsável pela produção de 12% do petróleo mundial e o impacto da ação dos Houthis foi sentida imediatamente no mercado internacional de petróleo, com o preço do barril tendo um acréscimo de 7% no dia 15 de setembro⁶⁸.

O ataque realizado pelos Houthis demonstrou o papel dos drones em um conflito militar assimétrico. O balanço das capacidades militares entre a coalização coordenada pelos sauditas e os rebeldes Houthis é extremamente favorável aos primeiros, dotados de sistemas de mísseis e aeronaves de origem dos países da OTAN. Para efeitos de comparação, Purkayastha (2019) destaca que o orçamento de defesa dos sauditas em 2018 foi de 70 bilhões de dólares. Por sua vez, o orçamento do Irã – Estado que fornece o maior apoio econômico e militar aos Houthis – era de apenas 6,3 bilhões de dólares.

Frente a esse cenário, o grupo proxie do Irã não possui grande capacidade de se defender dos ataques aéreos empregados pelos sauditas. Contudo, o ataque contra a refinaria demonstrou que os sauditas também estão vulneráveis: mesmo com sistemas relativamente simples, que podem ser construídos nativamente em uma economia fragilizada pela guerra e por sanções internacionais, é possível se atingir alvos estratégicos e causar pesados danos econômicos, nacionalmente e internacionalmente.

Existem controvérsias sobre o modelo específico dos drones que realizaram o ataque a refinaria, em grande parte devido as acusações sauditas e dos EUA de que a autoria foi iraniana e não dos Houthis. Os destroços apresentados mostram um drone em formato de delta (KNIGHT, 2021), que corresponderia a uma versão iemenita do drone iraniano Shahed-136. Qualquer que seja o caso, estima-se que as aeronaves tenham percorrido uma distância de quase mil quilômetros entre o território Houthi e a refinaria saudita, que fica próxima a costa do Golfo Pérsico. Quanto a orientação, é provável que as coordenadas de GPS dos alvos tenham sido inseridas previamente nos processadores embarcados nos drones, a fim de garantir a precisão do ataque (SAFI, 2019).

O evento de 14 de setembro não foi um ato isolado. Desde então os Houthis tem intensificado esse tipo de ataque ao território saudita – e até mesmo contra os Emirados

⁶⁸ **Aumento do Preço do Petróleo após ataque Houthi** – No dia 13 de setembro, um dia antes do ataque, o barril de petróleo valia US\$ 61,25. No dia 16 de setembro, alcançou a marca de US\$ 68,42, só regredindo ao patamar anterior no dia 30 de setembro (IPEADATA, 2022).

Árabes Unidos –, priorizando alvos de infraestrutura como aeroportos, refinarias e estações de energia elétrica. De acordo com os sauditas, desde 2015 já foram disparados 851 drones pelas forças Houthis (REUTERS, 2021), o que demonstra uma capacidade considerável de produção de drones, bem como de assimilação e adaptação da tecnologia dos sistemas iranianos.

Em termos táticos e operacionais o impacto desses sistemas pode apresentar limitações, especialmente frente à capacidade de fogo das aeronaves árabes, que possuem grande superioridade aérea no teatro operacional iemenita. Porém, em termos estratégicos o uso de drones por grupos proxies demonstra o caráter assimétrico disruptivo desses sistemas. Como afirma Purkayastha (2019, tradução nossa⁶⁹) “nenhuma das forças mais fracas precisa ganhar – elas necessitam apenas manter a capacidade de continuar lutando enquanto impõem danos inaceitáveis para o outro lado”.

O caráter assimétrico não se manifesta apenas com relação a complexidade e o nível tecnológico dos drones utilizados, mas especialmente pelo seu custo frente aos sistemas de defesa aérea dos adversários. O caso saudita reforça essas disparidades. O país possui um sistema de defesa aéreo sofisticado, composto por radares de arranjo fásico, SAMs de longa distância M902 Patriot, SAMs de média distância MIM-23 Hawk, SAMs M10 e até mesmo pelo THAAD, sistema de defesa contra mísseis balísticos (IISS, 2022, p. 368). A lógica da defesa antiaérea saudita parece clara: proteger-se de ataques convencionais vindos do Irã. Porém, essa configuração oferece pouca capacidade defensiva frente a ameaça representada por pequenos drones, de baixa assinatura de radar e voando a baixas altitudes. Soma-se a isso o cálculo relacional de custo: um míssil antiaéreo saudita pode chegar na casa de centenas de milhares de dólares, enquanto um drone Houthi custa cerca de 20 mil dólares (PURKAYASTHA, 2019).

Esse aspecto, do valor dos drones empregados por grupos proxies comparativamente ao custo dos sistemas de defesa antiaérea convencional dos Estados, também está presente no caso de Israel. Durante o conflito militar entre Israel e Hamas ocorrido em maio de 2021, foi reportado a utilização de um drone pelo grupo palestino (HAMBLING, 2021). A aeronave pesava cerca de 50 kg, com 3,5 metros de envergadura. Lançado por meio de um trilho, por uma propulsão pneumática com um compressor de ar, ele seria capaz de carregar uma carga explosiva de 5 kg, e possuiria uma guiagem por GPS. Assim como no caso dos Houthis, o Shebab – nome do drone palestino – parecia ser uma versão adaptada de um drone iraniano, o Ababil-T (INBAR, 2019).

⁶⁹ **No original** – “None of the weaker forces have to win – they only need the ability to keep fighting while imposing unacceptable damage on the other side” (PURKAYASTHA, 2019).

Todos os drones empregados pelo Hamas teriam sido abatidos pelo sistema de defesa aérea israelense *Iron Dome*. Devido ao seu histórico de conflitos militares com adversários assimétricos – em especial o Hamas na Faixa de Gaza e o Hezbollah no Líbano –, Israel conta com soluções desenvolvidas especialmente para a proteção de drones e pequenos projéteis, como foguetes. Inclusive, a empresa israelense Rafael, apresentou em 2016 o *Drone Dome*, sistema antiaéreo desenvolvido para conter drones, utilizando lasers e interferência eletrônica (FRANTZMAN, 2021, p. 175).

Ainda assim, o caso do Hamas apresenta-se como mais um indício da disseminação do emprego dos drones, inclusive por forças assimétricas e irregulares, que até pouco tempo atrás empregavam exclusivamente foguetes não-guiados para seus ataques aéreos.

O emprego de drones tornou-se uma prática disseminada nos recentes conflitos militares no Oriente Médio, acarretando consequências de ordem política estratégica (SOLIMAN, 2022), e de ordem militar (BORSARI, 2021; TABRIZI; BRONK, 2018). De acordo com Borsari (2021, p. 23), ao menos 10 países na região operam esse tipo de sistemas, das mais variadas origens. A figura abaixo ilustra os países que operam drones na região do Oriente Médio e Norte da África, além de especificar os modelos e suas respectivas origens.

Figura 12 – Inventário dos Drones no Oriente Médio

COUNTRY	MODEL(S)	ORIGIN	INTROD.	QUANTITY
Algeria	CH-3	China	2018	2 ^a
	CH-4B			5
	Yabhon United-40 ^b	Domestic production under Emirati ADCOM Systems's license	2018	2+
Egypt	Yabhon United-40 ^f	UAE	2015	unknown
	Wing Long I ^d	China	2016	10+
	Wing Loong II ^a		2018	unknown
Iran	Ababil-3	Domestic	2014	unknown
	Shaed-129		2012	-
	Mohajer-6		2017-2018	-
	Fotros		2013	-
Iraq	CH-4B	China	2015	12 ^f
Israel	Heron I	Domestic	2006	unknown
	Heron-TP		2009	-
	Hermes 900		2014	-
Jordan	CH-4B	China	2016	6 ^g
Libya (GNA)	Bayraktar TB2	Turkey	2019	12 ^h
Libya (LNA)	Wing Long I	Manufactured in China but delivered/operated by the UAE	2016	unknown
	Wing Loong II		2018	-
Morocco	Harfang ⁱ	France / Israel	2020	3
Qatar	Bayraktar TB2	Turkey	2019	6
Saudi Arabia	CH-4B	China	2014	5
	Wing Loong I		2015-2017	15
	Wing Loong II		2017-2019	25
Tunisia	Anka S ⁱ	Turkey	deal suspended	6
Turkey	Bayraktar TB2	Turkey	2015	75-90 ^k
	Anka S		2018	16-22
United Arab Emirates	Wing Loong I	China	2017	15
	Wing Loong II ^l		2018	25
	MQ-9B ^m	United States	2020	15-18

Fonte: Borsari (2021, p. 23).

Importa destacar os casos de Irã, Israel e Turquia, devido a suas produções domésticas de drones – ainda que elas estejam em níveis diferentes de qualidade e maturação. Israel é um dos grandes produtores de drones, e um dos pioneiros no desenvolvimento dessas aeronaves, desde o final dos anos 1970 – como se discutiu no capítulo anterior, resgatando o histórico da Tadiran e da IAI. O país produz uma grande variedade de drones, capazes de desempenhar diferentes funções: iscas eletrônicas, missões de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (SHPIRO, 2017, BORG, 2021), defesa de mísseis (SANDERS, 2002), contraterrorismo (SHPIRO, 2017, SANDERS, 2007), guerra eletrônica (KREIS, 1990) e plataforma de armas para ataques (BORG, 2021) – ainda que Israel não reconheça esse tipo de emprego.

O programa iraniano de drones iniciou-se ainda nos 1980, no contexto da Guerra Irã-Iraque. Os grandes avanços se deram mesmo ao longo dos anos 2000, contando inclusive com o uso de engenharia reversa de drones estadunidenses que caíram no território do país, bem como a cooperação com países como China e Japão (NADIMI, 2022). O emprego de drones pelo Irã tem como principal objetivo compensar as fragilidades de sua Força Aérea – que apesar de sofrer embargo há década, ainda assim consegue bons resultados em termos de adaptação e modernização de aeronaves –, bem como complementar sua utilização de mísseis cruzadores (NADIMI, 2022; TABRIZI; BRONK, 2018, p. 26).

Por sua vez, a Turquia iniciou sua produção doméstica ao longo da década de 2010, após a aquisição de drones israelenses Heron TP – versão para exportação do IAI Heitan utilizado pela IDF. A partir daí o país iniciou um grande esforço para endogeneização das tecnologias, buscando construir uma indústria doméstica de drones robusta, e que estivesse desde o início ligada ao mercado externo. As condições da indústria de defesa turca permitiam tal ambição. Como membro da OTAN o país está inserido nas cadeias globais de valor na área de defesa, possuindo bastante expertise e pessoal qualificado. Em certo momento a Turquia chegou, inclusive, a produzir mais de 900 componentes (400 de modo exclusivo) do caça de quinta geração F-35 – um dos motivos pelos quais a exclusão do país do programa, após a compra dos sistemas antiaéreos russos S-400 era uma questão sensível para os EUA (DAILY SABAH, 2020).

Em 2011, a Baykar Defence iniciou a produção do drone de combate Bayraktar TB2, que realizou seu primeiro voo em 2014. Já a Turkish Aerospace Industries iniciou a produção do seu primeiro drone, o Anka-S, em 2013 e três anos depois ele já estava realizando seu primeiro voo (AXE, 2020). Esse modelo consiste em uma versão turca do drone estadunidense MQ-9 Reaper, famoso por seu emprego no Afeganistão e Paquistão em operações de COIN (MQ, 2021).

A passagem abaixo ilustra a importância do Anka-S na trajetória do desenvolvimento da indústria endógena de drones na Turquia.

Recentemente, no início dos anos 2000, a Turquia dependia de veículos aéreos não tripulados (UAVs ou drones) fabricados por Israel em sua guerra assimétrica com rebeldes curdos lutando pela autonomia ou independência em partes da Turquia, Iraque e Síria. Quando o país decidiu projetar, desenvolver e produzir seu primeiro drone nativo, o Anka, obstáculos tecnológicos cercaram o programa. Com 100% de fabricação turca, o Anka, em última análise, vangloriava-se de um motor estrangeiro, um sistema automático de decolagem e pouso importado, trem de pouso estrangeiro, um computador de dados de voo estrangeiro, rádio estrangeiro, sensores estrangeiros e um alvo estrangeiro – até mesmo um nome estrangeiro (“Anka” é uma palavra persa). Durante os testes de voo sofreu vários pousos forçados. No entanto, apesar desse início desanimador, em pouco mais de uma década a Turquia tornou-se operador e exportador de sistemas de drones. O crédito por este

sucesso vai para uma vigorosa iniciativa privada na forma de uma parceria entre Kale e Baykar, fabricante dos famosos drones armados Bayraktar TB-2 (BEKDIL, 2021, p. 1, tradução nossa⁷⁰).

A doutrina de emprego de drones na Turquia também é um ponto que merece atenção. Além do emprego em operações de contrainsurgência, o país incorporou esses sistemas como parte de operações de combate de maior escala. Dessa forma, os turcos empregaram seus drones de forma bem-sucedida em operações na Síria, na Líbia (através de um proxie, a facção do Acordo de Governo Nacional) e na guerra entre Armênia e Azerbaijão pela região de Nagorno-Karabakh (com os turcos apoiando os azeris) (BAKIR, 2021).

Esse sucesso no emprego operacional de seus drones acabou por beneficiar a exportação desses sistemas para outros países. O Catar é um dos principais clientes turcos, operando seis unidades do Bayraktar TB2. Outros clientes turcos incluem a Tunísia, a Líbia (facção do Acordo de Governo Nacional, reconhecida pela maior parte dos países), e a Ucrânia. No caso deste último, as entregas dos Bayraktar TB2 iniciaram-se em 2021, e agora, na guerra em curso entre Ucrânia e Rússia, os ucranianos reivindicam a utilização bem-sucedida dos drones turcos (FORREST; MALSIN, 2022).

A figura abaixo ilustra os países que atualmente operam drones turcos, bem como os diferentes modelos produzidos pelo país.

⁷⁰ **No original:** “As recently as the early 2000s, Turkey was dependent on Israeli-made unmanned aerial vehicles (UAVs, or drones) in its asymmetric warfare with Kurdish rebels fighting for autonomy or independence in parts of Turkey, Iraq, and Syria. When the country set out to design, develop, and produce its first indigenous drone, the Anka, technological snags beset the program. The 100% Turkish-made Anka ultimately boasted a foreign engine, a Foreign automatic take-off and landing system, foreign landing gear, a foreign flight data computer, foreign radio, foreign sensors, and a foreign targeting pod—even a foreign name (“Anka” is a Persian word). During flight tests it suffered several crash landings. Yet despite that discouraging start, in slightly over a decade Turkey became the operator and exporter of fine drone systems. The credit for this success goes to vigorous private enterprise in the form of a partnership between Kale and Baykar, maker of the famous Bayraktar TB-2 armed drones” (BEKDIL, 2021, p. 1).

Figura 13 – Drones Turcos: Emprego Interno e no Exterior



Fonte: Bakir (2021).

Outro projeto em desenvolvimento na Turquia, digno de nota, é o *Stand-Off-Jammer/Remote Jammer* (SOJ), que busca desenvolver um drone com capacidade para executar guerra eletrônica. O programa vai aumentar o Anka-I, a versão do drone para coleta de informações, que realizará atividades de inteligência de sinal. Em um programa paralelo, o SSB está desenvolvendo o Suporte Eletrônico Remoto/Capacidade de Ataque Eletrônico em Plataforma Aérea. Este programa é projetado para detectar, identificar e localizar sistemas de comunicação hostis, bem como radares de defesa aérea, proporcionando aviso prévio. Seu design também permite que o sistema bloqueie ou cegue os sistemas hostis, especialmente em operações transfronteiriças (BEKDIL, 2021, p. 2).

A Turquia também trabalha no desenvolvimento de drones ancorados em porta-aviões. Para fornecer capacidade de decolagem e pouso em porta-aviões, a estrutura das aeronaves deverá ser reforçada para suportarem ‘choques G’ muito altos. A empresa Baykar também iniciou a fase de projeto conceitual do que será seu primeiro caça não tripulado autônomo, baseado apenas em Inteligência Artificial.

O drone planejado terá teto operacional de 12 mil metros. As aeronaves movidas a inteligência artificial serão capazes de realizar missões para cinco horas e serão conectadas a uma rede de dados de comunicação via satélite. O projeto prevê que ela será usada em apoio aéreo aproximado, assalto estratégico, ataque de sistema de defesa aérea hostil e missões de ataque com mísseis.

Além desses, existem mais indicadores de que a Turquia aposta no drone não apenas enquanto um sistema para plataformas convencionais, mas vislumbra também um avanço tecnológico maior, explorando com isso as fronteiras da Quarta Revolução Industrial. Por exemplo, a empresa turca Milsoft anunciou em novembro de 2020 o desenvolvimento de software com algoritmos de inteligência artificial (IA) para ser usado em enxames de drones, sejam eles de asa fixa ou rotativa. Equipados com essa IA o enxame de drones é capaz de operar autonomamente do início ao fim da operação (TURKISH FIRM TO DEVELOP AI TO LINK UP TO 50 DRONES IN SWARM, 2020). Trata-se de um acréscimo significativo na qualidade dos drones turcos, bem como no aumento de sua eficiência no campo de batalha, mantendo a atratividade em termos de custo e facilidade de emprego.

Por fim, importa mencionar o caso do Brasil. Já há algum tempo, nosso país opera drones com as funções de vigilância e monitoramento de suas fronteiras, tendo adquirido algumas poucas unidades para a Força Aérea Brasileira e Polícia Federal.

Em 2007, o Departamento de Polícia Federal do Brasil adquiriu o drone Heron – 1 da fabricante israelense Israel Aerospace Industries, para executar missões de Inteligência, Vigilância e Reconhecimento. Capaz de 50 horas de autonomia no ar, alcançar 30.000 pés de altitude e com um alcance de 350 km, foi lançado oficialmente em 2007 e está equipado com sensores eletro-ópticos, infravermelho, radar SAR e radar multimissão – ar-ar, ar-solo e meteorológico (MUNARETTO, 2015, p. 75).

Por sua vez, a partir de 2010 a Força Aérea Brasileira (FAB) adquiriu quatro drones Hermes 450 da fabricante israelense Elbit Systems, Trata-se de um drone projetado para longas missões táticas de resistência, e tem uma autonomia de mais de 20 horas, com a missão primária de vigilância, reconhecimento e retransmissão de comunicações, bem como ataque imediato. Possui velocidade máxima de 156 km/h, alcance de 300 km e peso carregado de 450 Kg, O primeiro esquadrão da FAB composto apenas por VANTS está sediado na cidade de Santa Maria (RS).

Em 2014, a FAB também adquiriu uma unidade do drone Hermes 900 da empresa israelense Elbit Systems. Muito além de um sensor electro-óptico padrão, o Hermes 900 possui um sensor de alta resolução denominado *Sky-Eye*, que é utilizado para monitorar regiões grandes e complexas, como áreas urbanas. Possui peso de decolagem de 1.180 kg, teto

máximo de voo de 9.100 metros, velocidade máxima de 220 km/h, autonomia de voo de 30 horas e capacidade de carga de 350 kg (MUNARETTO, 2015, p. 81-82).

No primeiro semestre de 2022 o Exército Brasileiro deverá receber novos drones para missões de ISR, a serem aplicados especialmente nas regiões de fronteira. Trata-se do Nauru 1000C, produzido pela empresa brasileira XMobots. O drone possui cerca de 150 kg e é equipado com radares, scanners 3D e uma câmera com transmissão de vídeo ao vivo (REDAÇÃO FORÇAS DE DEFESA, 2021).

Figura 14 – Drone brasileiro Nauru 1000C



Fonte: Redação Forças de Defesa (2021).

A aeronave possui sistema de pouso e decolagem vertical elétrico (VTOL – *Vertical Take-Off and Landing*), o que permite a realização de decolagens e pousos ambientes adversos ou confinados. Seu sistema de comunicação possui um alcance de 60 km e ele possui uma capacidade de carga de 18 kg. Uma das inovações, produzidas nacionalmente pela XMobots, é o Gimbal X SIS (*XMobots Stabilized Imaging System*), “composto por uma câmera eletro-óptica com zoom óptico de até 30 vezes, sensor infravermelho termal, sensor telerômetro (designador laser de alvos) e apontador laser” (REDAÇÃO FORÇAS DE DEFESA, 2021) – o que possibilitará ao Exército Brasileiro o emprego de munições guiadas a laser. Possui, ainda, peso máximo de decolagem de 150 kg, propulsão híbrida, autonomia de 10 horas, velocidade de cruzeiro de 111 Km/h e teto operacional de 3.033 metros.

5.2 O DRONE HIPERSÔNICO COMO PLATAFORMA PARA O DOMÍNIO DO ESPAÇO

Após a discussão acerca do papel do drone no âmbito tático, operacional e estratégico, essa seção procura discutir a possibilidade do drone, munido de tecnologia hipersônica, atuar

como plataforma para a exploração espacial. Importa destacar que, no atual momento, trata-se de um debate no campo das possibilidades. Ainda assim, conjecturar acerca do futuro, e interpretar fatos à luz do seu possível significado no ‘devir’, é uma das tarefas principais da cognição humana. Afinal de contas, é por meio da nossa consciência, do esforço de interpretação e análise, que faz-se possível construir associações significativas entre fatos, aparentemente isolados, e os acúmulos em desenvolvimento tecnológico que já estão em curso.

É isto que se pretende realizar nessa seção, a partir da interpretação da circum-navegação do globo terrestre realizada por um veículo planador hipersônico chinês, entre os dias 19 de julho e 24 de agosto de 2021. O argumento a ser explorado é o de que a tecnologia de propulsão hipersônica combinada ao desenvolvimento da Inteligência Artificial e da Comunicação e Computação Quânticas – tecnologias símbolo da Quarta Revolução Industrial – permitiram viabilizar o drone enquanto sistema autônomo para exploração espacial. A presença da IA nos drones, a partir da *Big Data*, já foi explorada anteriormente neste trabalho (capítulo 04). Cabe agora procurar estabelecer um percurso de retroalimentação no papel desempenhado pelo drone.

Inicialmente desenvolvido como sonda – ainda que subatmosférica –, os drones foram assumindo outras feições à medida que a Terceira Revolução Industrial e o processo de digitalização se manifestavam na guerra e nos Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM). Com isso, consolidaram sua missão como sistema aéreo, voltado para a disputa nos domínios integrados ar-terra. Transcorrido o *big bang* da Quarta Revolução Industrial, com a difusão da IA, faz-se relevante retomar o cenário vislumbrado por MacIsaac (2003) e Meira Mattos (1986), no final do século XX: a transição do status do Espaço Sideral de Estratégia para Domínio e a interconexão do ar com o espaço sideral.

Para que esse cenário possa ser viabilizado são fundamentais iniciativas que dividem o drone como um sistema que cumpre um papel estruturante no desenvolvimento de novas tecnologias. A plena incorporação da IA aos drones é um passo necessário para se chegar a drones realmente autônomos – ou seja, que possam operar com a minimização do controle humano – permitindo assim explorar plenamente o Espaço Sideral enquanto um domínio.

Com certeza, o debate em torno do drone autônomo, implica uma série de questões políticas, éticas e filosóficas. Elas vão desde mudanças na conduta da guerra (SCHARRE, 2018; CHAMAYOU, 2015), quanto ao relacionamento entre seres humanos e máquinas (VICENTE, 2005). Todavia, no cenário que se assoma, parece ser a principal vertente para estruturação da exploração espacial em direção a Marte, o cinturão de asteroides, e mesmo uma ocupação eficiente da Lua.

Para estabelecer a importância da exploração espacial, toma-se a liberdade de uma pequena digressão, propondo a utilização de uma metáfora heurística⁷¹. A exploração espacial que se avizinha no horizonte da sociedade humana pode ser comparável a expansão portuguesa rumo a descoberta do Novo Mundo, no final do século XV. Os passos vitoriosos da conquista espacial – Lua, Marte e o Cinturão de asteroides situado entre Marte e Júpiter – a assemelham-se aos acontecimentos que foram chave para a construção do Império Português: a Dobra do Cabo da Boa Esperança (1488); a Conquista de Mascate (1507) e o início da Colonização do Brasil (1530). Guardadas as devidas proporções, tratam-se tarefas épicas, que necessitam usufruir da fronteira do conhecimento e da tecnologia da sociedade humana para se viabilizarem.

Trinta anos depois de Vasco da Gama cruzar o Cabo da Boa Esperança, partiu a expedição de Fernão de Magalhães rumo ao maior feito até então: a realização da circum-navegação do Planeta Terra. Trata-se de um feito épico, quais sejam as circunstâncias em que for realizada. A expedição iniciada em 1519 foi concretizada por Juan Elcano, em 1522, uma vez que Fernão de Magalhães morreu ao longo da viagem, em combate nas Filipinas. No fim, foi o périplo de Magalhães-Elcano que fundou a Economia-Mundo e o hodierno Sistema Internacional.

Por sua vez, a primeira circum-navegação aérea do globo ocorreu em 1924, feita pela aeronave Douglas World Cruiser – que pertencia ao US Army Air Service –, no qual quatro pilotos estadunidenses se revezaram para fazer o périplo no hemisfério norte. Ora, desde 1783 os franceses Jean-François de Rozier e François d'Arlandes, valendo-se de um balão “mais leve que o ar”, haviam provado que os homens eram capazes de transitar no espaço aéreo. Em 1906, Santos Dumont, em seu célebre 14-bis fez o mesmo, dessa vez valendo-se do “mais pesado que o ar”. Mas, foi só com o périplo do US Army Air Service que ficou claro que o ar deixava de ser espaço de trânsito e constituía-se enquanto domínio. A consequência não tardou em fazer-se sentir. Após a Segunda Guerra Mundial – a primeira na qual o domínio do ar se revelaria decisivo – o sistema internacional passou a ser dominado por duas potências não europeias: os EUA e a URSS.

⁷¹ **Metáfora Heurística** – Termo cunhado por Herman Kahn e Anthony Wiener na obra “O Anos 2000”, para designar a “comparação entre diferentes interpretações macro históricas ou de Filosofias da História, buscando, com isso, direções, sentidos e elementos para elaborar e extrapolar a tendência múltipla” (KAHN; WIENER, 1967, p.26-27). De acordo com Andrioni (2010, p.4), o conceito está calcado “na ideia de que ‘a História pode não se repetir, mas pode parafrasear-se’ (KAHN; WIENER, 1967, p.32; KAHN; WIENER, 1968, p.64), ou seja, que eventos semelhantes ou análogos podem apresentar resultados parecidos.” Assim, ao utilizar-se de uma metáfora heurística o analista não busca necessariamente resultados precisos e objetivos, mas tão somente levantar questões, hipóteses e conjecturas sobre desenvolvimentos futuros (ANDRIONI, 2010, p. 4)

Em 1961, Yuri Gagarin realizou a primeira circum-navegação da Terra pelo espaço sideral. Como havia se dado antes com o mar e o ar, os homens provaram que eram capazes de transitar pelo espaço sideral. E, conquanto os mísseis balísticos intercontinentais e o sistema de satélite de posicionamento global tenham nos dado a sensação da existência de um domínio humano no espaço, ele tem sido mais metafórico e virtual do que real. Pode-se dizer, sem receio de se exagerar, que os homens encontram-se em terra, mar e ar – o tempo todo, diuturnamente. E, ressaltando-se mais uma vez a existência de estações espaciais orbitais tripuladas, não se pode ainda comparar a presença do homem no espaço, a já observada no mar e no ar. É isto que o feito obtido pela China, ocorrido entre 19 de julho e 24 de agosto de 2021, está prestes a mudar.

Em síntese, tratou-se do voo de planador hipersônico chinês, lançado por um foguete Longa Marcha 2, que efetuou a circum-navegação do globo em uma trajetória de cruzeiro de baixa órbita. Ao se precipitar sobre o seu alvo, este não foi atingido. De acordo com o relato, a margem de erro foi de 30 km (24 milhas). Trata-se de uma margem de erro bastante considerável, em se tratando da precisão de ogivas. Nestes casos, a margem de Erro Circular Provável (*Circular Error Probable* – CEP) considerada aceitável fica na faixa dos 10 m. Mesmo assim, qualquer que seja o caso, tratou-se de um feito de navegação notável, pelo fato do móvel percorrer quase 40 mil km, e praticamente, retornar ao seu ponto de origem (SEVASTOPULO; HILLE, 2021).

Para se compreender como isso foi possível, importa atentar para quatro variáveis principais:

- a) altitude;
- b) propulsão;
- c) trajetória; e
- d) velocidade.

No que diz respeito a altitude, o voo do hipersônico chinês foi definido como de baixa órbita, o que tecnicamente pode indicar um apogeu (maior distância da superfície) de até 2.000 km – mas que neste caso acredita-se que tenha ficado entre os 80 e 100 km que a NASA e a Linha de Kármán definem, respectivamente, como o limite que separa a atmosfera do espaço sideral.

Esse tipo de conjectura tem uma razão de ser: a propulsão. Diferentemente de veículos orbitais, que depois de valer-se do impulso do foguete, contam com a própria gravitação terrestre pra manter-se em movimento, o planador hipersônico “consume” parte da energia cinética para convertê-la em energia de movimento. É isto que a matéria de Sevastopulo e

Hille (2021) no Financial Times – primeira fonte a repercutir o acontecimento – quer dizer com “sob seu próprio impulso”.

No que tange a trajetória, cumpre efetuar dois tipos de distinção: a trajetória do planador hipersônico não é balística (em parábola), como no caso das ogivas dos mísseis balísticos. Mas sim, uma trajetória cruzadora, tal qual os mísseis de cruzeiro. Isto é, embora a altitude varie, o móvel mantém-se paralelo, ainda que em diferentes planos, em relação a superfície terrestre. Tampouco trata-se de uma órbita circular ou elíptica, como aquela desenvolvida pelos satélites ou estações orbitais.

A particularidade da trajetória incide sobre a velocidade do móvel. Ogivas em trajetória de meio curso, satélites artificiais ou estações orbitais desenvolvem velocidades que variam de 18,9 a 23,9 vezes a velocidade do som (Mach) – ver Quadro 6. Já, ainda de acordo com Sevastopulo e Hille (2021) o veículo hipersônico chinês desenvolveu velocidades em torno de 5 Mach.

Quadro 6 – Velocidades de Baixa Órbita

Velocidades de Baixa Órbita			
Órbita	Altitude	Velocidade orbital	Mach (1.300 km/h)
Superfície da Terra	0 km	28.440 km/h	21, 8
Terrestre baixa	200 a 2.000 km	Circular: 24.840 km/h-28.880 km/h	20,1-23,3
		Elíptica: 23.400 km/h-29.520 km/h	18,9-23,9
Fonte: Wikipedia [URL] https://pt.wikipedia.org/wiki/Velocidade_orbital (a 19/10/2021)			
Adaptação: Welber Silveira Noronha			

Fonte: Wikipedia [URL] https://pt.wikipedia.org/wiki/Velocidade_orbital (a 19/10/2021).

Por fim, retoma-se a questão da navegação. Importa reconhecer a orientação de mísseis:

- a) balísticos; e
- b) cruzadores.

Os primeiros são orientados – como o próprio nome sugere – em virtude da trajetória balística. Isto é, como um projétil de obus, o direcionamento é dado pelo palco da parábola que o projétil precisa percorrer para atingir o alvo. Mas, o elemento que garante a guiagem é também o que suscita a vulnerabilidade aos escudos antimíssil. Como ogivas balísticas não

podem manobrar no curso de sua trajetória, seu percurso torna-se previsível e passível de interceptação pelos elementos do escudo antimíssil.

Já os mísseis cruzadores enfrentam sérios problemas de navegação e guiagem. Mesmo dotados de giroscópios e Sistemas de Navegação Inercial (INS) – em tese capaz de fazer ajustes de trajetória – os mísseis cruzadores revelavam-se imprecisos à grandes distâncias, em virtude da curvatura da Terra. De início foram encontradas duas soluções:

- a) à semelhança dos navegadores portugueses, orientá-los pelas estrelas, com o Sistema Automático de Navegação Celestial – *Automated Celestial Navigation System*. Que, conquanto eficiente, depende de condições de visibilidade adequada para ser efetivo, tornando o emprego do míssil dependente de condições atmosféricas favoráveis;
- b) orientar o míssil a partir de mapas da superfície terrestre, previamente acumulados em bancos de dados (TERCOM e DSMAC – Terrain Contour Matching e Digitized Scene-Mapping Area Correlator). Neste caso, o problema é que toda a trajetória a ser percorrida, desde o lançamento até o alvo, precisava estar previamente inserida no míssil. E, desvios de percurso, mesmo pequenos – a despeito de contar com o auxílio do INS – eventualmente tornavam-se irreparáveis se o míssil não fosse capaz de correlacionar as imagens captadas em terreno com as disponíveis em seu banco de dados.

Foi então que surgiram os sistemas de navegação por satélites: o GPS (*Global Positioning System*) dos EUA, em 1978; o GLONASS da URSS/Rússia, em 1982, e o BeiDou da China, em 2000. Tratam-se de constelações de satélites, interligadas entre si, e com estações terrestres que permitem o ajuste preciso do Sistema de Navegação Inercial e a navegação de meio curso, quer de mísseis cruzadores, “bombas burras” (*dumb bombs*), ou mesmo projeteis de artilharia, até a zona do alvo. Quando, então, contam outros sistemas de orientação (*homing*) característicos de cada munição. À diferença da navegação celestial, ou do TERCOM, os sistemas de navegação por satélites não dependem de condições atmosféricas ou de dados previamente armazenados, posto que as correções são feitas em tempo real. A única limitação conhecida destes sistemas é o *jamming* – interferência ou interrupção de comunicações.

As perspectivas do drone autônomo se fortalecem frente ao problema decorrente da interação dos materiais na velocidade hipersônica. Ao se deslocar nessa velocidade, o móvel libera tanto calor que produz uma camada de plasma em torno de si. Trata-se algo muito adequado para elidir sinais de radar, dotando-o de furtividade. Entretanto, também, prejudica a guiagem e navegação, uma vez que inviabiliza a correção de posicionamento por parte de

qualquer sistema de navegação por satélite, ou mesmo a orientação pelo magnetismo terrestre – por meio de uma bússola, por exemplo (CHEN, 2021b).

A IA ressurgiu para resolver estes problemas, em especial o de navegação. Os professores Xian Yong e Li Bangjie, da Universidade de Engenharia da Força de Foguetes da China (*Rocket Force Engineering University*) propõem o uso da Inteligência Artificial (IA), associada a acelerômetros de quartzo⁷² e giroscópios laser⁷³. Eles efetuaram um estudo que demonstra a possibilidade de uma IA calcular a posição do móvel, antes dele entrar em velocidade hipersônica, utilizando os sinais do GPS ou do BeiDou, de sorte a criar um algoritmo de posicionamento que permita orientá-lo mesmo em meio ao plasma decorrente da interação dos materiais na velocidade hipersônica. Mesmo utilizando um equipamento defasado – uma CPU da Intel de 10 anos de idade – a IA levou apenas 20 segundos para criar o algoritmo (CHEN, 2021b).

Além de incidir decisivamente sobre a navegação, o emprego da IA resolveria também o problema da guiagem: os pesquisadores chineses acreditam que a margem de erro circular provável resultante seria de 10 metros – que, como referido, é um CEP aceitável para ogivas consideradas precisas (CHEN, 2021b).

Nesse aspecto cumpre reforçar que a viabilidade do emprego de planadores hipersônicos a grandes distâncias estará, necessariamente, articulada a IA. A navegação e a guiagem por IA embarcada resolve todos os problemas referidos das formas de navegação anteriormente referidas. O drone autônomo não depende de condições climáticas (*Automated Celestial Navigation System*) tampouco de um banco de dados bem como programação previamente inseridas no míssil (TERCOM). E, em virtude do plasma, é imune ao jamming (Sistemas de Navegação por Satélites).

Desse modo, a IA viabiliza o drone hipersônico, e fica inscrita de modo indelével na agenda da Quarta Revolução Industrial. Espera-se que tenha-se conseguido, ainda que minimamente, demonstrar a interconexão entre o desenvolvimento do hipersônico e as tecnologias relacionadas ao *big-bang* da Quarta Revolução Industrial. Cumpre mencionar o grande ausen-

⁷² **Acelerômetros de Quartzo** – O acelerômetro é um dispositivo usado para medir a aceleração de um sistema. Mesmo os acelerômetros mecânicos já faziam uso de materiais pirocêramicos ou de cristais, como é o caso do quartzo. Os acelerômetros digitais usam quartzo pelas mesmas razões – suportar altas pressões e temperaturas e fazer leituras mais rápidas e precisas. Está intimamente associado ao desenvolvimento da navegação, em geral, e a guiagem de armas, em particular. Desde a década de 1990 os acelerômetros de quartzo acabaram dominando o mercado, em sistemas ou plataformas que requerem a navegação de alta precisão.

⁷³ **Giroscópios Laser** – Giroscópios são dispositivos usados para medir a mudança de direção de um objeto em movimento. Historicamente são dispositivos mecânicos, que utilizam discos que oscilam ao redor de um eixo. Já os giroscópios laser foram criados em 1963, substituindo o princípio mecânico, pelo princípio óptico. Permitem medições extremamente precisas, capazes de aferir inclusive a rotação da terra. Desde os anos 1970 eles compõem os sistemas de navegação inercial de aeronaves militares, como do EF-111 Raven (já retirado de serviço), o B-52 Stratfortress, os F-15E Strike Eagle, e o F-16 Fighting Falcon, além da Estação Espacial Internacional.

te. A computação e a comunicação quânticas, que ficaram de fora em virtude, seja das dificuldades de um sistema *on-board* com computador quântico – a alta temperatura, pressão e trepidação – ou a impossibilidade de qualquer comunicação com o móvel, devido ao plasma.

No que diz respeito as aplicações civis, o voo do planador hipersônico chinês – e as lições apreendidas da produção de plasma em altas velocidades – fortalecem a ideia do drone autônomo enquanto plataforma para exploração espacial. O avião espacial deixa de ocupar a esfera da ficção ou do campo da especulação imaginativa. Trata-se de um projeto que está na fase de Pesquisa e Desenvolvimento, e esse teste é evidência cabal disso. Fica em aberto saber – e isso deve ser objeto de devida atenção – que tipo de propulsor se projeta utilizar na versão final do avião espacial.

O desafio que se impõem é controlar a turbulência e a trepidação, de modo a viabilizar voos tripulados. Os chineses pretendem até 2035 transportar 10 passageiros para qualquer lugar do planeta Terra em uma hora. Para 2045, a expectativa é que o número se multiplique por dez (CHEN, 2021a). As descrições desse sistema que vem sendo construído pela China o colocam como uma aeronave maior do que um Boeing 737-700, com um design aerodinâmico que se assemelha ao avião comercial supersônico Concorde. O grande desafio de viabilizar projetos como esse está na elaboração dos materiais que revestem as áreas mais expostas ao calor e pressão, especialmente quando a aeronave chega a velocidade Mach 6 – a correspondente a seis vezes a velocidade do som, de 7.334 km/h.

Nesse caso, os esforços são sucessivos e cumulativos. Viabilizar uma aeronave subatmosférica permite conhecimentos para se construir uma aeronave que opera fora da atmosfera, no Espaço Sideral propriamente dito. Pode até se vir a ser um drone autônomo – controlado por IA, mas os planos são que até 2045 a China possua uma frota espacial capaz de transportar até 100 mil passageiros, por ano, para bases na órbita baixa da Terra ou na Lua (CHEN, 2021^a).

Mas, mesmo que demasiado otimista, a estimativa serve para indicar a previsão do quantitativo de pessoas que os chineses pretendem manter no espaço: ao menos 50 mil. Afinal, seis meses é o prazo além do qual a ausência de gravidade e os efeitos dos raios cósmicos pode comprometer irreversivelmente a saúde humana.

Quanto à exploração de Marte, os cientistas envolvidos no projeto são menos otimistas. De acordo com o professor Xu da Escola de Astronáutica da Beihang University, em Beijing, voos hipersônicos para Marte não devem ocorrer dentro dos próximos 30 anos, devido a uma série de problemas técnicos que precisam ser resolvidos. Mas uma vez estabelecidas as primeiras colônias humanas no planeta vermelho, a demanda por transportes de longa distância tenderá a aumentar (CHEN, 2021c). E, certamente, os programas espaciais das Grandes

Potências levam em conta a superação dessas contingências no longo prazo. De todo modo, trinta anos não é tanto tempo assim – lembre-se que foi o tempo transcorrido entre o cruzamento do Cabo da Boa Esperança e o início da Expedição de Magalhães. O que pode-se dizer é que, dessa vez, a Era do Domínio do Espaço chegou. Ele se tornará mais um habitat artificial dos seres humanos como hoje são o ar e o mar.

Por fim, importa discutir a situação do Brasil no que tange ao desenvolvimento da tecnologia hipersônica. Hodiernamente, a Força Aérea Brasileira (FAB) desenvolve um motor hipersônico que impulsionará foguetes e drones autônomos de grandes velocidades. Isto se dá por meio da Operação Cruzeiro, que faz parte do desenvolvimento do Projeto PropHiper – Projeto Propulsão Hipersônica 14-X –, um dos Projetos Estratégicos da FAB, coordenado pelo Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA).

Em 14 de dezembro de 2021, ocorreu o primeiro teste do hipersônico brasileiro no Centro de Lançamento de Alcântara. Nele, um protótipo de motor scramjet atingiu uma velocidade próxima de Mach 6 (seis vezes a velocidade do som) percorrendo cerca de 200 km até cair de forma planejada no Oceano Atlântico (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2021; FAB, 2021).

Este foi apenas o primeiro de quatro voos que constituem o Projeto 14-X. Cada um deles contam protótipos de ascendente complexidade (Figura 15). Nos dois primeiros voos, trata-se de demonstrador de tecnologia do motor de propulsão hipersônica aspirada (scramjet), em forma de um foguete. Já os voos três e quatro tratam da demonstração de um veículo hipersônico manobrável, sendo que no último voo consiga-se unir navegação e propulsão hipersônicas (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2021; FAB, 2021).

Figura 15 – Voos Projeto 14-X



Fonte: Força Aérea Brasileira (2021).

Com o sucesso nada modesto, ainda que inicial, da Operação Cruzeiro, o Brasil dá passos importantes para ingressar no seleto grupo dos países que detém o conhecimento técnico e os meios para projetar, construir, lançar e rastrear um sistema hipersônico aspirado (*scramjet*). Isto significa que o Brasil encaminha-se para a entronização da IV Revolução Industrial. Cabe notar que este esforço se dá de forma paralela à endogeneização da III (microeletrônica) e até da II Revolução Industrial (como é o caso da propulsão nuclear). Entretanto, isto ressalta a possibilidade de inserir-se também nos eventos epocais da transição tecnológica em curso, a exemplo da exploração do espaço próximo.

5.3 CONCLUSÃO DO CAPÍTULO 5

No presente capítulo procurou-se explorar a ideia do drone como sistema multidomínio, isto é, que abarca transversalmente tanto os níveis da guerra bem como os domínios físicos – terra, mar, ar e espaço. Os exemplos hodiernos, nacionais e internacionais, demonstram a interconexão do drone com as tecnologias da IV Revolução Industriais e seus impactos epocais (como a exploração do espaço próximo).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ponto de partida do trabalho, expresso no Capítulo 2 intitulado “O Drone e a Transformação Militar”, foram os enfoques acerca da transformação. Procurou-se, de acordo com a ênfase que davam para outros aspectos além do combate, constituir dois campos: o da transformação restritiva, representado por William Lind (2005), Paul Wolfowitz (1992) e Donald Rumsfeld (2002), e o da transformação holística, pelo brigadeiro chileno Jaime Covarrubias (2007) e o próprio Estado-Maior do Exército Brasileiro (BRASIL, 2010).

Procurou-se passar ao largo das polêmicas, retratou-se a RMA como um esforço tecnológico e doutrinário que levou à vitória dos Estados Unidos na Guerra Fria. Portanto, em termos puramente empíricos, constatáveis à luz das realidades do Sistema Internacional. O mesmo procedimento foi adotado para definir a transformação: o ajuste das Forças Armadas dos EUA à realidade do pós-Guerra Fria. Aí começaram os problemas.

De um lado, o Planejamento Baseado em Capacidades constituiu-se em um importante marco doutrinário que permite associar o Preparo Militar às realidades sistêmicas inerentes às relações internacionais. Portanto, ajuda na imprescindível sinergia entre defesa e política externa. Constituiu-se no ponto alto das inovações trazidas pela Transformação no âmbito legal.

Por outro lado, é forçoso reconhecer que a realidade em que se deu a transformação nos EUA é irreplicável. Ela foi associada, como procurou-se demonstrar no curso do Capítulo 2, a um plano extremamente ambicioso, que consistia em transformar a polaridade do Sistema Internacional em tema de agenda doméstica – em última instância, este é o teor da Doutrina Wolfowitz.

Mas a pretensão parecia justificar-se. Afinal, os EUA eram o país líder da OTAN, que congrega seis dos sete países mais ricos do mundo – o sétimo, o Japão, também é aliado dos EUA no Pacífico. Além disso, mais de um século de parceria inter-atlântica no que tange a cooperação de bancos e corporações transnacionais. De sorte que, tendo em vista esta realidade excepcional, de concentrar em suas mãos o maior poder político, econômico e militar do planeta, fica mais fácil de entender o perfil da transformação pretendida pelos EUA.

Em conteúdo, vislumbravam um mundo sem barreiras alfandegárias – a Doutrina Wolfowitz é muito explícita no que tange a impedir que áreas do mundo se fechem à influência estadunidense – de tal sorte que pouco importava onde seriam produzidos sistemas.

Assim, o empuxo de manter a vantagem tecnológica – mediante subcontratação de empresas estrangeiras – a despeito de acelerar a desindustrialização e a desnacionalização da base industrial de defesa, até pode ter sido notado. Mas não foi levado em conta, dada a visão de futuro que então se possuía.

Às dificuldades envolvendo o processo de aquisição, operado dentro de tais premissas, somaram-se os gastos de custeio no que, em sua versão final, foi chamada a “Guerra ao Terror”. Assim, além de gastar muito com a defesa, os EUA passaram a gastar mal. Apenas a rubrica de custeio das operações além-mar chegou a exceder o orçamento total de defesa de quase a totalidade dos competidores e aliados dos EUA.

Atualmente, os estadunidenses encaminham-se para uma visão de transformação que se coaduna mais com a de Covarrubias do que a de Lind, Wolfowitz e Rumsfeld. Aos esforços de Trump de renacionalizar indústrias e travar a guerra comercial, seguem-se os de Joe Biden. Apenas de uma outra forma: através de sanções unilaterais que fazem às vezes de uma barreira comercial, ainda que não-tarifária. De sorte que os EUA lideram um processo que pode ser definido como de reterritorialização do capitalismo. E que consiste na reindustrialização e na reconcentração da produção no próprio EUA.

De modo que o exemplo estadunidense valoriza o Marco Legal brasileiro, para quem, desde sempre, defesa e desenvolvimento são faces indissociáveis da mesma moeda. Isto foi tratado no Capítulo 2, em sua dimensão militar, o que designou-se como ‘a volta da massa de guerra’, como elemento mediador entre a ofensividade e a segurança.

Ainda no capítulo 2, dentro desse enfoque que vislumbra o preparo como parte da geração de capacidades e, portanto, fator para otimizar o posicionamento internacional do país, tratou-se do drone e da IV Revolução Industrial. Nessa seção, procurou-se explicitar conceitualmente o que significa Revolução Industrial e endogeneidade, bem como explorar um aspecto do *spin-on* (DUARTE, 2012b, p. 25). Isto é, de como as facilidades do mercado civil tornam sustentável as inovações militares. Assim, a ênfase na transição da III para a IV Revolução Industrial constituiu-se como pano de fundo que separa a era do drone tático da do Drone Multidomínio.

No Capítulo 3, intitulado “A Transformação no Brasil”, tratou-se das capacidades. Como fica claro no texto, na seção seguinte, a visão do Planejamento Baseado em Capacidades precedeu a própria Transformação, embora seja um de seus conceitos angulares. Desse modo, começou-se argumentando que as visões de Kenneth Waltz (1979) e Charles Tilly (1996; 2007) acerca das capacidades, são antes complementares do que antagônicas. A

seguir, tratou-se do Marco Legal, tendo como ponto de partida o Decreto 6.592/2008 – que dispõe sobre a Mobilização Nacional e cria o Sistema Nacional de Mobilização (SINAMOB), que estabeleceu o fundamento para o Planejamento Baseado em Capacidades. Isto se deu na medida em que substituiu-se a ideia de que a agressão estrangeira seria apenas a violação das fronteiras nacionais, definindo-a em termos mais amplos, como quaisquer atos lesivos à soberania nacional, mesmo que praticada além das fronteiras. Ora, tal percepção desconstruiu a ideia do planejamento baseado em percepção de ameaças – que operava em moldes puramente reativos. Se a agressão estrangeira pode estar além das fronteiras nacionais, se supõe que há que se ter capacidades para fazer frente a ela. O que subentende a capacidade de projeção de força. O que envolve, além de domínio tecnológico, os meios correspondentes para tanto.

A seguir, ainda no mesmo capítulo, destacaram-se as principais respostas dadas pelo Exército à Estratégia Nacional de Defesa (END – Decreto n. 6.703/2008): o programa PROFORÇA e a Estratégia Braço Forte. Do primeiro salientou-se a importância do PRORASAM – Programa de Racionalização Administrativa – que procura eliminar a duplicidade desnecessária de meios que colimam nos mesmos fins, de modo a economizar recursos que podem ser utilizados em obtenção. Por sua vez, a Braço Forte teve, entre seus desdobramentos principais, o próprio Programa de Transformação do Exército (BRASIL, 2010), definido este em termos holísticos e híbridos. Ou seja, que levava em conta as realidades do Estado e da sociedade brasileira. E, ao mesmo tempo, atentava para a importância da continuidade da mecanização do Exército, par a par com o esforço de inserção deste na III Revolução Industrial.

Das decorrências dos Decretos 6.592/2008 e 6.703/2008, bem como do PROFORÇA e da Braço Forte, foram selecionados dois grupos de portarias que, argumenta-se, representam sua consumação mais acabada no âmbito da Força Terrestre. O primeiro representado pela Portaria nº 1.701/2016, que estabeleceu Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação (SisDIA). E o segundo pelas Portarias Cmt Ex nº. 872/2012 e nº 873/2012, que estabeleceram os Grupamentos Logísticos. Argumentou-se que essas portarias possuem um caráter transcendental, que, associado à Nova Lei de Licitações, incide favoravelmente sobre o incremento dos parques de manutenção, bem como o estabelecimento de polos industriais de defesa. Destarte, acredita-se ter demonstrado que existe suficiente base legal e normativa para que a recepção do drone no Exército – e, de resto, nas demais Forças – possa ser efetivada com sucesso.

Ainda no Capítulo 3, tratou-se do “Drone: combate e adaptação”. Nesta seção, procurou-se reconhecer as dificuldades inerentes à associação entre o desenvolvimento e o combate. Isto foi feito ao discorrer-se sobre uma série de díades:

- a) a competição entre modernização e transformação;
- b) entre mobilidade e defesa;
- c) entre a massa e o poder de fogo;
- d) o custeio de operações e os investimentos de capital; e
- e) estrutura profissional ou híbrida (com conscritos).

Então, empreendeu-se à tentativa de, a partir de dois exemplos hipotéticos, demonstrar como o drone pode conciliar e harmonizar essas tendências que competem entre si. Mencionou-se o caso hipotético da adaptação do míssil Spike disparado fora da linha de visão (NLOS) a partir da utilização do M-113 VBTT, enquanto plataforma. E da utilização do míssil LAHAT, no Carro de Combate Principal Leopard 1A-5. Nos dois casos, procurou-se evidenciar como a mecanização e a inserção do Exército na rede podem, com a mediação do drone, complementarem-se reciprocamente.

Mas, era preciso dar uma noção de perspectiva a essas proposições. Procurou-se fazer isso no Capítulo 4, intitulado “Breve Histórico dos Drones”. Nele, associa-se a trajetória do drone ao desenvolvimento da própria cibernética. Procurando-se evidenciar que, de acordo com a ênfase de associação a um de seus ramos – comunicação, informática ou robótica – obtinham-se produtos diferentes que, com o agregado tecnológico, foram tendo importância crescente.

Isto foi feito a partir de três esforços analíticos sucessivos e articulados. No primeiro, procurou-se interconectar a trajetória do drone como precursor remoto da própria Inteligência Artificial – valendo-se, para tanto, do AGM-78 Egrof Segol. O segundo, pode ser representado pelas subseções que tratam das sondas ADM-20 Quail e D-21 SCAD. Elas evidenciam a importância estratégica do drone para efeitos de uma confrontação nuclear, bem como o caráter de modularidade do qual valeu-se também para o desenvolvimento do avião de treinamento Talon T-38. Este último convertido no avião de caça Tiger F-5 – em uso pelo Brasil e outros países. O argumento principal, do ponto de vista sistêmico, é que essas sondas, associadas à informática, permitiram a vitória estadunidense na Guerra Fria – para o que se mencionou, de passagem, também a operação Able Archer de 1983. O terceiro esforço tratou da Guerra do Líbano de 1982, que pode ser vista como precursora da doutrina da Batalha Aeroterrestre (TRIZOTTO, 2015, p. 58). E de como, especificamente no Vale do Bekaa, o

drone e já o ‘big data’ foram cruciais para a supressão de defesas antiaéreas da Síria. E, portanto, para a campanha vitoriosa de Israel no Líbano. Argumentou-se que este exemplo do Oriente Médio impressionou profundamente tanto estadunidenses quanto soviéticos, persuadindo os primeiros a construir o Legado e exercitar a pressão para ‘vencer’ a Guerra Fria. E que os segundos foram convencidos da futilidade em lutar, e de resignar-se à rendição. Destarte, por este percurso, a história do drone liga-se a história universal, através do desfecho daquilo que já foi definido como um confronto “por nada menos do que o domínio global” (BRZEZINSKI, 1987, p. 16).

No Capítulo 5, intitulado “o Drone Multidomínio”, procurou-se corporificar o conceito a partir de dois enfoques. Primeiro, demonstrar a transversalidade do drone em relação aos níveis do planejamento de guerra. Isto é, sua importância para o nível tático, operacional e estratégico. Na segunda seção, procura-se demonstrar este mesmo caráter transversal, só que desta feita em relação aos diferentes domínios – terra, mar, ar e espaço. Procurando-se, nos dois casos, com exemplos atuais, demonstrar que a interconexão entre o drone, a Inteligência Artificial e a exploração espacial dizem respeito ao presente. Aos dias de hoje. E não a um futuro incerto e muito menos a um enfoque ficcional.

Desse modo, espera-se ter cumprido satisfatoriamente o propósito da dissertação, que pretendeu relacionar o drone a reindustrialização do Brasil e à inserção na IV Revolução Industrial. Espera-se que o esforço corporificado no relatório compense as eventuais insuficiências e lacunas presentes no trabalho.

A pesquisa rendeu, como referido na introdução, uma série de subprodutos. De modo que espera-se, em trabalhos futuros, dar continuidade ao esforço. Certamente beneficiado pelas críticas, sugestões, e formulações que o mesmo possa suscitar.

REFERÊNCIAS

ABADICIO, Millicent. **Big data in the military**: intelligence gathering and AI. EMERJ Artificial Intelligence Research, [S.l.], 8 May 2019. Disponível em: <https://emerj.com/ai-sector-overviews/big-data-military/>. Acesso em: 9 mar. 2022.

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Mestre Jou, 1970.

ABDI. **Diagnóstico**: base industrial de defesa brasileira. Campinas: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2011.

ABDI; IPEA. **Mapeamento da base industrial de defesa**. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2016

AFINOGENOVA, Inna. **Red 6G**: china y ee.uu. ya luchan por dominar la tecnología del futuro. China y EE.UU. ya luchan por dominar la tecnología del futuro. 2022. Disponível em: https://youtu.be/i6Cuz_19TWY. Acesso em: 21 jan. 2022.

AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Primeiro teste de voo do motor aeronáutico hipersônico 14-X é realizado em Alcântara**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/assuntos/noticias/primeiro-teste-de-vo-do-motor-aeronautico-hipersonico-14-x-e-realizado-em-alcantara>. Acesso em: 25 mar. 2022.

ALBUQUERQUE, Karol. China desenvolve aeronave que viaja o mundo em tempo recorde. **Olhar Digital**, [S.l.] 21 jul. 2021. Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2021/07/20/ciencia-e-espaco/china-desenvolve-aeronave-que-viaja-o-mundo-em-uma-hora/>. Acesso em: 9 dez. 2021.

ALÇANDO novos voos. Embraer: acciona vai investir US\$ 30 milhões na Eve para desenvolver ecossistema para carros voadores. **Revista Seu Dinheiro**, [S.l.], 18 mar. 2022. Disponível em: <https://www.seudinheiro.com/2022/empresas/embraer-eve-acciona-anuncia-investimento-30-milhoes-de-dolares-gvgv/>. Acesso em: 11 abr. 2022.

ALONI, Shlomo. Punhos de ferro!: junho de 1982: o avião vence o míssil no Vale do Bekaa. **Revista Força Aérea**, [S.l.], v. 7, n. 27, jun./jul./ago. 2002.

AMIN, Samir (Coord.). **A crise do imperialismo**. Rio de Janeiro: Graal, 1977.

ANDRIONI, Fábio Sapragnas. A ciência do futuro e o progresso em o ano 2000, de Herman Kahn e Anthony J. Weiner. In: ENCONTRO REGIONAL DE HISTÓRIA: HISTÓRIA E LIBERDADE ANPUH, 20., Franca. **Anais [...]**. Franca: UNESP, 2010.

AXE, David. Guess who's a drone power now: Turkey. **The National Interest**, [S. l.], 17 Mar. 2020. Disponível em: <https://nationalinterest.org/blog/buzz/guess-who%E2%80%99s-drone-power-now-turkey-133702>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BAKIR, Ali. Mapping the rise of Turkey's hard power, part 2: domestic industry. **New Lines Institute for Strategy and Policy**, [S.l.], 26 ago. 2021. Disponível em:

<https://newlinesinstitute.org/uncategorized/mapping-the-rise-of-turkeys-hard-power-part-2-domestic-industry/>. Acesso em: 23 mar. 2022.

BARROSO, Daniel Arrais. **Gestão da cadeia de suprimentos: aquisições, licitações e contratos regionalizados pelo 3º Grupamento Logístico (3º Gpt Log)**. Projeto apresentado para seleção de mestrado na Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO). Rio de Janeiro, 2019.

BEKDIL, Burak. **The rise and rise of Turkish drone technology**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.meforum.org/62213/the-rise-and-rise-of-turkish-drone-technology>. Acesso em: 25 mar. 2022.

BOOT, Max. La nueva forma estadounidense de hacer la guerra. **Foreign Affairs en Español**, Cidade do México, v. 3, n. 3, p. 29-45, jul./sept. 2003.

BORG, Stefan. Assembling Israeli drone warfare: loitering surveillance and operational sustainability. **Security Dialogue**, [S. l.], v. 52, n. 5, p. 401–417, 2021.

BORSARI, Federico. **The Middle East's game of drones: the race to lethal UAVs and its implications for the region's security landscape**. Text. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.ispionline.it/en/publicazione/middle-east-s-game-drones-race-lethal-uavs-and-its-implications-regions-security-landscape-28902>. Acesso em: 25 mar. 2022.

BOVA, Francesco; GOLDFARB, Avi; MELKO, Roger. A computação quântica está chegando. O que ela pode fazer? **Harvard Business Review**, [S. l.], 2021. Disponível em: <https://hbr.org/2021/07/quantum-computing-is-coming-what-can-it-do>.

BOYNE, Walter J. MIG sweep. **Air Force Magazine**, Arlington, Nov. 1998. Disponível em: <https://www.airforcemag.com/PDF/MagazineArchive/Documents/1998/November%201998/198sweep.pdf>. Acesso em: 7 mar. 2022.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**: 1988. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 14 maio 2021.

BRASIL. **Decreto nº 5.484, de 30 de junho de 2005**. Política de Defesa Nacional. Brasília, 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/decreto/d5484.htm. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. **Decreto n. 6.703, de 18 de dezembro de 2008**. Estratégia Nacional de Defesa (END). Brasília, 2008b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6703.htm. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 6.592, de 2 de outubro de 2008**. Regulamenta a lei que dispõe sobre a Mobilização Nacional e cria o Sistema Nacional de Mobilização – SINAMOB. Brasília, 2008a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/decreto/d6592.htm. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. **Lei complementar nº 97, de 9 de junho de 1999.** Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Brasília, 1999. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp97.htm. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 11.631, de 27 de dezembro de 2007.** Dispõe sobre a Mobilização Nacional e cria o Sistema Nacional de Mobilização – SINAMOB. Brasília, 2007. Brasília, 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111631.htm. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 12.598, de 21 de março de 2012.** Estabelece normas para compras, contratações e desenvolvimento de sistemas de defesa e dispõe sobre regras de incentivo à área estratégica de defesa. Brasília, 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112598.htm. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. Marinha do Brasil. Estado-Maior da Armada. **Plano estratégico da Marinha 2040.** Brasília, 2020c. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/sites/all/modules/pub_pem_2040/book.html. Acesso em: 20 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa.** 2. ed. Brasília: Ministério da Defesa, 2008. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_1.pdf. Acesso em: 17 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Livro branco de defesa nacional.** Brasília, 2020a. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/livro_branco_congresso_nacional.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política e estratégia nacional de defesa nacional.** Brasília, 2020b. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_1.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **PROFORÇA – Projeto de Força do Exército Brasileiro.** Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **Estratégia Braço Forte.** Brasília, 2009. Disponível em: http://www.eb.mil.br/c/document_library/get_file?uuid=b8fd062b-d6c0-431f-a931-1d7ad6facccc&groupId=1094704. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **Manual fundamentos doutrina militar terrestre.** Brasília, 2014a. Disponível em: http://www.esao.eb.mil.br/images/Arquivos/CMB/publicacoes/manual_de_campanha_doutrina_militar_terrestre.pdf. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **O processo de transformação do Exército.** 3. ed. Brasília, 2010.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Estado-Maior do Exército. **Sistema de planejamento do Exército**: SIPLEx 3: política militar terrestre. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.cidex.eb.mil.br/images/2.pdf>. Acesso em: 15 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **Manual de campanha**: força terrestre componente. Brasília: Centro de Doutrina do Exército, 2019. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/6113/1/EB70MC10225-final.pdf>. Acesso em: 20 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Secretaria-Geral do Exército. **Boletim do Exército**, Brasília, n. 39, 26 set. 2014b. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/1/1570>. Acesso em: 20 maio 2021.

BRASIL. **Portaria nº 1.701 – Cmt Ex, de 21 de dezembro de 2016**. Cria o Sistema Defesa, Indústria e Academia de Inovação (SisDIA). Brasília, 2016. Disponível em: http://sisdia.dct.eb.mil.br/images/conteudo/Legislacao/portaria_1701.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

BRESSER-PEREIRA, Luis Carlos. **A reforma do Estado nos anos 90**: lógica e mecanismos de controle. Brasília: Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado, 1997.

BRICK, Eduardo Siqueira; NOGUEIRA, Wilson Soares Ferreira. A estratégia naval brasileira e o desenvolvimento da base logística de defesa. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, p. 13-44, jan./abr. 2017.

BRUN, Michel. **Incident at Sakhalin the true mission of Kal Flight 007**. New York; London: Four Walls Eight Windows, 1995.

BRZEZINSKI, Zbigniew. **EUA: o grande desafio URSS**. Rio de Janeiro: Nordica, 1987.

BUENO, Eduardo Urbanski. **Paradigmas técnico-econômicos, pactos de elites e o sistema monetário internacional**. 2009. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Relações Internacionais) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

CAIAFA, Roberto. Finlandesa Patria vai liderar o consórcio FAMOUS, com financiamento da Comissão Europeia, cujo objetivo é construir veículos armados da próxima geração. **Caiafa Master**, [S.l.], 18 dez. 2021. Disponível em: <https://caiafamaster.com.br/cobertura/finlandesa-patria-vai-liderar-o-consorcio-famous-com-financiamento-da-comissao-europeia-cujo-objetivo-e-construir-veiculos-armados-da-proxima-geracao/>. Acesso em: 2 mar. 2022.

CASSITA, Danielle. China quer criar nave hipersônica para conectar as futuras colônias de Marte. **Canaltech**, [S.l.], 15 set. 2021. Disponível em: <https://canaltech.com.br/espaco/china-quer-criar-nave-hipersonica-para-conectar-as-futuras-colonias-de-marte-195877/>. Acesso em: 9 dez. 2021.

CHAMAYOU, Grégoire. **Teoria do drone**. São Paulo: Cosac Naify, 2015.

CHEN, Stephen. China designs hypersonic jet bigger than Boeing 737 with wings like Concorde. **South China Morning Post**, [S. l.], 14 July 2021a. News. Disponível em: <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3140988/china-designs-hypersonic-jet-bigger-boeing-737-wings-concorde>. Acesso em: 24 mar. 2022.

CHEN, Stephen. China military researchers pinpoint AI for hypersonic weapons accuracy. **South China Morning Post**, [S. l.], 14 Oct. 2021b. News. Disponível em: <https://www.scmp.com/news/china/military/article/3152179/china-military-researchers-pinpoint-ai-hypersonic-weapons>. Acesso em: 24 mar. 2022.

CHEN, Stephen. Chinese scientists eye hypersonic drone flight on Mars. **South China Morning Post**, [S. l.], 14 Sept. 2021c. News. Disponível em: <https://www.scmp.com/news/china/science/article/3148726/chinese-scientists-eye-hypersonic-drone-flight-mars>. Acesso em: 25 mar. 2022.

CHINA revela drones supersônicos. **Asas**, [S.l.], 1 out. 2019. Disponível em: <https://www.edrotacultural.com.br/china-revela-drones-supersonicos/>. Acesso em: 9 dez. 2021.

CHIRKIN, Vladimir. Russian colonel general on Ukraine: without hysterics and insults. **South Front**, [S.l.], 8 Mar. 2022. Disponível em: <https://southfront.org/without-hysterics-and-insults/>. Acesso em: 20 mar. 2022.

CHRISTENSEN, Charles R. **Uma história do desenvolvimento da inteligência técnica na Força Aérea, 1917-1947: operação Lusty**. Lewiston: Edwin Mellen, 2002.

CLAUSEWITZ, Carl von. **Da guerra**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

COSIF. **A história da fibra ótica no Brasil**. [S.l.], 21 abr. 2012. Disponível em: <https://www.cosif.com.br/publica.asp?arquivo=20120421fibraoptica>. Acesso em: 10 jan. 2022.

COVARRUBIAS, Jaime Garcia. Os três pilares de uma transformação militar. **Military Review**, Fort Leavenworth, p. 116-135, nov./dez. 2007.

CURTIS, Neal. The explication of the social: algorithms, drones and (counter-)terror. **Journal of Sociology**, London, v. 52, n. 3, p. 522–536, 2016.

CZESZEJKO, Stanisław. Anti-radiation missiles vs. radars. **International Journal of Electronics and Telecommunications**, [S. l.], v. 59, n. 3, p. 285–291, 2013.

DAGNINO, Renato Peixoto. **A indústria de armamentos brasileira: uma tentativa de avaliação**. 1989. Tese (Doutorado em Economia) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989. Disponível em: <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.1989.45332>. Acesso em: 10 jan. 2022.

DAILY SABAH. Turkey to continue manufacturing F-35 components through 2022, Pentagon says. **Daily Sabah**, [S. l.], 30 June 2020. Defense. Disponível em:

<https://www.dailysabah.com/business/defense/turkey-to-continue-manufacturing-f-35-components-through-2022-pentagon-says>. Acesso em: 25 mar. 2022.

DIAS, Tenente Coronel Haryan Gonçalves. A busca de alvos na força terrestre componente. **Doutrina Militar Terrestre em Revista**, Brasília, v. 006, n. 016, p. 58-69, out./dez. 2018.

DILANIAN, Ken. Kamikaze drones: a new weapon brings power and peril to the U.S. military. **NBC News**, [S. l.], 6 Dec. 2021. Disponível em: <https://www.nbcnews.com/news/military/kamikaze-drones-new-weapon-brings-power-peril-u-s-military-n1285415>. Acesso em: 24 mar. 2022.

DICKINSON, Brig. Gen. M. **Statement of Brig. Gen. M. Dickinson, Us Army, Deputy Director, Combat Support Systems**. Hearings on Military Posture and H.R. 3689. Washington, D.C.: Congress of the United States, 1975. p. 3985-3986.

DINIZ, Mitchel. Embraer (EMBR3): Eve avança em projeto de mobilidade aérea urbana e pode voltar a ser vetor de crescimento para as ações. **Revista Infomoney**, [S. l.], 28 mar. 2022. Disponível em: <https://www.infomoney.com.br/mercados/embraer-embr3-eve-avanca-em-projeto-de-mobilidade-aerea-urbana-e-pode-voltar-a-ser-vetor-de-crescimento-para-as-acoes/>. Acesso em: 11 abr. 2022.

DRONES da XMobots de 150 kg adquiridos pelo Exército são exibidos pela 1ª vez em mostra de Defesa e Segurança. **Forças de Defesa**, [S.l.], 9 dez. 2021. Disponível em: <https://www.forte.jor.br/2021/12/09/drones-da-xmobots-de-150-kg-adquiridos-pelo-exercito-sao-exibidos-pela-1a-vez-em-mostra-de-defesa-e-seguranca/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

DRONES russos contarão com novo sistema de armas aéreas. **Sputnik**, [S.l.], 13 abr. 2021. Disponível em <https://br.sputniknews.com/20210813/drones-russos-contarao-com-novo-sistema-de-armas-aereas-17892200.html>. Acesso em: 9 dez. 2021.

DUARTE, Érico Esteves. **Conduta da guerra na era digital e suas implicações para o Brasil**: uma análise de conceitos, políticas e práticas de defesa. Brasília: IPEA, 2012a.

DUARTE, Érico Esteves. **Tecnologia militar e desenvolvimento econômico**: uma análise histórica. Brasília: IPEA, 2012b.

DUNNIGAN, James F. **How to make war**: a comprehensive guide to modern warfare in the twenty-first century. 4. ed. New York: Quill, 2003.

EC-121R Batcat. **Family Westin Homepage**, [S.l.], 12 Dec. 2021. Disponível em: <https://www.westin553.net/batcatFoto01/ec121r027.jpg>. Acesso em: 13 dez. 2021.

EMPRESA de aeronaves elétricas da Embraer receberá US\$ 30 milhões de espanhola Acciona. **Revista Forbes Money**, [S.l.], 18 mar. 2022. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-money/2022/03/empresa-de-aeronaves-eletricas-da-embraer-recebera-us-30-milhoes-de-espanhola-acciona/>. Acesso em 12 abr. 2022.

ENXAMES de drones turcos. **Revista Força Aérea**, Rio de Janeiro, 29 dez. 2020. Disponível em: <https://forcaarea.com.br/enxames-de-drones-turcos/>. Acesso em: 9 dez. 2021.

ELIASSON, Gunnar. **Advanced public procurement as industrial policy: the aircraft industry as a technical university**. London: Springer, 2010.

ESQUIA, Jean-Pier de Vasconcellos. **Indústria nacional de defesa: oportunidades a partir da manutenção e da obtenção durante o ciclo de vida dos sistemas e materiais de emprego militar**. 2021. Tese (Doutorado em Estudos Estratégicos Internacionais) - Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/230333>. Acesso em: 20 mar. 2022.

FISHER JR., Richard D. **China's military modernization: building for regional and global reach**. Stanford: Stanford University Press, 2010.

FLÔRES, Fabrício. **O obuseiro autopropulsado M109A5+BR no Brasil: possíveis impactos doutrinários**. 2020. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos Internacionais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/209903>. Acesso em: 20 mar. 2022.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA – FAB. **FAB e AEL Sistemas realizam demonstração operacional do Projeto Link-BR2**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38761/TECNOLOGIA%20-%20FAB%20e%20AEL%20Sistemas%20realizam%20Demonstra%C3%A7%C3%A3o%20Operacional%20do%20Projeto%20Link-BR2>. Acesso em: 20 mar. 2022.

FORÇA AÉREA BRASILEIRA – FAB. **FAB realiza primeiro teste de voo do motor aeronáutico hipersônico 14-X**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.fab.mil.br/noticias/mostra/38395/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

FORD, Brian J. **Armas secretas alemãs**. Rio de Janeiro: Renes, 1969.

FORREST, Brett; MALSIN, Jared. Ukraine says it used Turkish-made drones to hit Russian targets. **Wall Street Journal**, New York, 27 Feb. 2022. Disponível em: <https://www.wsj.com/livecoverage/russia-ukraine-latest-news-2022-02-26/card/ukraine-says-it-uses-turkish-made-drones-to-hit-russian-targets-DrigGO7vkGfDzbBuncnA>. Acesso em: 25 mar. 2022.

FRANTZMAN, Seth J. **Drone wars: pioneers, killing machines, artificial intelligence, and the battle for the future**. New York: Bombardier Books, 2021.

FURTADO, Celso. **A pré-revolução brasileira**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1962.

GANDRA, Alana. Drone e barco não tripulado vão identificar vazamento de óleo no mar. **Agência Brasil**, Rio de Janeiro, 23 ago. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-08/drone-e-barco-nao-tripulado-va-identificar-vazamento-de-oleo-no-mar>. Acesso em: 15 abr. 2022.

GARCIA, Santiago Adriano. Janelas para modernização do KMW Leopard 1A5 BR: análise. **Tecnologia e Defesa**, [S.l.], 2019. Disponível em: <https://tecnodefesa.com.br/janelas-para-modernizacao-do-kmw-leopard-1a5-br-analise/>. Acesso em: 15 abr. 2022.

GUNSTON, Bill. **Aviões de espionagem**: os modernos sistemas de informação, reconhecimento e guerra eletrônica. São Paulo: Nova Cultural, 1991.

GUNSTON, Bill. **Foguetes e mísseis da III Guerra Mundial**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico 1983.

GUNSTON, Bill. **Mísseis**: ar-ar e antitanque. São Paulo: Nova Cultural, 1986b.

GUNSTON, Bill. **Mísseis**: ar-superfície. São Paulo: Nova Cultural, 1986a.

HAMBLING, David. **Swarm troopers**: como os pequenos drones irão conquistar o mundo. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2018.

HAMBLING, David. Hamas attacks Israel With kamikaze drones, claims hit on chemical plant. **Forbes**, [S. l.], 14 May 2021. Aerospace & Defense. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2021/05/14/hamas-throws-kamikaze-drones-into-attacks-on-israel-claims-hit-on-chemical-plant/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

HARTLEY, Keith. O futuro da política de aquisições na Indústria Europa de Defesa. **Nação e Defesa**. Lisboa, n. 90, p. 17-34, 1999.

HELFRICH, Emma. Managing the military's big data challenge. **Military Embedded Systems**, [S.l.], 4 Aug. 2020. Disponível em: <http://militaryembedded.com/ai/big-data/managing-the-militarys-big-data-challenge>. Acesso em: 9 mar. 2022.

IAFRATE, Fernando. **Artificial intelligence and big data**. Hoboken: ISTE, 2018. (The Birth of a New Intelligence, v. 8).

INBAR, Tal. **Missile defense coming of age**: first insights from Operation “Guardians of the Walls”. Live and under fire. [S.l.], 13 May 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=fYHE25uTYYA&t=394s>. Acesso em: 9 jun. 2021.

INTERNATIONAL INSTITUTE FOR STRATEGIC STUDIES – IISS. **The military balance 2022**. [S.l.]: Routledge, 2022. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781003294566>. Acesso em: 25 mar. 2022.

IPEADATA. **Preço por barril do petróleo bruto Brent (FOB)**. Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.ipeadata.gov.br/ExibeSerie.aspx?module=m&serid=1650971490&oper=view>. Acesso em: 25 mar. 2022.

JACOBSEN, Annie. **Operation Paperclip**: The Secret Intelligence Program that brought nazi scientists to America. New York; London: Little, Brown and Company, 2014.

JEPPESON, Chris. **Acoubuoy, spikebuoy, muscle shoals and igloo white**. [S.l.], 2021.

Disponível em:

https://web.archive.org/web/20070220194819/http://home.att.net/~c.jepesson/igloo_white.html. Acesso em: 10 nov. 2021.

JORDÁN, Javier; BAQUÉS, Josep. **Guerra dos drones: política, tecnologia y cambio social em los nuevos conflictos**. Madrid: Biblioteca Nueva, 2014.

KAHN, Herman; WEINER, Anthony. **O ano 2000: uma estrutura para a especulação sobre os próximos trinta e três anos**. São Paulo: Melhoramentos, 1967.

KERES. **Israeli: weapons**. [S.l.], 2021. Disponível em: https://www.israeli-weapons.com/weapons/vehicles/self_propelled_artillery/keres/Keres.htm. Acesso em: 14 nov. 2021.

KHUTEY, Rukmani *et al.* Future of wireless technology 6G & 7G. **International Journal of Electrical and Eletronic Research**, [S.l.], Si, p. 583-585, Apr. 2015.

KNIGHTS, Michael. **Yemen’s “Southern Hezbollah”**: implications of Houthi missile and drone improvements. Washington, D.C.: Washington Institute, 2021. (Policy Watch, 3463). Disponível em: <https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/yemens-southern-hezbollah-implications-houthi-missile-and-drone-improvements>. Acesso em: 24 mar. 2022.

KREIS, John F. Unmanned aircraft in Israeli air operations. **Air Power History**, [S. l.], v. 37, n. 4, p. 46–50, 1990.

KWON, Karen. China reaches new milestone in space-based quantum communications. **Scientific American**, [S.l.], 25 June 2020. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/china-reaches-new-milestone-in-space-based-quantum-communications/>. Acesso em 10 jan. 2022.

LIMA, Bruno Ignácio de. Conheça o mais mortífero drone americano utilizado no ataque a Bagdá. **Oficina da Net**, [S.l.], 15 jan. 2020. Disponível em: <https://www.oficinadanet.com.br/tecnologia/29327-conheca-o-mais-mortifero-drone-americano-utilizado-no-ataque-a-bagda>. Acesso em: 3 jan. 2022.

LIND, William S. Compreendendo a guerra de quarta geração. **Military Review Brazilian**, Forte Leavenworth, v. 85, n. 1, p. 12-17, jan./fev. 2005.

LITÔVKIN, Nicolai. Como militares russos combatem drones? **Ciência e Tecnologia**, [S.l.], 11 jan. 2018. Disponível em: <https://br.rbth.com/ciencia/79739-como-militares-russos-combatem-drones>. Acesso em: 4 fev. 2022.

LORCH, Carlos. Emitiu, morreu! Avião x radar: a guerra de supressão de defesas antiaéreas. **Revista Força Aérea**, [S.l.], v. 10, n. 39, jun./jul./ago 2005.

MACISAAC, David. Vozes do azul: teóricos do poder aéreo. In: PARET, Peter (Org.). **Construtores da estratégia moderna**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 2003. p. 211-242.

MAHAN, Alfred Thayer. **Influencia del poder naval em la historia**. Valparaiso: Imprenta Academia de Guerra Naval, 2000.

MANSON, Katrina. Low-cost warfare: US military battles with ‘Costco drones’. **Financial Times**, [S.l.], 5 Jan. 2022. Disponível em: <https://www.ft.com/content/aef5901e-4b9c-4561-a559-a6b7197bafef1>. Acesso em: 5 jan. 2022.

MARR, Bernard. How AI, drones and big data are reshaping the future of warfare. **Forbes**, [S.l.], 2016. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/10/06/how-ai-drones-and-big-data-are-reshaping-the-future-of-warfare/>. Acesso em: 9 mar. 2022.

MARTINS, José Miguel Quedi. **Digitalização e guerra local**: como fatores do equilíbrio internacional. 2008. Tese (Doutorado em Ciência Política) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Política, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/14405>. Acesso em: 9 mar. 2022.

MARTINS, José Miguel Quedi; ESQUIA, Jean-Pier de Vasconcellos. Prefácio. In: SALLES, Alessandro Souza de. **Consórcio público**: construindo capacidades. Blumenau: Dom Modesto, 2021. p. 15-22.

MATTOS, Carlos de Meira. **Estratégias militares dominantes**. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1986.

MCGEE, Patrick. Drone innovation moves from hardware to self-flying software. **Financial Times**, [S.l.], 30 dez. 2021. Disponível em: <https://www.ft.com/content/aa2d228b-7927-4642-9eb3-c6157f91f1f9>. Acesso em: 5 jan. 2022.

MEARSHEIMER, John J. **A tragédia da política das grandes potências**. Lisboa: Gradiva, 2007.

MILLER, Jay. **Lockheed Martin's skunk works**. [S.l.]: Aerofax, 1995.

MILNE, Antony. **Sky static**: the space debris crisis. [S.l.]: Greenwood, 2002.

MIT. O que é comunicação quântica? **MIT Technology Review**, [S.l.], 1 set. 2020. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/o-que-e-comunicacao-quantica/>. Acesso em: 10 mar. 2022.

MONTEIRO, Góes. **A revolução de 30 e a finalidade política do exército**. Rio de Janeiro: Adersen, 1934.

MOWERY, David C. Defense-related R&D as a model for “Grand Challenges” technology policies. **Research Policy**, Amsterdam, v. 41, n. 10, p. 1703-1715, 2012.

MQ – 9 reaper. **Military.com**, [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.military.com/equipment/mq-9-reaper>. Acesso em: 9 dez. 2021.

MUNARETTO, Luiz Alberto Cocentino. **Vant e drones**. São Paulo: Edição Independente, 2015.

MUSHIN, Dhia. Houthi use of drones delivers potent message in Yemen War. **IISS**, [S.l.], 27 Aug. 2019. Disponível em: <https://www.iiss.org/blogs/analysis/2019/08/houthi-uav-strategy-in-yemen>. Acesso em: 24 mar. 2022.

NADIMI, Farzin. **Iran's game of drones**. Washington, D.C.: Washington Institute, 2022. (Policy Watch, 3585). Disponível em: <https://www.washingtoninstitute.org/policy-analysis/irans-game-drones>. Acesso em: 25 mar. 2022.

NEVES JÚNIOR, Edson José. **A modernização militar da Índia**: as virtudes do modelo híbrido. 2015. Tese (Doutorado em Estudos Estratégicos Internacionais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/143479>. Acesso em: 25 mar. 2022.

NEWDICK, Thomas. **Aviões de guerra**: insurreição, Vietnã, Oriente Médio e a guerra global contra o terror: [1948 até os anos 2000], volume 2. São Paulo: Escala, 2010.

NEWDICK, Thomas. Brazil's upgraded tiger IIs might be the most capable F-5s in the world. **The Drive**, [S.l.], 2020. Disponível em: <https://www.thedrive.com/the-war-zone/37151/brazils-upgraded-tiger-iis-might-be-the-most-capable-f-5s-in-the-world>. Acesso em: 10 mar. 2022.

O'NEIL, Cathy. **Weapons of math destruction**: how big data increases inequality and threatens democracy. New York: Broadway Brooks, 2017.

OLIVEIRA, Maurício José Lopes de. SARP: uma nova ameaça no campo de batalha do século XXI. **Defesanet**, [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.defesanet.com.br/vant/noticia/41202/SARP--uma-nova-ameaca-no-campo-de-batalha-do-seculo-XXI/>. Acesso em: 20 set. 2021.

OPERAÇÃO Vale do Bekaa. Líbano – 1982. Tropas e armas. [S.l.], 2021. Disponível em: http://www.tropasearmas.com/OPERACOES_VALE_BEKAA.htm. Acesso em: 12 nov. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. ONU prevê que cidades abriguem 70% da população mundial até 2050. **ONU News**, [S.l.], 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/02/1660701>. Acesso em: 1 mar. 2022.

OZU, Hajime. **AGM-45 Shrike**. [S.l.]: The Illustrated Encyclopedia of World's Missile Systems, 2014. Disponível em: <http://missile.index.ne.jp/cgi/misearch.cgi>. Acesso em: 9 mar. 2022.

OZU, Hajime. **AGM-78 Standard ARM**. [S.l.]: The Illustrated Encyclopedia of World's Missile Systems, 2004. Disponível em: <http://missile.index.ne.jp/cgi/misearch.cgi>. Acesso em: 9 mar. 2022.

PACETE, Luiz Gustavo. Do delivery aos investimentos, como a computação quântica muda nossa vida. **Forbes**, [S.l.], 2021. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/11/do-delivery-aos-investimentos-como-a-computacao-quantica-muda-nossa-vida/>. Acesso em: 1 mar. 2022.

PACHECO, Thiago; PEDONE, Luiz. Incentivos governamentais e indústria de defesa. **Revista Brasileira de Estudos Sobre Defesa**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 177-196, dez. 2016.

PARSCH, Andreas. **Diretório de foguetes e mísseis militares dos EUA. ADM – 20**. [S.l.], 2002. Disponível em: <https://www.designation-systems.net/dusrm/m-20.html>. Acesso em: 14 ago. 2021.

PEREZ, Carlota. **Technological revolution and financial capital**. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.

PINHEIRO, Álvaro de Souza. **Antiterrorismo e contraterrorismo**. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.abrapam.com.br/o-antiterrorismo-e-o-contraterrorismo/>. Acesso em: 20 set. 2021.

PURKAYASTHA, Prabir. US faces new strategic balance in Mideast. **Asia Times**, [S.l.], 23 Sept. 2019. Disponível em: <https://asiatimes.com/2019/09/us-faces-new-strategic-balance-in-mideast/>. Acesso em: 23 mar. 2022.

RASKA, Michael. The “Five Waves” of RMA: theory, processes, and debate. **Pointer**, Singapore, v. 36, n. 3-4, p. 1-12, 2011.

REALE, Miguel. **Filosofia do direito**. 19 ed. São Paulo: Saraiva, 1999.

REDAÇÃO FORÇAS DE DEFESA. Drones da XMobots de 150 kg adquiridos pelo exército são exibidos pela 1ª vez em mostra de defesa e segurança. **Forças Terrestres**, [S.l.], 9 dez. 2021. Disponível em: <https://www.forte.jor.br/2021/12/09/drones-da-xmobots-de-150-kg-adquiridos-pelo-exercito-sao-exibidos-pela-1a-vez-em-mostra-de-defesa-e-seguranca/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

REPUBLIC F-105D Thunderchief USAF.jpg. **Wikimedia**. [S.l.], 2021. Disponível em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Republic_F-105D_Thunderchief_USAF.jpg. Acesso em: 13 dez. 2021.

REUTERS. Houthis have fired 430 missiles, 851 drones at Saudi Arabia since 2015 - Saudi-led coalition. **Reuters**, [S. l.], 26 Dec. 2021. Middle East. Disponível em: <https://www.reuters.com/world/middle-east/houthis-have-fired-430-missiles-851-drones-saudi-arabia-since-2015-saudi-led-2021-12-26/>. Acesso em: 25 mar. 2022.

RODRIGUES, Rodrigo Schmidt. Dimensões da transformação militar (DTM). **Conjuntura Austral**, no prelo, 2018.

ROGOWAY, Tyler; TREVITHICK, Joseph. Why F-5s beat out F-16s for the Navy's Latest commercial aggressor contract. **The Drive**, [S. l.], 2018. Disponível em:

<https://www.thedrive.com/the-war-zone/25075/how-f-5s-beat-out-f-16s-for-the-navys-latest-commercial-aggressor-contract>. Acesso em: 1 mar. 2022.

ROMAÑA, José Miguel. **Armas secretas de Hitler**. São Paulo: Madras, 2010.

RUMSFELD, Donald. Transformando as forças armadas. **Política Externa**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 12-21. set./out./Nov. 2002.

SAFI, Michael. Are drone swarms the future of aerial warfare?. **The Guardian**, [S.l.], 4 Dec. 2019. News. Disponível em: <https://www.theguardian.com/news/2019/dec/04/are-drone-swarms-the-future-of-aerial-warfare>. Acesso em: 24 mar. 2022.

SAGAN, Scott D. The origins of military doctrine and command and control systems. In: LAVOY, Peter R.; SAGAN, Scott D.; WIRTZ, James J. **Planning the unthinkable: how new powers will use nuclear, biological, and chemical weapons**. Ithaca: Cornell University Press, 2000.

SANDERS, Ralph. UAVs: an Israeli military innovation. **Joint Forces Quaterly**, [S.l.], v. 33, n. 10, p. 114–118, 2002.

SALLES, Alexsandro Souza de. **Consórcio público: construindo capacidades**. Blumenau: Dom Modesto, 2021.

SALLES, Alexsandro Souza de. **Consórcio público: instrumento de capacidade estatal**. 2019. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos Internacionais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/204673>. Acesso em: 24 mar. 2022.

SCOTT, Len. Intelligence and the risk of nuclear war: Able Archer-83 revisited. **Intelligence and National Security**, [S.l.], v. 26, n. 6, p. 759-777, 2011.

SHPIRO, Shlomo. Seeing but unseen: intelligence drones in Israel. **Intelligence and National Security**, [S.l.], v. 32, n. 4, An INS Special Forum: intelligence and drones, p. 425–429, 2017.

SHY, John. Jomini. In: PARET, Peter (Org). **Construtores da estratégia moderna**. Tomo 1. Rio de Janeiro: Bibliex, 2001. p. 201-256.

SIKORA, Jack; WESTIN, Larry. **Batcats: the United States Air Force 553rd reconnaissance wing in Southeast Asia**. New York: iUniverse, 2003.

SILVA, Igor Castellano da. **Política Externa na África Austral: causas das mudanças nos padrões de cooperação-conflito (1975-2010)**. 2015. Tese (Doutorado em Estudos Estratégicos Internacionais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/207434>. Acesso em: 24 mar. 2022.

SIMPLY PLANES. [S.l.], 2021. Disponível em: <http://www.simplyplanes.co.uk/bbmf.html>. Acesso em: 21 set. 2021.

SOLIMAN, Mohammed. **Drones are re-engineering the geopolitics of the Middle East.** [S.l.]: Middle East Institute, 7 Mar. 2022. Disponível em: <https://www.mei.edu/publications/drones-are-re-engineering-geopolitics-middle-east>. Acesso em: 25 mar. 2022.

SPIDO, Júlio César Giacomini. **A linha McNamara e a prefiguração da guerra centrada em rede.** 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Relações Internacionais) - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/224810>. Acesso em: 25 mar. 2022.

STEEL, Caroline. Hyperwar: how militarized AI is transforming the decision-making loop. **American Security Project**, [S.l.], 15 Dec. 2021. Disponível em: <https://www.americansecurityproject.org/hyperwar-how-militarized-ai-is-transforming-the-decision-making-loop/>. Acesso em: 9 mar. 2022.

STRINGFIXER. [S.l.], 2021. Disponível em: [https://stringfixer.com/pt/Corona_\(satellite\)](https://stringfixer.com/pt/Corona_(satellite)). Acesso em: 12 nov. 2021.

TABRIZI, Aniseh Bassiri; BRONK, Justin. **Armed drones in the Middle East.** London: Royal United Services Institute, 2018. (RUSI Occasional Paper). Disponível em: https://static.rusi.org/20181207_armed_drones_middle_east_web.pdf. Acesso em: 20 mar. 2022.

TARANTOLA, Andrew. Monster machines: the Ryan Firebee, grandfather to the modern UAV. **Gizmodo**, [S.l.], 28 Aug. 2013. Disponível em: <https://www.gizmodo.com.au/2013/08/the-ryan-firebee-grandfather-to-the-modern-uav/>. Acesso em: 18 ago. 2021.

TILLY, Charles. **Coerção, capital e estados europeus.** São Paulo: Edusp, 1996.

TILLY, Charles. **Democracy.** New York: Cambridge University Press, 2007.

TIM e Nokia lançam 1º piloto 5G Standalone agro do país. **Tele.Síntese**, [S.l.], 11 maio 2021. Disponível em : <https://www.telesintese.com.br/tim-e-nokia-lancam-1o-piloto-5g-standalone-agro-do-pais/>. Acesso em: 12 set. 2021.

TREVITHICK, Joseph. Ukraine will get switchblade suicide drones as part of new U.S. aid package lawmaker says. **The Drive**, [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.thedrive.com/the-war-zone/44785/ukrainian-president-zelensky-pleads-for-air-defenses-in-speech-to-u-s-congress>. Acesso em: 20 mar. 2022.

TRIZOTTO, Laís Helena Andreis. **A experiência militar israelense e a doutrina da batalha aeroterrestre.** 2015. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos Internacionais) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Estratégicos Internacionais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/140598>. Acesso em: 20 mar. 2022.

TURKISH firm to develop ai to link up to 50 drones in swarm. **Defense World.Net**. [S.l.], 20 Nov. 2020. Disponível em:

https://www.defenseworld.net/news/28360/Turkish_Firm_to_Develop_AI_to_Link_Up_to_50_Drones_in_Swarm#.Yj3CkU3MLb0. Acesso em: 25 mar. 2022.

TYLER, Patrick E. U.S. strategy plan calls for insuring no rivals develop a one-superpower world. **New York Times**, New York, 8 Mar. 1992. Disponível em:

<https://www.nytimes.com/1992/03/08/world/us#strategy-plan-calls-for-insuring-no-rivals-develop.html>. Acesso em: 8 set. 2021.

USA. **National security strategy 2017**. Washington, D.C.: White House, 2017.

USA. Department of Defense. **Dictionary of military and associated terms**. Washington, D.C.: Joint Chiefs of Staff, 2014.

VAN EVERA, Stephen. **Guía para estudiantes de ciencia política: métodos y recursos**. Barcelona: Gedisa, 2002.

VASCONCELOS, Eduardo Mourão. **Complexidade e pesquisa interdisciplinar: epistemologia operativa**. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

VASCONCELOS, Yuri. Embraer anuncia venda de 250 carros voadores. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, 9 jun. 2021. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/embraer-anuncia-venda-de-250-carros-voadores/>. Acesso em: 12 abr. 2022.

VICENTE, Kim. **Homens e máquinas**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

VINHOLES, Thiago. Conheça o projeto 14-X, de tecnologia hipersônica, desenvolvido pela FAB. **CNN Brasil Business**, [S.l.], 9 jan. 2022. Disponível em:

<https://www.cnnbrasil.com.br/business/conheca-o-projeto-14-x-de-tecnologia-hipersonica-desenvolvido-pela-fab/>. Acesso em: 10 jan. 2022.

VIZENTINI, Paulo Fagundes. **A guerra fria: o desafio socialista à ordem americana**. Porto Alegre: Leitura XXI, 2004.

WALTZ, Kenneth N. **Theory of international politics**. [S.l.]: Addison-Wesley, 1979.

WIKI ASTRONOMIA. [S.l.], 2021. Disponível em: https://astronomia.fandom.com/pt-br/wiki/A_explora%C3%A7%C3%A3o_espacial. Acesso em: 12 nov. 2021.

WIKIPEDIA. **Lockheed EC-121 warning star**. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://lockheed-ec-121-warning-star>. Acesso em: 12 nov. 2021.

WOLFOWITZ, Paul. **Defense planning guidance FY 1994-99**. Washington, D.C.: Department of Defense, 1992.

ZAPAROLLI, Domingos. Robôs em alto-mar. **Pesquisa FAPESP**, São Paulo, n. 312, fev. 2022. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/robos-em-alto-mar/>. Acesso em 15 abr. 2022.